

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

大飯発電所3/4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由																											
<div style="text-align: center;"> <p>表1 STEP1の解析条件</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>設定項目</th> <th>設定条件</th> <th>考え方</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ゴム支承の剛性</td> <td>耐震評価で用いるせん断剛性（表2参照）</td> <td>設計飛来物がフレームに衝突した場合に想定されるゴム支承の変位速度は、約0.1m/sと考えられる（別紙3（補足1）参照）。この変位速度は、地震時のゴム支承の動的特性を把握するために実施した振動数依存性試験におけるゴム支承の変位速度（0.06～0.6m/s）に包絡されることから、飛来物衝突においても、耐震評価で用いるゴム支承のせん断剛性を適用する。</td> </tr> <tr> <td>衝突方向</td> <td>水平方向</td> <td>配置及び形状から水平方向から衝突する可能性は極めて低いと考えられるが、鉛直速度よりも最大速度が大きく、ゴム支承のせん断剛性への影響が大きい方向。</td> </tr> <tr> <td>衝突位置</td> <td>ゴム支承近傍</td> <td>ゴム支承への影響が大きくなると考えられる位置。</td> </tr> <tr> <td>飛来物姿勢</td> <td>長辺全面で衝突</td> <td>フレームには防護板や補強用のリブが設置されることから、平面となる面積が限られており、長辺全面が部材に垂直に衝突する可能性は極めて低いと考えられるが、最もゴム支承に対し厳しい姿勢による挙動を確認する観点から、長辺全面が衝突すると設定。</td> </tr> </tbody> </table> <p>表2 フレームゴム支承、可動支承の結合条件</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>方向</th> <th>フレームゴム支承</th> <th>可動支承</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>X</td> <td>弾性</td> <td>自由</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>弾性</td> <td>剛</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td>剛</td> <td>剛</td> </tr> </tbody> </table> <p>図2 飛来物衝突位置及び解析モデル図 (STEP1)</p> </div>				設定項目	設定条件	考え方	ゴム支承の剛性	耐震評価で用いるせん断剛性（表2参照）	設計飛来物がフレームに衝突した場合に想定されるゴム支承の変位速度は、約0.1m/sと考えられる（別紙3（補足1）参照）。この変位速度は、地震時のゴム支承の動的特性を把握するために実施した振動数依存性試験におけるゴム支承の変位速度（0.06～0.6m/s）に包絡されることから、飛来物衝突においても、耐震評価で用いるゴム支承のせん断剛性を適用する。	衝突方向	水平方向	配置及び形状から水平方向から衝突する可能性は極めて低いと考えられるが、鉛直速度よりも最大速度が大きく、ゴム支承のせん断剛性への影響が大きい方向。	衝突位置	ゴム支承近傍	ゴム支承への影響が大きくなると考えられる位置。	飛来物姿勢	長辺全面で衝突	フレームには防護板や補強用のリブが設置されることから、平面となる面積が限られており、長辺全面が部材に垂直に衝突する可能性は極めて低いと考えられるが、最もゴム支承に対し厳しい姿勢による挙動を確認する観点から、長辺全面が衝突すると設定。	方向	フレームゴム支承	可動支承	X	弾性	自由	Y	弾性	剛	Z	剛	剛
設定項目	設定条件	考え方																												
ゴム支承の剛性	耐震評価で用いるせん断剛性（表2参照）	設計飛来物がフレームに衝突した場合に想定されるゴム支承の変位速度は、約0.1m/sと考えられる（別紙3（補足1）参照）。この変位速度は、地震時のゴム支承の動的特性を把握するために実施した振動数依存性試験におけるゴム支承の変位速度（0.06～0.6m/s）に包絡されることから、飛来物衝突においても、耐震評価で用いるゴム支承のせん断剛性を適用する。																												
衝突方向	水平方向	配置及び形状から水平方向から衝突する可能性は極めて低いと考えられるが、鉛直速度よりも最大速度が大きく、ゴム支承のせん断剛性への影響が大きい方向。																												
衝突位置	ゴム支承近傍	ゴム支承への影響が大きくなると考えられる位置。																												
飛来物姿勢	長辺全面で衝突	フレームには防護板や補強用のリブが設置されることから、平面となる面積が限られており、長辺全面が部材に垂直に衝突する可能性は極めて低いと考えられるが、最もゴム支承に対し厳しい姿勢による挙動を確認する観点から、長辺全面が衝突すると設定。																												
方向	フレームゴム支承	可動支承																												
X	弾性	自由																												
Y	弾性	剛																												
Z	剛	剛																												
<p>2. 解析結果</p> <p>フレームゴム支承の衝突解析結果を表3、可動支承の衝突解析結果を表4に示す。</p> <p>フレームゴム支承の評価対象部材に発生する応力等は許容値を超えず、「4.1.2 支持部材 (4)」に定める構造強度上の評価方針を満足する。</p> <p>可動支承については、評価対象部材のうち、「レール」「レール取付ボルト」「エンドプレート接合ボルト」について許容値を超える結果となった。</p> <p>STEP1の評価結果から、フレームゴム支承の剛性を考慮した場合において、フレームゴム支承による影響が最も大きくなると想定される個所に飛来物が衝突した場合でもフレームゴム支承は構造強度上の評価方針を満足し、フレームを支持する機能を維持可能な構造強度を有することを確認した。可動支承については一部部材が許容値を超える結果となったが、詳細設計段階では、可動支承のサイズアップやボルトの仕様変更等の対応を行うことで、許容値を満足させる方針とする。</p>																														

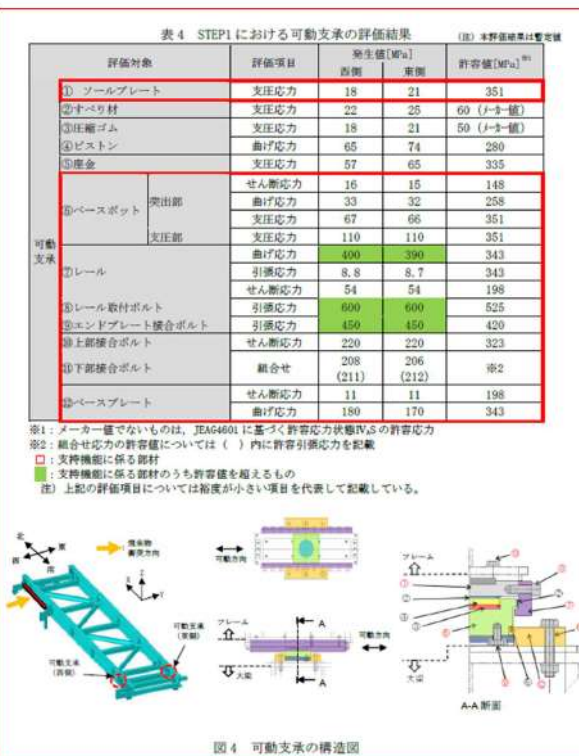
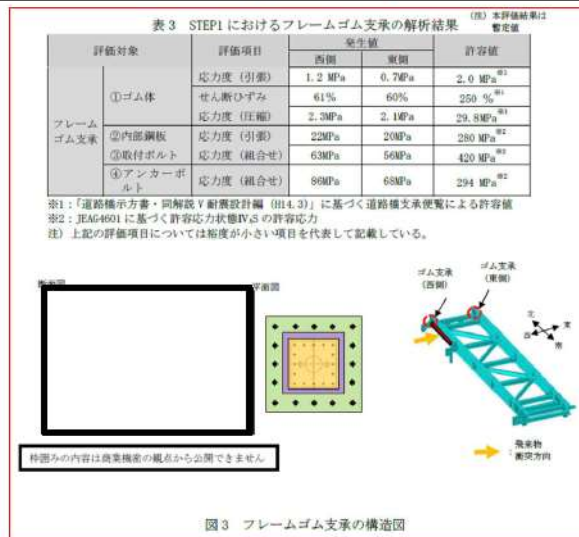
赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

大飯発電所3/4号炉

女川原子力発電所2号炉

泊発電所3号炉

相違理由



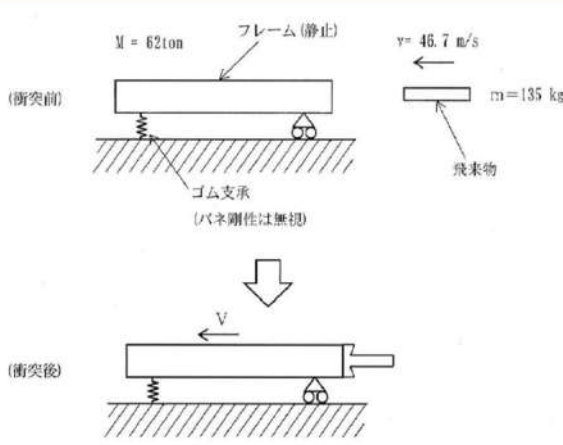
赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

泊発電所3号炉 D B基準適合性 比較表

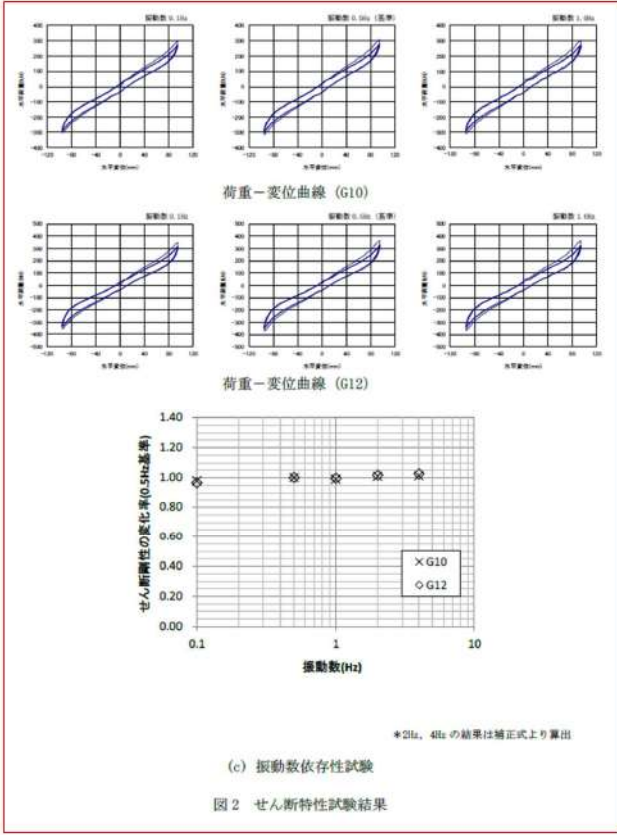
第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（竜巻：別添資料1 添付資料3.13）

大飯発電所3/4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
	<p style="text-align: center;">別紙3（補足1）</p> <p style="text-align: center;">衝突解析に対するゴム支承の影響に対する検討</p> <p>竜巻防護ネットに採用する地震時水平力分散型ゴム支承は、ゴム支承のせん断剛性を利用して、上部構造の慣性力を複数の下部構造に分散させる機能を持つ。耐震設計については「道路橋示方書・同解説（（社）日本道路協会、平成14年3月）」及び「道路橋支承便覧（（社）日本道路協会、平成16年4月）」に則り、線形ばね要素でモデル化し、ゴム支承による荷重の低減効果を見込んだ耐震評価を実施する。（竜巻防護ネットの耐震評価方針については、設置許可基準規則第4条に対する適合状況説明資料『設計基準対象施設について（第4条 地震による損傷の防止）』で説明）</p> <p>一方、飛来物の衝撃荷重によるゴム支承の影響・評価については、先行プラントにおいて審査実績がないことや、評価に関わる規格類が制定されていないことを踏まえ、衝突解析におけるゴム支承の影響について、以下のとおり検討を実施した。</p> <p>1. 飛来物衝突時と地震時におけるゴム支承変位速度の比較</p> <p>(1) 検討方法</p> <p>竜巻防護ネットのフレームはゴム支承に支持されているため、飛来物が衝突した場合や地震時にはフレームが移動する。フレームの移動速度が飛来物衝突時と地震時で異なる場合、ゴム支承の挙動が異なることが考えられる。</p> <p>この影響を検討するため、飛来物衝突後のフレーム移動速度から想定されるゴム支承の変位速度と、耐震評価において想定するゴム支承の変位速度を比較し検討する。</p> <p>(2) 飛来物衝突時のフレーム速度の算出</p> <p>竜巻防護ネットのフレームに飛来物が衝突した際のフレームの移動速度は、衝突前後の運動量保存則から算出する。算出にあたって、ゴム支承のばね剛性はフレームの移動に対し抵抗となり得るが、この影響はないものとして扱う。飛来物はフレームの南側に衝突し、衝突後はフレームと飛来物が一体となって移動を始めるものとする。（図1参照）</p> <p>以上の条件から、運動量保存則から以下の式が成り立つ</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> $m v = (m+M) V \dots \textcircled{1}$ <p>ここで、m：設計飛来物（鋼製材）重量（$m=135\text{kg}$） v：設計飛来物（鋼製材）衝突速度（$v=46.6\text{m/s}$） M：フレーム重量（$M=62000\text{kg}$） V：衝突後のフレーム移動速度（m/s）</p> </div>		<p>【女川】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・竜巻防護設備の構造の相違による資料の作成要否の相違。 ・女川は竜巻防護ネットを設置する海水ポンプエリアの壁が薄く支持機能に期待できないため、可動支承、ゴム支承を採用して地震により生じる応力を低減・分散させる構造として、ネットの支持機能を確保している。 ・泊においては、女川と異なり竜巻防護ネットは強固な建屋床面、ブラケットを介してビット壁面に設置できる環境であることから、女川で採用している可動式の機構を持たせる必要はない。 ・以上の理由から、泊の竜巻防護ネットは、先行プラント（大飯、高浜）と同様の竜巻防護ネットの構造を採用しており、架構に直接、竜巻防護ネットを設置する構造としている。 ・本資料は、ゴム支承及び可動支承を採用したことによる設計成立性に関する説明資料である。 ・泊では、ゴム支承等は使用していないことから、本資料は不要と判断し、作成していない。 （竜巻防護ネットの強度計算結果は設工認で説明する方針）

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

大飯発電所3/4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
	 <p>図1 飛来物衝突前後のイメージ</p> <p>①式より、</p> $V = m v / (m + M)$ $= 135 \times 46.6 / (135 + 62000)$ $\approx 0.1 \text{ (m/s)}$ <p>上記のとおり、フレームの質量が飛来物に比べて著しく大きいことから、衝突後のフレームの移動速度は最大でも約0.1m/sとなる。フレームはゴム支承に支持されていることから、ゴム支承の変位速度はフレームの移動速度と同等の速度になると想定される。</p> <p>(3) ゴム支承特性試験について</p> <p>ゴム支承の動的特性を把握するための試験のうち振動数依存性試験を実施している。本試験は、ゴム支承を振幅95mmの単振動（0.1～1Hzの振動数）でせん断変形させた際の剛性を実測したものである。試験結果を図2に示す。（図2は「設置許可基準規則第4条に対する適合状況説明資料『設計基準対象施設について（第4条 地震による損傷の防止）』より抜粋）</p> <p>ここで、変位 $x = A \sin \omega t$ より（$A=95 \text{ mm}$, $\omega = 2\pi f$, $f=0.1, 0.5, 1.0 \text{ Hz}$）</p> <p>変位速度 $\dot{x} = A \omega \cos \omega t$ であるから、変位速度の最大値は $A \omega$ となる。</p> <p>$f = 0.1 \text{ Hz}$ のとき、$A \omega = 95 \times 2\pi \times 0.1 \approx 0.06 \text{ m/s}$</p> <p>$f = 1.0 \text{ Hz}$ のとき、$A \omega = 95 \times 2\pi \times 1.0 \approx 0.60 \text{ m/s}$</p>		

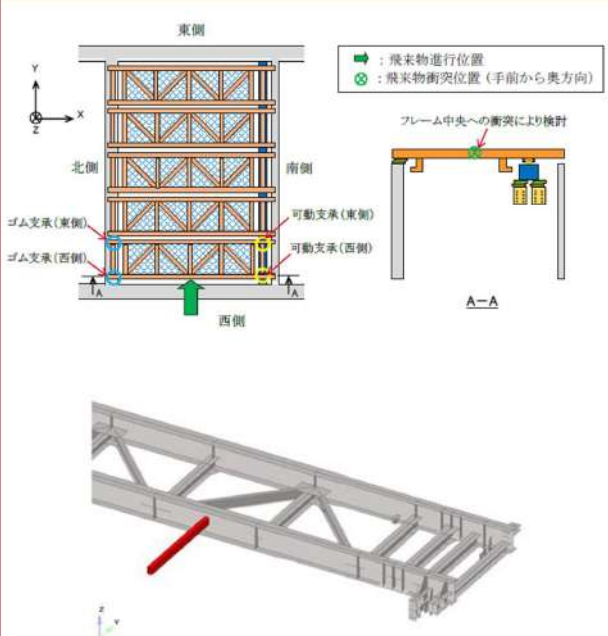
赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

大飯発電所3/4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
	<p>よって振動数依存性試験における変位速度の最大値は約0.06～0.60m/sの範囲となる。試験結果から、この速度範囲において、せん断剛性の変化は無視できるものであることを確認している</p>  <p>(c) 振動数依存性試験 図2 せん断特性試験結果</p>		

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

大飯発電所3/4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
	<p>(4) 検討結果</p> <p>飛来物衝突後のフレーム移動速度から想定されるゴム支承の変位速度は約0.1m/s程度である。一方、振動数依存性試験結果から、ゴム支承の変位速度が約0.06~0.60m/sの速度範囲において、せん断剛性の変化は無視できるものであることを確認している。</p> <p>よって、飛来物衝突時のゴム支承の変位速度は、振動数依存性試験で確認している速度範囲内であることから、飛来物衝突時においてもゴム支承のせん断剛性は適用できると考える。</p> <p>2. 衝突解析におけるゴム支承境界条件の影響確認</p> <p>前項の検討を踏まえて、耐震評価に使用したせん断剛性を考慮した衝突解析を実施し、衝突解析におけるゴム支承せん断剛性の影響を確認する。</p> <p>(1) 検討方法</p> <p>ゴム支承に支持される竜巻防護ネットに飛来物が衝突した場合、飛来物による衝撃荷重がフレームや大梁を介してゴム支承に伝わり変形することにより、衝撃荷重が低減されることが考えられる。</p> <p>この影響について、衝突解析におけるゴム支承の境界条件を耐震評価に使用した線形ばねモデルと同等としたものと、ゴム支承の影響を排除する観点で3方向固定としてモデル化したものでそれぞれ衝突解析を実施し、ゴム支承と可動支承へ伝達される衝撃荷重の差を比較する。</p> <p>(2) 検討における解析条件</p> <p>衝突解析は、解析コード「LS-DYNA」を用いて3次元FEMモデルによりフレームをモデル化し評価を実施する。フレームはシェル要素でモデル化し、境界条件は端部を固定条件としたものと、ゴム支承を線形ばねモデルとし、水平剛性を考慮したものでそれぞれ解析を実施する。可動支承の境界条件は、可動方向はフリー、固定方向は固定の条件とする。飛来物の衝突方向については、ゴム支承の剛性が小さく、変形が大きい水平方向からの水平衝突とし、衝突位置はフレームの中央に衝突したケースを代表として実施する。検討における解析条件を表1に、検討に用いる衝突位置や解析モデルを図3に示す。</p>		

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

大飯発電所3/4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由																	
	<p style="text-align: center;">表1 検討における解析条件</p> <table border="1" data-bbox="734 197 1299 475"> <tr> <td>検討ケース</td> <td>①フレームゴム支承部を固定としてモデル化</td> <td>②フレームゴム支承部を線形ばねモデル化</td> </tr> <tr> <td>解析モデル</td> <td colspan="2">LS-DYNAによる3次元FEMモデル</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">境界条件</td> <td>ゴム支承</td> <td>固定条件 線形ばねモデル*1 水平剛性：2,689 (kN/mm) 鉛直方向：863 (kN/mm)</td> </tr> <tr> <td>可動支承</td> <td>可動方向は拘束なし 非可動方向は固定条件</td> </tr> <tr> <td>衝突方向</td> <td colspan="2">ゴム支承の剛性が小さく、変形量大きい水平方向（西から東）からの衝突</td> </tr> <tr> <td>衝突位置</td> <td colspan="2">フレーム中央</td> </tr> </table> <p>*1：耐震評価モデルと同様の水平剛性を設定</p>  <p style="text-align: center;">図3 ゴム支承の影響検討における飛来物衝突位置及び解析モデル図</p>	検討ケース	①フレームゴム支承部を固定としてモデル化	②フレームゴム支承部を線形ばねモデル化	解析モデル	LS-DYNAによる3次元FEMモデル		境界条件	ゴム支承	固定条件 線形ばねモデル*1 水平剛性：2,689 (kN/mm) 鉛直方向：863 (kN/mm)	可動支承	可動方向は拘束なし 非可動方向は固定条件	衝突方向	ゴム支承の剛性が小さく、変形量大きい水平方向（西から東）からの衝突		衝突位置	フレーム中央			
検討ケース	①フレームゴム支承部を固定としてモデル化	②フレームゴム支承部を線形ばねモデル化																		
解析モデル	LS-DYNAによる3次元FEMモデル																			
境界条件	ゴム支承	固定条件 線形ばねモデル*1 水平剛性：2,689 (kN/mm) 鉛直方向：863 (kN/mm)																		
	可動支承	可動方向は拘束なし 非可動方向は固定条件																		
衝突方向	ゴム支承の剛性が小さく、変形量大きい水平方向（西から東）からの衝突																			
衝突位置	フレーム中央																			

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

大飯発電所3/4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由																																																																					
	<p>(3) 検討結果</p> <p>検討の結果、ゴム支承と可動支承へ伝達される衝撃荷重は、ゴム支承の境界条件を固定条件とした場合に大きな反力が発生する結果となることを確認した。特にゴム支承における衝撃荷重に大きな差が生じており、ゴム支承のせん断剛性を固定条件とすると、ゴム支承自体に発生する衝撃荷重が非常に大きくなることを確認した。検討結果を表2に示す。</p> <p>なお、今回の検討は水平方向からの衝突に対する結果であるが、ばね剛性を考慮することによる影響は鉛直方向についても同様であり、境界条件を固定とした場合、衝撃荷重は大きくなることが想定される。</p> <div data-bbox="712 467 1326 1027" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p style="text-align: center;">表2 ゴム支承せん断剛性影響の検討結果</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="3" rowspan="3">評価対象</th> <th colspan="2">衝撃荷重（ピーク値）（kN）</th> </tr> <tr> <th colspan="2">ゴム支承境界条件</th> </tr> <tr> <th>固定</th> <th>せん断剛性有</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="4">ゴム支承 （東側）</td> <td rowspan="2">X方向</td> <td>+側</td> <td>456</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>-側</td> <td>-478</td> <td>-4</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Y方向</td> <td>+側</td> <td>229</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>-側</td> <td>-265</td> <td>-24</td> </tr> <tr> <td rowspan="4">ゴム支承 （西側）</td> <td rowspan="2">X方向</td> <td>+側</td> <td>429</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>-側</td> <td>-415</td> <td>-2</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Y方向</td> <td>+側</td> <td>224</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>-側</td> <td>-260</td> <td>-24</td> </tr> <tr> <td rowspan="4">可動支承 （東側）</td> <td rowspan="2">X方向</td> <td>+側</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>-側</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Y方向</td> <td>+側</td> <td>454</td> <td>424</td> </tr> <tr> <td>-側</td> <td>-508</td> <td>-392</td> </tr> <tr> <td rowspan="4">可動支承 （西側）</td> <td rowspan="2">X方向</td> <td>+側</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>-側</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Y方向</td> <td>+側</td> <td>300</td> <td>265</td> </tr> <tr> <td>-側</td> <td>-375</td> <td>-355</td> </tr> </tbody> </table> </div> <p>3. まとめ</p> <p>衝突時と地震時においてゴム支承の変位速度について有意な差がないことから、衝突解析においても耐震評価と同等条件でゴム支承をモデル化した評価が適用可能と考えられる。</p> <p>そこで、ゴム支承のせん断剛性を考慮したものと、考慮しない固定条件としたものでそれぞれ衝突解析を実施し、衝突時におけるゴム支承のせん断剛性の影響を確認した。解析の結果から、ゴム支承を固定条件とすると特にゴム支承自体に発生する衝撃荷重が非常に大きくなることを確認した。この場合、ゴム支承の下部構造に伝達される荷重も大きくなるため、下部構造に対しても厳しい条件となることを確認した。</p>	評価対象			衝撃荷重（ピーク値）（kN）		ゴム支承境界条件		固定	せん断剛性有	ゴム支承 （東側）	X方向	+側	456	2	-側	-478	-4	Y方向	+側	229	1	-側	-265	-24	ゴム支承 （西側）	X方向	+側	429	4	-側	-415	-2	Y方向	+側	224	1	-側	-260	-24	可動支承 （東側）	X方向	+側	0	0	-側	0	0	Y方向	+側	454	424	-側	-508	-392	可動支承 （西側）	X方向	+側	0	0	-側	0	0	Y方向	+側	300	265	-側	-375	-355		
評価対象					衝撃荷重（ピーク値）（kN）																																																																			
					ゴム支承境界条件																																																																			
			固定	せん断剛性有																																																																				
ゴム支承 （東側）	X方向	+側	456	2																																																																				
		-側	-478	-4																																																																				
	Y方向	+側	229	1																																																																				
		-側	-265	-24																																																																				
ゴム支承 （西側）	X方向	+側	429	4																																																																				
		-側	-415	-2																																																																				
	Y方向	+側	224	1																																																																				
		-側	-260	-24																																																																				
可動支承 （東側）	X方向	+側	0	0																																																																				
		-側	0	0																																																																				
	Y方向	+側	454	424																																																																				
		-側	-508	-392																																																																				
可動支承 （西側）	X方向	+側	0	0																																																																				
		-側	0	0																																																																				
	Y方向	+側	300	265																																																																				
		-側	-375	-355																																																																				

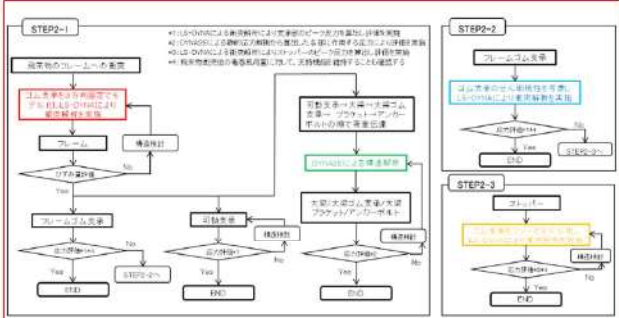
赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

大飯発電所3/4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
	<p style="text-align: right;">別紙3（補足2）</p> <p style="text-align: center;">設計飛来物衝突によるフレームの移動量検討について</p> <p>1. 検討方法 「衝突解析に対するゴム支承の影響に対する検討（別紙3（補足1））」の検討により、飛来物衝突後のフレームの移動速度は最大でも約0.1m/sとなる。 飛来物の衝突により、フレームゴム支承のアンカーボルトが機能喪失し、フレームゴム支承と隔壁の拘束がなく、フレームゴム支承がフレームと一体となって水平移動する場合を想定しフレーム移動量を算出する。なお、検討にあたっては、可動支承の影響が少なく、フレームの移動量が大きくなる南側からの飛来物衝突により検討する。また、アンカーボルトの破断によるエネルギー吸収が想定されるが、この影響はないものとして扱う。（本検討条件は、フレームゴム支承のアンカーボルトが機能喪失した状態で飛来物が衝突したものに相当する）</p> <div data-bbox="712 646 1326 906" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p style="text-align: center;">図1 フレーム移動量算出イメージ</p> </div> <p>2. 飛来物衝突時のフレーム移動量の算出 エネルギー保存則により、フレームの持つ運動エネルギーは、フレーム移動時の摩擦力により消費されるエネルギーと釣り合うものとして、フレームの移動量を算出する。算出にあたって、フレーム及び各支承は飛来物衝突後一体となって移動を始めるものとし、移動速度は0.1m/sとする。また、フレームゴム支承と隔壁との動摩擦係数は、コンクリートと鉄の摩擦係数0.4とする。 以上の条件からエネルギー保存則より以下の式が成り立つ。</p>		<p>【女川】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・竜巻防護設備の構造の相違による資料の作成要否の相違。 ・女川は竜巻防護ネットを設置する海水ポンプエリアの壁が薄く支持機能に期待できないため、可動支承、ゴム支承を採用して地震により生じる応力を低減・分散させる構造として、ネットの支持機能を確保している。 ・泊においては、女川と異なり竜巻防護ネットは強固な建屋床面、ブラケットを介してビット壁面に設置できる環境であることから、女川で採用している可動式の機構を持たせる必要はない。 ・以上の理由から、泊の竜巻防護ネットは、先行プラント（大飯、高浜）と同様の竜巻防護ネットの構造を採用しており、架構に直接、竜巻防護ネットを設置する構造としている。 ・本資料は、ゴム支承及び可動支承を採用したことによる設計成立性に関する説明資料である。 ・泊では、ゴム支承等は使用していないことから、本資料は不要と判断し、作成していない。 （竜巻防護ネットの強度計算結果は設工認で説明する方針）

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

大飯発電所3/4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
	$\frac{1}{2}MV^2 = \mu Mg L \dots \textcircled{1}$ <p>ここで、M：フレーム重量（M=62000kg） V：衝突後のフレーム移動速度（m/s） μ：摩擦係数（0.4（出典：鋼構造設計基準）） g：重力加速度（9.80665m/s²） L：フレーム移動距離</p> $\textcircled{1}\text{式より、} L = \frac{V^2}{2\mu g}$ $= \frac{0.1^2}{2 \times 0.4 \times 9.80665} \approx 1.3\text{mm}$ <p>以上より、フレームゴム支承のアンカーボルトが機能喪失した状態で飛来物が衝突した場合でも、フレームの質量が著しく大きいことから、摩擦力も非常に大きくなり、飛来物衝突によるフレームの移動量は1.3mm程度であり、ほとんど移動しない結果となった。 また、同様に可動支承側の検討をした場合、大梁と可動支承間の鉄材同士の摩擦係数は0.35～0.40（出典：機械工学便覧）となるため、概ね同程度の移動距離となることが想定される。</p>		

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

大飯発電所3/4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
	<p style="text-align: right;">別紙4</p> <p style="text-align: center;">竜巻防護ネット構造成立性確認結果について（STEP2） （支持部材全体の構造成立性）</p> <p>1. 評価方法</p> <p>飛来物衝突時の竜巻防護ネットを構成する支持部材全体の構造成立性を確認するため、図1に示すフローで評価を実施する。STEP2-1の条件で、支持部材全体に対し評価を実施する。STEP2-1の条件で評価を実施した結果、フレームゴム支承が許容値を満足しない場合、詳細評価としてSTEP2-2でゴム支承のせん断剛性を考慮した解析条件にて評価を実施する。STEP2-2の結果を踏まえて、STEP2-3としてストッパーの評価を実施する。</p>  <p style="text-align: center;">図1 STEP2 評価フロー</p> <p>2. ゴム剛性の結合条件を3方向固定（STEP2-1）</p> <p>(1) 解析条件</p> <p>評価はフレームに飛来物が衝突したときに、直接荷重を受けるフレーム及びその荷重が伝達されるフレームゴム支承、可動支承、大梁、大梁ゴム支承、ブラケットに対して実施する。解析条件とその考え方を表1、2及び図2に示す。</p>		<p>【女川】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・竜巻防護設備の構造の相違による資料の作成要否の相違。 ・女川は竜巻防護ネットを設置する海水ポンプエリアの壁が薄く支持機能に期待できないため、可動支承、ゴム支承を採用して地震により生じる応力を低減・分散させる構造として、ネットの支持機能を確保している。 ・泊においては、女川と異なり竜巻防護ネットは強固な建屋床面、ブラケットを介してピット壁面に設置できる環境であることから、女川で採用している可動式の機構を持たせる必要はない。 ・以上の理由から、泊の竜巻防護ネットは、先行プラント（大飯、高浜）と同様の竜巻防護ネットの構造を採用しており、架構に直接、竜巻防護ネットを設置する構造としている。 ・本資料は、ゴム支承及び可動支承を採用したことによる設計成立性に関する説明資料である。 ・泊では、ゴム支承等は使用していないことから、本資料は不要と判断し、作成していない。 <p>（竜巻防護ネットの強度計算結果は設工認で説明する方針）</p>

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

大飯発電所3/4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由																											
	<p style="text-align: center;">表1 STEP2-1 解析条件</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 15%;">設定項目</th> <th style="width: 25%;">設定条件</th> <th style="width: 60%;">考え方</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ゴム支承の剛性</td> <td>3方向固定 (表2参照)</td> <td>下部構造物に伝達する衝撃荷重のピーク値が大きくなるため</td> </tr> <tr> <td>衝突方向</td> <td>水平及び鉛直</td> <td>鉛直・水平方向からの衝突による部材への影響をそれぞれ確認するため (配置及び形状から水平方向から衝突する可能性は極めて低いと考えられるが、鉛直速度よりも速度が大きいため、評価を行う)</td> </tr> <tr> <td>衝突位置</td> <td>7パターン</td> <td> ▶衝突方向は衝突面積が大きい鉛直(①~③)、障害物がないNS方向南側からの水平(④)に加えて、障害物があり飛来物衝突の可能性が低いと考えられるEW方向からの水平(⑤~⑦)も考慮する ▶各部材に対する影響が大きいと考えられる箇所を抽出 ・フレームの曲げモーメントが最大になるフレームの中央部への衝突(②、⑥) ・可動支承、大梁ゴム支承、ブラケットが影響を受けるように、当該部材の近傍に衝突(①、⑤) ・ゴム支承が大きな影響を受けるように、当該部材の近傍に衝突(③、⑦) ・可動支承のスライドによるフレームの変位によりゴム支承が大きな影響を受ける部位への衝突(④) </td> </tr> <tr> <td>飛来物姿勢</td> <td>短辺全面で衝突</td> <td>竜巻防護ネットの形状、衝突時の影響、先行プラントの審査実績を踏まえて設定</td> </tr> </tbody> </table> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;"> <p style="text-align: center;">表2 フレームゴム支承、可動支承の結合条件</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th style="width: 15%;">方向</th> <th style="width: 35%;">フレームゴム支承</th> <th style="width: 50%;">可動支承</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>X</td> <td>剛</td> <td>自由</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>剛</td> <td>剛</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td>剛</td> <td>剛</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">図2 飛来物衝突位置及び解析モデル図 (STEP2-1)</p> </div> <p>(2) 解析結果</p> <p>各部材の衝突解析結果を表3に示す。</p> <p>全ての衝突ケースにおいて、フレーム、大梁、ブラケット、大梁ゴム支承は許容値を超えず、構造強度上の評価方針を満足することを確認した。</p> <p>また、フレームゴム支承は表4に示すとおり、①~⑥の衝突位置の評価条件において、構造強度上の評価方針を満足することを確認した。</p> <p>⑦の衝突位置の場合には、2つのゴム支承が許容値を満足しないことから、詳細評価 (STEP2-2) としてゴム剛性を考慮した衝突解析を行い、構造成立性の確認を行う。</p> <p>可動支承については一部部材が許容値を超える結果となったが、詳細設計段階では、可動支承のサイズアップやボルトの仕様変更等の対応を行うことで、許容値を満足させる方針とする。</p>	設定項目	設定条件	考え方	ゴム支承の剛性	3方向固定 (表2参照)	下部構造物に伝達する衝撃荷重のピーク値が大きくなるため	衝突方向	水平及び鉛直	鉛直・水平方向からの衝突による部材への影響をそれぞれ確認するため (配置及び形状から水平方向から衝突する可能性は極めて低いと考えられるが、鉛直速度よりも速度が大きいため、評価を行う)	衝突位置	7パターン	▶衝突方向は衝突面積が大きい鉛直(①~③)、障害物がないNS方向南側からの水平(④)に加えて、障害物があり飛来物衝突の可能性が低いと考えられるEW方向からの水平(⑤~⑦)も考慮する ▶各部材に対する影響が大きいと考えられる箇所を抽出 ・フレームの曲げモーメントが最大になるフレームの中央部への衝突(②、⑥) ・可動支承、大梁ゴム支承、ブラケットが影響を受けるように、当該部材の近傍に衝突(①、⑤) ・ゴム支承が大きな影響を受けるように、当該部材の近傍に衝突(③、⑦) ・可動支承のスライドによるフレームの変位によりゴム支承が大きな影響を受ける部位への衝突(④)	飛来物姿勢	短辺全面で衝突	竜巻防護ネットの形状、衝突時の影響、先行プラントの審査実績を踏まえて設定	方向	フレームゴム支承	可動支承	X	剛	自由	Y	剛	剛	Z	剛	剛		
設定項目	設定条件	考え方																												
ゴム支承の剛性	3方向固定 (表2参照)	下部構造物に伝達する衝撃荷重のピーク値が大きくなるため																												
衝突方向	水平及び鉛直	鉛直・水平方向からの衝突による部材への影響をそれぞれ確認するため (配置及び形状から水平方向から衝突する可能性は極めて低いと考えられるが、鉛直速度よりも速度が大きいため、評価を行う)																												
衝突位置	7パターン	▶衝突方向は衝突面積が大きい鉛直(①~③)、障害物がないNS方向南側からの水平(④)に加えて、障害物があり飛来物衝突の可能性が低いと考えられるEW方向からの水平(⑤~⑦)も考慮する ▶各部材に対する影響が大きいと考えられる箇所を抽出 ・フレームの曲げモーメントが最大になるフレームの中央部への衝突(②、⑥) ・可動支承、大梁ゴム支承、ブラケットが影響を受けるように、当該部材の近傍に衝突(①、⑤) ・ゴム支承が大きな影響を受けるように、当該部材の近傍に衝突(③、⑦) ・可動支承のスライドによるフレームの変位によりゴム支承が大きな影響を受ける部位への衝突(④)																												
飛来物姿勢	短辺全面で衝突	竜巻防護ネットの形状、衝突時の影響、先行プラントの審査実績を踏まえて設定																												
方向	フレームゴム支承	可動支承																												
X	剛	自由																												
Y	剛	剛																												
Z	剛	剛																												

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

大飯発電所3/4号炉

女川原子力発電所2号炉

泊発電所3号炉

相違理由

表3 STEP2-1における解析結果 (注) 本評価結果は暫定値

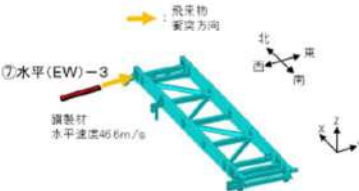
評価対象部位	評価項目(単位)	電気動機出力値												許容値			
		動機-1		動機-2		動機-3		水平(30°)-1		水平(30°)-2		水平(30°)-3					
		①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫				
フレーム	最大ひずみ(%)	0.23	0.46	1.06	1.41	1.12	1.63	0.65*					1.0				
大梁	応力度(組合せ)(MPa)	299	190	110	120	180	139	120					※2				
	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)					(264)				
アゴ	応力度(組合せ)(MPa)	190	94	45	47	62	53	46					※2				
	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)					(343)				
7/8	応力度(引張)(MPa)	140	100	79	94	130	100	94					294				
	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)					(343)				
7/8	Z4体	応力度(引張)(MPa)	0	0	1.4	0.9	14	0.6	0.3	0.2	0.1	0	1.2	0.9	23	3.2	2.0
		(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)
	せん断ひずみ(%)	56	56	190	200	310	98	170	160	130	190	230	240	300	310	250	
	応力度(圧縮)(MPa)	1.2	1.2	3.4	2.6	47.5	2.1	2.2	1.9	1.6	2.2	3.8	2.4	25	7.7	29.8	
	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	
	応力度(引張)(MPa)	11	11	32	24	409	20	21	17	15	21	36	32	240	72	280	
	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	
	取付ボルト	応力度(組合せ)(MPa)	45	44	160	160	960	95	140	120	100	100	210	420	310	※2	
		(420)	(420)	(420)	(420)	(420)	(420)	(420)	(420)	(420)	(420)	(420)	(420)	(420)	(420)	(420)	
	7/8	応力度(組合せ)(MPa)	40	39	170	160	970	90	130	110	100	130	180	180	310	210	※2
	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)
	Z4体	応力度(引張)(MPa)	1.2		0.7	0.2	0.3		0.3		0.3		0.6		0.2		2.0
(343)		(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	
せん断ひずみ(%)	110	90	89	95	170	120	91	250									
応力度(圧縮)(MPa)	4.7	2.8	1.8	1.9	3.2	2.3	1.9	23.1									
(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	
内部鋼筋	応力度(引張)(MPa)	30	30	19	20	34	25	20	280								
	(420)	(420)	(420)	(420)	(420)	(420)	(420)	(420)	(420)	(420)	(420)	(420)	(420)	(420)	(420)	(420)	
取付ボルト	応力度(組合せ)(MPa)	110	130	100	110	180	140	100	※2								
(420)	(420)	(420)	(420)	(420)	(420)	(420)	(420)	(420)	(420)	(420)	(420)	(420)	(420)	(420)	(420)	(420)	
ジョイントプレート	応力(圧縮)(MPa)	22	23	22	13	13	15	14	22	24	19	18	15	14	301		
(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	
サベリ材	応力(圧縮)(MPa)	100	28	40	27	16	18	18	17	27	30	23	22	18	17	90	
(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	
圧縮ボルト	応力(圧縮)(MPa)	22	23	22	13	13	15	14	22	24	19	18	15	14	30		
(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	
ワッシャー	応力(引張)(MPa)	264	91	120	79	48	48	54	48	80	86	66	65	53	48	280	
(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	
厚板	応力(圧縮)(MPa)	260	70	100	69	41	40	47	43	70	75	58	57	40	40	320	
(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	
可動支床	ベアリング突出部	応力(せん断)(MPa)	43	20	21	12	3.5	0.1	3.9	3.3	20	10	14	11	2.7	0.4	148
		(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)
	応力(引張)(MPa)	91	43	45	24	7.2	0.2	7.9	6.9	42	21	30	20	5.9	0.8	258	
	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	
	応力(圧縮)(MPa)	190	89	92	30	15	0.3	16	14	35	44	61	47	11	1.9	351	
	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	
	ベアリング支床部	応力(圧縮)(MPa)	43	42	42	40	21	32	41	43	140	230	95	110	54	36	351
		(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)
	応力(引張)(MPa)	230	320	290	250	170	160	200	210	350	730	340	390	180	180	343	
	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)
	I-beam	応力(引張)(MPa)	25	12	12	6.4	2.9	0.1	2.2	1.9	11	5.8	8.1	6.2	1.5	0.2	343
		(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)
応力(せん断)(MPa)	40	40	30	33	28	23	30	31	77	110	47	36	28	28	198		
(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	
I-beam取付ボルト	応力(引張)(MPa)	500	440	340	360	270	280	330	340	840	1220	510	610	390	525		
	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	
応力(せん断)(MPa)	320	380	310	290	190	170	220	230	620	810	390	420	190	190	420		
(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	
上部鋼筋ボルト	応力(せん断)(MPa)	100	160	120	140	100	100	120	130	310	460	190	210	110	323		
	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	
下部鋼筋ボルト	応力度(組合せ)(MPa)	200	260	180	140	77	40	93	91	260	410	180	190	70	70	※2	
	(273)	(309)	(276)	(358)	(418)	(412)	(279)	(374)	(361)	(183)	(254)	(202)	(408)	(297)	(297)	(297)	
応力(引張)(MPa)	16	19	9.1	7.0	4.0	3.2	4.7	4.7	14	16	9.3	9.5	3.9	3.3	198		
(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	
応力(せん断)(MPa)	270	170	130	120	65	52	77	77	240	270	150	150	64	58	343		
(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	

※1：フレーム部材端部に生じる最大ひずみが破断ひずみを上回るが、全断面欠損に至らず部材は支持されることを確認
 ※2：組合せ応力の許容値については()内に許容引張応力を記載
 □：支持機能に係る部材
 ■：支持機能に係る部材以外で許容値を超えるもの
 ▲：支持機能に係る部材のうち許容値を超えるもの
 (注) 上記の評価項目については精度が小さい項目を代表して記載している。また、可動支床については一部部材が許容値を超える結果となったが、詳細設計段階では、可動支床のサイズアップやボルトの仕様変更等の対応を行うことで、許容値を満足させる方針とする。

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

大飯発電所3/4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由																								
<p>表4 STEP2-1における支承部の評価</p> <table border="1"><thead><tr><th>支承部</th><th>①</th><th>②</th><th>③</th><th>④</th><th>⑤</th><th>⑥</th><th>⑦</th></tr></thead><tbody><tr><td>フレーム支承*1</td><td>フレーム支承部 鉛直</td><td>フレーム支承部 中央部 鉛直</td><td>フレーム支承部 鉛直</td><td>フレーム支承部 鉛直</td><td>フレーム支承部 可動支承部 鉛直</td><td>フレーム支承部 中央部 鉛直</td><td>フレーム支承部 鉛直</td></tr><tr><td>可動支承</td><td>鉛直</td><td>鉛直</td><td>鉛直</td><td>鉛直</td><td>鉛直</td><td>鉛直</td><td>鉛直</td></tr></tbody></table> <p>※1：フレーム支承は、2つのうち1つ以上の支承が構造強度上の評価方針を満足することを確認すること、許容値を満足させる方針とする ※2：一部部材が許容値を超える結果となったが、詳細設計段階では、可動支承のサイズアップやボルトの仕様変更等の対応を行うこと、許容値を満足させる方針とする □：STEP2-2にて詳細評価を実施</p>				支承部	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	フレーム支承*1	フレーム支承部 鉛直	フレーム支承部 中央部 鉛直	フレーム支承部 鉛直	フレーム支承部 鉛直	フレーム支承部 可動支承部 鉛直	フレーム支承部 中央部 鉛直	フレーム支承部 鉛直	可動支承	鉛直	鉛直	鉛直	鉛直	鉛直	鉛直	鉛直
支承部	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦																				
フレーム支承*1	フレーム支承部 鉛直	フレーム支承部 中央部 鉛直	フレーム支承部 鉛直	フレーム支承部 鉛直	フレーム支承部 可動支承部 鉛直	フレーム支承部 中央部 鉛直	フレーム支承部 鉛直																				
可動支承	鉛直	鉛直	鉛直	鉛直	鉛直	鉛直	鉛直																				

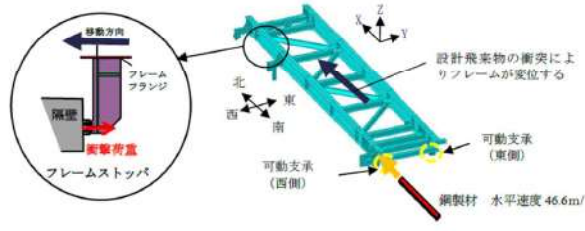
赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

大飯発電所3/4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由																									
	<p>3. 詳細評価（ゴム支承のせん断剛性を考慮した解析）（STEP2-2） (1) 解析条件 STEP2-1における⑦の衝突位置の場合には、2つのゴム支承が許容値を満足しないことを踏まえて、詳細評価としてゴム剛性を考慮した衝突解析を行い、構造成立性の確認を行う。解析条件とその考え方を表5、6及び図3に示す。</p> <div data-bbox="712 384 1326 997" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p style="text-align: center;">表5 STEP2-2解析条件</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 15%;">設定項目</th> <th style="width: 30%;">設定条件</th> <th style="width: 55%;">考え方</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ゴム支承の剛性</td> <td>耐震評価で用いるせん断剛性（表6参照）</td> <td>実現象に近いと考えられる条件で評価を行う観点から、STEP1で用いた耐震評価で用いるゴム支承のせん断剛性を適用する</td> </tr> <tr> <td>衝突方向</td> <td>水平</td> <td rowspan="3">STEP2-1の⑦の衝突位置と同様</td> </tr> <tr> <td>衝突位置</td> <td>ゴム支承近傍</td> </tr> <tr> <td>飛来物姿勢</td> <td>短辺全面で衝突</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">表6 フレームゴム支承、可動支承の結合条件</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 15%;">方向</th> <th style="width: 30%;">フレームゴム支承</th> <th style="width: 55%;">可動支承</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>X</td> <td>弾性</td> <td>自由</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>弾性</td> <td>剛</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td>剛</td> <td>剛</td> </tr> </tbody> </table>  <p style="text-align: center;">図3 飛来物衝突位置及び解析モデル図（STEP2-2）</p> </div>	設定項目	設定条件	考え方	ゴム支承の剛性	耐震評価で用いるせん断剛性（表6参照）	実現象に近いと考えられる条件で評価を行う観点から、STEP1で用いた耐震評価で用いるゴム支承のせん断剛性を適用する	衝突方向	水平	STEP2-1の⑦の衝突位置と同様	衝突位置	ゴム支承近傍	飛来物姿勢	短辺全面で衝突	方向	フレームゴム支承	可動支承	X	弾性	自由	Y	弾性	剛	Z	剛	剛		
設定項目	設定条件	考え方																										
ゴム支承の剛性	耐震評価で用いるせん断剛性（表6参照）	実現象に近いと考えられる条件で評価を行う観点から、STEP1で用いた耐震評価で用いるゴム支承のせん断剛性を適用する																										
衝突方向	水平	STEP2-1の⑦の衝突位置と同様																										
衝突位置	ゴム支承近傍																											
飛来物姿勢	短辺全面で衝突																											
方向	フレームゴム支承	可動支承																										
X	弾性	自由																										
Y	弾性	剛																										
Z	剛	剛																										

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

大飯発電所3/4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由																												
	<p>(2) 解析結果</p> <p>フレームゴム支承の衝突解析結果を表7に示す。 フレームゴム支承の部材に発生する応力等は許容値を超えず、構造強度上の評価方針を満足することを確認した。</p> <div data-bbox="712 320 1326 912" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p style="text-align: right;">(注) 本評価結果は暫定値</p> <p style="text-align: center;">表7 STEP2-2におけるフレームゴム支承の解析結果</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">評価対象</th> <th rowspan="2">評価項目</th> <th colspan="2">発生値</th> <th rowspan="2">許容値</th> </tr> <tr> <th>西側</th> <th>東側</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="4">フレーム ゴム支承</td> <td rowspan="2">①ゴム体</td> <td>応力度（引張）</td> <td>1.1 MPa 0.8 MPa</td> <td>2.0 MPa^{※1}</td> </tr> <tr> <td>せん断ひずみ</td> <td>62 % 62 %</td> <td>250 %^{※1}</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">②内部鋼板</td> <td>応力度（圧縮）</td> <td>2.0 MPa 2.0 MPa</td> <td>29.8 MPa^{※1}</td> </tr> <tr> <td>応力度（引張）</td> <td>19 MPa 19 MPa</td> <td>280 MPa^{※2}</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">③取付ボルト</td> <td rowspan="2">応力度（組合せ）</td> <td>61 MPa 60 MPa</td> <td>420 MPa^{※2}</td> </tr> <tr> <td>98 MPa 82 MPa</td> <td>294 MPa^{※2}</td> </tr> </tbody> </table> <p>※1：「道路橋示方書・同解説V耐震設計編（H14.3）」に基づく道路橋支承便覧による許容値 ※2：JEA64601に基づく許容応力状態IV,Sの許容応力</p> <div style="text-align: center;">  <p>図4 飛来物衝突位置及び評価対象（STEP2-2）</p> </div> </div> <p>3. ストッパーの評価（ゴム剛性の結合条件を自由とした解析） (STEP2-3)</p> <p>(1) 解析条件</p> <p>今回実施した①～⑦の衝突ケースでは、フレームゴム支承が許容値を満足しない場合は確認されなかったことから、ストッパーに支持機能が必要な状況ではないが、STEP2-2の評価で許容値を満足しない場合を想定し、ストッパーの評価を実施する。</p> <p>飛来物の衝撃荷重に対して、ゴム支承による荷重を負担せずに、ストッパーに全ての荷重を伝達する条件で評価する。解析条件とその考え方を表8、9及び図5に示す。</p>	評価対象	評価項目	発生値		許容値	西側	東側	フレーム ゴム支承	①ゴム体	応力度（引張）	1.1 MPa 0.8 MPa	2.0 MPa ^{※1}	せん断ひずみ	62 % 62 %	250 % ^{※1}	②内部鋼板	応力度（圧縮）	2.0 MPa 2.0 MPa	29.8 MPa ^{※1}	応力度（引張）	19 MPa 19 MPa	280 MPa ^{※2}	③取付ボルト	応力度（組合せ）	61 MPa 60 MPa	420 MPa ^{※2}	98 MPa 82 MPa	294 MPa ^{※2}		
評価対象	評価項目			発生値			許容値																								
		西側	東側																												
フレーム ゴム支承	①ゴム体	応力度（引張）	1.1 MPa 0.8 MPa	2.0 MPa ^{※1}																											
		せん断ひずみ	62 % 62 %	250 % ^{※1}																											
	②内部鋼板	応力度（圧縮）	2.0 MPa 2.0 MPa	29.8 MPa ^{※1}																											
		応力度（引張）	19 MPa 19 MPa	280 MPa ^{※2}																											
③取付ボルト	応力度（組合せ）	61 MPa 60 MPa	420 MPa ^{※2}																												
		98 MPa 82 MPa	294 MPa ^{※2}																												

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

大飯発電所3/4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由																											
	<div data-bbox="712 199 1326 625" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p style="text-align: center;">表8 STEP2-3 解析条件</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 15%;">設定項目</th> <th style="width: 15%;">設定条件</th> <th style="width: 70%;">考え方</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ゴム支承の剛性</td> <td>自由 (表9参照)</td> <td>飛来物がフレームに衝突した場合の荷重をすべて伝達し、ゴム支承による荷重の負担を期待せず、ストッパーへかかる衝撃荷重が大きくなる条件とするため</td> </tr> <tr> <td>衝突方向</td> <td>水平</td> <td>フレームの水平移動によるストッパーへの影響が大きい方向</td> </tr> <tr> <td>衝突位置</td> <td>1パターン</td> <td>可動支承の拘束が期待できない可動方向（NS側）として、南側端部への衝突を考慮</td> </tr> <tr> <td>飛来物姿勢</td> <td>短辺全面で衝突</td> <td>竜巻防護ネットの形状、衝突時の影響、先行プラントの審査実績を踏まえて設定</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">表9 フレームゴム支承、可動支承の結合条件</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 15%;">方向</th> <th style="width: 35%;">フレームゴム支承</th> <th style="width: 50%;">可動支承</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>X</td> <td>自由</td> <td>自由</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>自由</td> <td>剛</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td>自由</td> <td>剛</td> </tr> </tbody> </table> </div> <div data-bbox="712 694 1326 1066" style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;">  <p style="text-align: center;">図5 可動支承の挙動確認における飛来物衝突位置及び解析モデル図（STEP2-3）</p> </div> <div data-bbox="716 1098 1326 1181" style="margin-top: 10px;"> <p>(2) 解析結果</p> <p>ストッパーの評価結果を図6及び表10に示す。発生する応力は許容値を満足する。</p> </div>	設定項目	設定条件	考え方	ゴム支承の剛性	自由 (表9参照)	飛来物がフレームに衝突した場合の荷重をすべて伝達し、ゴム支承による荷重の負担を期待せず、ストッパーへかかる衝撃荷重が大きくなる条件とするため	衝突方向	水平	フレームの水平移動によるストッパーへの影響が大きい方向	衝突位置	1パターン	可動支承の拘束が期待できない可動方向（NS側）として、南側端部への衝突を考慮	飛来物姿勢	短辺全面で衝突	竜巻防護ネットの形状、衝突時の影響、先行プラントの審査実績を踏まえて設定	方向	フレームゴム支承	可動支承	X	自由	自由	Y	自由	剛	Z	自由	剛		
設定項目	設定条件	考え方																												
ゴム支承の剛性	自由 (表9参照)	飛来物がフレームに衝突した場合の荷重をすべて伝達し、ゴム支承による荷重の負担を期待せず、ストッパーへかかる衝撃荷重が大きくなる条件とするため																												
衝突方向	水平	フレームの水平移動によるストッパーへの影響が大きい方向																												
衝突位置	1パターン	可動支承の拘束が期待できない可動方向（NS側）として、南側端部への衝突を考慮																												
飛来物姿勢	短辺全面で衝突	竜巻防護ネットの形状、衝突時の影響、先行プラントの審査実績を踏まえて設定																												
方向	フレームゴム支承	可動支承																												
X	自由	自由																												
Y	自由	剛																												
Z	自由	剛																												

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

大飯発電所3/4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由												
	<div data-bbox="712 150 1326 501" style="border: 1px solid red; padding: 5px;">  <p style="text-align: center;">図6 設計飛来物衝突時のフレーム変位イメージ</p> <p style="text-align: center;">表10 ストッパー応力評価結果</p> <table border="1" data-bbox="840 395 1196 485"> <thead> <tr> <th></th> <th>発生値 (MPa)</th> <th>許容値 (MPa)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>せん断応力</td> <td>19</td> <td>198</td> </tr> <tr> <td>曲げ応力</td> <td>228</td> <td>343</td> </tr> <tr> <td>組合せ応力</td> <td>230</td> <td>343</td> </tr> </tbody> </table> </div> <div data-bbox="712 576 1326 979" style="border: 1px solid red; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p>4. 飛来物衝突後の竜巻風荷重に対する評価</p> <p>飛来物衝突後の竜巻による風荷重に対して、竜巻防護ネットは非常用海水ポンプ等に波及的影響を与えないことが要求される。</p> <p>STEP2-1及びSTEP2-2の評価結果から、許容値を超えないゴム支承が少なくとも1つは残るため、フレーム全体が受ける竜巻による風荷重が、ゴム支承1つに対して作用する条件で評価を実施した。評価条件は以下のとおり。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・風速 100m/s（設計竜巻風速） ・風力係数Cは2.1とする ・受圧面積は形状を考慮した投影面積 ・フレームゴム支承（西側）のみが残存し風荷重を受ける場合を代表とした ・評価モデル図は図7のとおり </div> <div data-bbox="712 1018 1326 1326" style="border: 1px solid red; padding: 5px; margin-top: 10px;">  <p style="text-align: center;">図7 竜巻風荷重に対する評価モデル図</p> </div>		発生値 (MPa)	許容値 (MPa)	せん断応力	19	198	曲げ応力	228	343	組合せ応力	230	343		
	発生値 (MPa)	許容値 (MPa)													
せん断応力	19	198													
曲げ応力	228	343													
組合せ応力	230	343													

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

大飯発電所3/4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由																													
	<div data-bbox="712 178 1328 443" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p style="text-align: right; margin: 0;">（注）本評価結果は暫定値</p> <p style="text-align: center; margin: 0;">表 11 竜巻風荷重に対するフレームゴム支承の評価結果</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th rowspan="2" style="width: 15%;">評価対象</th> <th rowspan="2" style="width: 25%;">評価項目</th> <th colspan="2" style="width: 60%;">発生値</th> </tr> <tr> <th style="width: 15%;">東側</th> <th style="width: 15%;">西側</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="4" style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">フレーム ゴム支承</td> <td rowspan="2">①ゴム体</td> <td>応力度（引張）</td> <td>0.4 MPa</td> <td>2.0 MPa^{※1}</td> </tr> <tr> <td>せん断ひずみ</td> <td>130 %</td> <td>250 %^{※1}</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">②内部鋼板</td> <td>応力度（圧縮）</td> <td>1.2 MPa</td> <td>29.8 MPa^{※1}</td> </tr> <tr> <td>応力度（引張）</td> <td>11 MPa</td> <td>280 MPa^{※2}</td> </tr> <tr> <td>③取付ボルト</td> <td>応力度（組合せ）</td> <td>100 MPa</td> <td>420 MPa^{※2}</td> </tr> <tr> <td>④アンカーボルト</td> <td>応力度（組合せ）</td> <td>73 MPa</td> <td>294 MPa^{※2}</td> </tr> </tbody> </table> <p style="font-size: small; margin-top: 5px;">※1：「道路橋示方書・同解説Ⅴ耐震設計編（H14.3）」に基づく道路橋支承便覧による許容値 ※2：JEG4601に基づく許容応力状態ⅣISの許容応力</p> </div> <p data-bbox="712 491 1328 1212" style="margin-top: 10px;"> 5. STEP2 における構造成立性見通し ①～⑦の全ての衝突位置において、フレーム、大梁、ブラケット、大梁ゴム支承は許容値を超えず、構造強度上の評価方針を満足することを確認した。 フレームゴム支承については、STEP2-1においてフレームゴム支承近傍に設計飛来物が水平に衝突する場合のみ（⑦の衝突位置）、フレームゴム支承が2つ許容値を満足しない結果となったが、STEP2-2において詳細評価を実施し、フレームゴム支承が構造強度上の評価方針を満足することを確認した。 また、飛来物衝突後には、構造健全性を保つゴム支承が少なくとも1つ残存することから、1つのゴム支承にて竜巻による風荷重及び常時作用する荷重に対し、フレームの支持機能を維持することを確認した。 さらに、STEP2-1及びSTEP2-2の評価において、許容値を超えないゴム支承が1つ残存するため、ストッパーに支持機能が必要な状況ではないが、STEP2-3として飛来物の衝撃荷重に対してフレームゴム支承による荷重を負担せずに、ストッパーに全ての荷重を伝達する条件で評価を実施し、構造強度上の評価方針を満足することを確認した。可動支承については一部部材が許容値を超える結果となったが、詳細設計段階では、可動支承のサイズアップやボルトの仕様変更等の対応を行うことで、許容値を満足させる方針とする。 以上より、竜巻防護ネットの支持部材は構造強度上の評価方針を満足する方針である。よって、飛来物衝突時及び衝突後において竜巻防護ネットの支持機能を維持するため、構造成立性の見通しがあることを確認した。 </p> <p data-bbox="1283 1276 1328 1300" style="text-align: right; margin-top: 20px;">以上</p>	評価対象	評価項目	発生値		東側	西側	フレーム ゴム支承	①ゴム体	応力度（引張）	0.4 MPa	2.0 MPa ^{※1}	せん断ひずみ	130 %	250 % ^{※1}	②内部鋼板	応力度（圧縮）	1.2 MPa	29.8 MPa ^{※1}	応力度（引張）	11 MPa	280 MPa ^{※2}	③取付ボルト	応力度（組合せ）	100 MPa	420 MPa ^{※2}	④アンカーボルト	応力度（組合せ）	73 MPa	294 MPa ^{※2}		
評価対象	評価項目			発生値																												
		東側	西側																													
フレーム ゴム支承	①ゴム体	応力度（引張）	0.4 MPa	2.0 MPa ^{※1}																												
		せん断ひずみ	130 %	250 % ^{※1}																												
	②内部鋼板	応力度（圧縮）	1.2 MPa	29.8 MPa ^{※1}																												
		応力度（引張）	11 MPa	280 MPa ^{※2}																												
③取付ボルト	応力度（組合せ）	100 MPa	420 MPa ^{※2}																													
④アンカーボルト	応力度（組合せ）	73 MPa	294 MPa ^{※2}																													

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

大飯発電所3/4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由																																																																		
	<p style="text-align: right;">別紙 5</p> <p style="text-align: center;">竜巻防護ネットの構造健全性評価基準について</p> <p>竜巻防護ネットの構造成立性確認を行う際に用いる許容限界（構造健全性評価基準）は、竜巻ガイド等の要求や、先行プラントの実績を踏まえて表1のとおり設定する。</p> <table border="1" data-bbox="712 411 1328 997"> <caption>表1 竜巻防護ネットの各部材に対する許容限界 (1/2)</caption> <thead> <tr> <th rowspan="2">評価対象</th> <th rowspan="2">作用荷重</th> <th rowspan="2">乗来物の衝突の有無</th> <th rowspan="2">評価項目</th> <th>許容限界</th> </tr> <tr> <th>(構造健全性評価基準)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="5">ネット (金網部)</td> <td rowspan="5">衝撃荷重 竜巻風荷重 自重</td> <td rowspan="5">有</td> <td>吸収エネルギー評価</td> <td>電中研報告によるネットの限界吸収エネルギー</td> </tr> <tr> <td>破断評価</td> <td>電中研報告に記載されている引張試験により確認される破断荷重</td> </tr> <tr> <td>たわみ評価</td> <td>ネットと防護対象施設までの離隔距離</td> </tr> <tr> <td>たわみ評価</td> <td>ネットと防護対象施設までの離隔距離</td> </tr> <tr> <td>破断評価</td> <td>JISに規定される規格値</td> </tr> <tr> <td>リフトアップ</td> <td rowspan="3">衝撃荷重 竜巻風荷重 自重</td> <td rowspan="3">有</td> <td>たわみ評価</td> <td>ネットと防護対象施設までの離隔距離</td> </tr> <tr> <td>3-07-074 シヤトル</td> <td>破断評価</td> <td>JISに規定される規格値</td> </tr> <tr> <td>接続治具</td> <td>破断評価</td> <td>JISに規定される規格値</td> </tr> <tr> <td>防護板</td> <td>横向き防護板 縦向き防護板</td> <td>衝撃荷重 竜巻風荷重 自重</td> <td>有</td> <td>貫通評価</td> <td>BBL式より算出される貫通限界板厚</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">フレーム</td> <td>主桁 横補強材</td> <td>衝撃荷重 竜巻風荷重 ネット荷重 自重</td> <td>有</td> <td>【貫通評価】 【支持機能評価】</td> <td>NEI 07-13にTP(多軸性振動)を考慮して設定した破断ひずみ(LS-07NA)による衝突解析によりひずみ量を算出</td> </tr> <tr> <td>ブレース</td> <td>衝撃荷重 竜巻風荷重 ネット荷重 自重</td> <td>有</td> <td>【貫通評価】</td> <td>ブレースはネットの上部に設置しており、ブレースを貫通した設計乗来物の衝突エネルギーは軽減することから、ネットの吸収エネルギー評価、破断評価に包絡される</td> </tr> <tr> <td>大梁</td> <td>衝撃荷重 竜巻風荷重 ネット荷重 フレーム荷重 自重</td> <td>無</td> <td>無</td> <td>【支持機能評価】</td> <td>JISに規定される規格値</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">ブラケット</td> <td>ブラケット本体</td> <td>衝撃荷重 竜巻風荷重 ネット荷重 フレーム荷重 大梁荷重 自重</td> <td>無</td> <td>無</td> <td>【支持機能評価】</td> <td>JISに規定される規格値</td> </tr> <tr> <td>ブラケット アンカーボルト</td> <td>衝撃荷重 竜巻風荷重 ネット荷重 フレーム荷重 大梁荷重 自重</td> <td>無</td> <td>無</td> <td>【支持機能評価】</td> <td>JISに規定される規格値</td> </tr> </tbody> </table>	評価対象	作用荷重	乗来物の衝突の有無	評価項目	許容限界	(構造健全性評価基準)	ネット (金網部)	衝撃荷重 竜巻風荷重 自重	有	吸収エネルギー評価	電中研報告によるネットの限界吸収エネルギー	破断評価	電中研報告に記載されている引張試験により確認される破断荷重	たわみ評価	ネットと防護対象施設までの離隔距離	たわみ評価	ネットと防護対象施設までの離隔距離	破断評価	JISに規定される規格値	リフトアップ	衝撃荷重 竜巻風荷重 自重	有	たわみ評価	ネットと防護対象施設までの離隔距離	3-07-074 シヤトル	破断評価	JISに規定される規格値	接続治具	破断評価	JISに規定される規格値	防護板	横向き防護板 縦向き防護板	衝撃荷重 竜巻風荷重 自重	有	貫通評価	BBL式より算出される貫通限界板厚	フレーム	主桁 横補強材	衝撃荷重 竜巻風荷重 ネット荷重 自重	有	【貫通評価】 【支持機能評価】	NEI 07-13にTP(多軸性振動)を考慮して設定した破断ひずみ(LS-07NA)による衝突解析によりひずみ量を算出	ブレース	衝撃荷重 竜巻風荷重 ネット荷重 自重	有	【貫通評価】	ブレースはネットの上部に設置しており、ブレースを貫通した設計乗来物の衝突エネルギーは軽減することから、ネットの吸収エネルギー評価、破断評価に包絡される	大梁	衝撃荷重 竜巻風荷重 ネット荷重 フレーム荷重 自重	無	無	【支持機能評価】	JISに規定される規格値	ブラケット	ブラケット本体	衝撃荷重 竜巻風荷重 ネット荷重 フレーム荷重 大梁荷重 自重	無	無	【支持機能評価】	JISに規定される規格値	ブラケット アンカーボルト	衝撃荷重 竜巻風荷重 ネット荷重 フレーム荷重 大梁荷重 自重	無	無	【支持機能評価】	JISに規定される規格値		<p>【女川】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・竜巻防護設備の構造の相違による資料の作成要否の相違。 ・女川は竜巻防護ネットを設置する海水ポンプエリアの壁が薄く支持機能に期待できないため、可動支承、ゴム支承を採用して地震により生じる応力を低減・分散させる構造として、ネットの支持機能を確保している。 ・泊においては、女川と異なり竜巻防護ネットは強固な建屋床面、ブラケットを介してピット壁面に設置できる環境であることから、女川で採用している可動式の機構を持たせる必要はない。 ・以上の理由から、泊の竜巻防護ネットは、先行プラント（大飯、高浜）と同様の竜巻防護ネットの構造を採用しており、架構に直接、竜巻防護ネットを設置する構造としている。 ・本資料は、ゴム支承及び可動支承を採用したことによる設計成立性に関する説明資料である。 ・泊では、ゴム支承等は使用していないことから、本資料は不要と判断し、作成していない。 （竜巻防護ネットの強度計算結果は設工認で説明する方針）
評価対象	作用荷重					乗来物の衝突の有無	評価項目				許容限界																																																										
		(構造健全性評価基準)																																																																			
ネット (金網部)	衝撃荷重 竜巻風荷重 自重	有	吸収エネルギー評価	電中研報告によるネットの限界吸収エネルギー																																																																	
			破断評価	電中研報告に記載されている引張試験により確認される破断荷重																																																																	
			たわみ評価	ネットと防護対象施設までの離隔距離																																																																	
			たわみ評価	ネットと防護対象施設までの離隔距離																																																																	
			破断評価	JISに規定される規格値																																																																	
リフトアップ	衝撃荷重 竜巻風荷重 自重	有	たわみ評価	ネットと防護対象施設までの離隔距離																																																																	
3-07-074 シヤトル			破断評価	JISに規定される規格値																																																																	
接続治具			破断評価	JISに規定される規格値																																																																	
防護板	横向き防護板 縦向き防護板	衝撃荷重 竜巻風荷重 自重	有	貫通評価	BBL式より算出される貫通限界板厚																																																																
フレーム	主桁 横補強材	衝撃荷重 竜巻風荷重 ネット荷重 自重	有	【貫通評価】 【支持機能評価】	NEI 07-13にTP(多軸性振動)を考慮して設定した破断ひずみ(LS-07NA)による衝突解析によりひずみ量を算出																																																																
	ブレース	衝撃荷重 竜巻風荷重 ネット荷重 自重	有	【貫通評価】	ブレースはネットの上部に設置しており、ブレースを貫通した設計乗来物の衝突エネルギーは軽減することから、ネットの吸収エネルギー評価、破断評価に包絡される																																																																
大梁	衝撃荷重 竜巻風荷重 ネット荷重 フレーム荷重 自重	無	無	【支持機能評価】	JISに規定される規格値																																																																
ブラケット	ブラケット本体	衝撃荷重 竜巻風荷重 ネット荷重 フレーム荷重 大梁荷重 自重	無	無	【支持機能評価】	JISに規定される規格値																																																															
	ブラケット アンカーボルト	衝撃荷重 竜巻風荷重 ネット荷重 フレーム荷重 大梁荷重 自重	無	無	【支持機能評価】	JISに規定される規格値																																																															

泊発電所3号炉 DB基準適合性 比較表

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

大阪発電所3/4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由																																																								
表1 竜巻防護ネットの各部材に対する許容限界 (2/2)																																																											
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>評価対象</th> <th>作用荷重</th> <th>飛来物衝突の有無</th> <th>評価項目</th> <th>許容限界 (構造健全性評価基準)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="4">フレーム ゴム支承</td> <td rowspan="4">衝撃荷重 竜巻風荷重 ネット荷重 フレーム荷重 自重</td> <td rowspan="4">無</td> <td>【支持機能評価】 引張応力 圧縮応力 せん断ひずみ</td> <td>「道路橋示方書・同解説Ⅴ耐震設計編(014.3)」に基づく道路橋支承限度の評価基準値</td> </tr> <tr> <td>【支持機能評価】 引張応力</td> <td>JISG4001 に基づく許容応力状態Ⅳ.Sの許容応力</td> </tr> <tr> <td>【支持機能評価】 引張応力 せん断応力</td> <td>JISG4001 に基づく許容応力状態Ⅳ.Sの許容応力</td> </tr> <tr> <td>【支持機能評価】 引張応力 せん断応力</td> <td>JISG4001 に基づく許容応力状態Ⅳ.Sの許容応力</td> </tr> <tr> <td rowspan="4">大梁 ゴム支承</td> <td rowspan="4">衝撃荷重 竜巻風荷重 ネット荷重 フレーム荷重 大梁荷重 自重</td> <td rowspan="4">無</td> <td>【支持機能評価】 引張応力 圧縮応力 せん断ひずみ</td> <td>「道路橋示方書・同解説Ⅴ耐震設計編(014.3)」に基づく道路橋支承限度の評価基準値</td> </tr> <tr> <td>【支持機能評価】 引張応力</td> <td>JISG4001 に基づく許容応力状態Ⅳ.Sの許容応力</td> </tr> <tr> <td>【支持機能評価】 引張応力 せん断応力</td> <td>JISG4001 に基づく許容応力状態Ⅳ.Sの許容応力</td> </tr> <tr> <td>【支持機能評価】 引張応力 せん断応力</td> <td>JISG4001 に基づく許容応力状態Ⅳ.Sの許容応力</td> </tr> <tr> <td rowspan="13">可動支承</td> <td rowspan="13">衝撃荷重 竜巻風荷重 ネット荷重 フレーム荷重 自重</td> <td rowspan="13">無</td> <td>【支持機能評価】 支圧応力</td> <td>JISG4001 に基づく許容応力状態Ⅳ.Sの許容応力</td> </tr> <tr> <td>【支持機能評価】 支圧応力</td> <td>メーカー強度試験に基づき算出した許容応力</td> </tr> <tr> <td>【支持機能評価】 支圧応力</td> <td>JISG4001 に基づく許容応力状態Ⅳ.Sの許容応力</td> </tr> <tr> <td>【支持機能評価】 曲げ応力</td> <td>JISG4001 に基づく許容応力状態Ⅳ.Sの許容応力</td> </tr> <tr> <td>【支持機能評価】 支圧応力</td> <td>JISG4001 に基づく許容応力状態Ⅳ.Sの許容応力</td> </tr> <tr> <td>【支持機能評価】 せん断応力 曲げ応力 支圧応力</td> <td>JISG4001 に基づく許容応力状態Ⅳ.Sの許容応力</td> </tr> <tr> <td>【支持機能評価】 支圧応力</td> <td>JISG4001 に基づく許容応力状態Ⅳ.Sの許容応力</td> </tr> <tr> <td>【支持機能評価】 曲げ応力 引張応力 せん断応力</td> <td>JISG4001 に基づく許容応力状態Ⅳ.Sの許容応力</td> </tr> <tr> <td>【支持機能評価】 引張応力 せん断応力</td> <td>JISG4001 に基づく許容応力状態Ⅳ.Sの許容応力</td> </tr> <tr> <td>【支持機能評価】 曲げ応力 せん断応力</td> <td>JISG4001 に基づく許容応力状態Ⅳ.Sの許容応力</td> </tr> <tr> <td>【支持機能評価】 引張応力 せん断応力</td> <td>JISG4001 に基づく許容応力状態Ⅳ.Sの許容応力</td> </tr> <tr> <td>【支持機能評価】 せん断応力 曲げ応力</td> <td>JISG4001 に基づく許容応力状態Ⅳ.Sの許容応力</td> </tr> <tr> <td>【支持機能評価】 せん断応力 曲げ応力</td> <td>JISG4001 に基づく許容応力状態Ⅳ.Sの許容応力</td> </tr> </tbody> </table>	評価対象	作用荷重	飛来物衝突の有無	評価項目	許容限界 (構造健全性評価基準)	フレーム ゴム支承	衝撃荷重 竜巻風荷重 ネット荷重 フレーム荷重 自重	無	【支持機能評価】 引張応力 圧縮応力 せん断ひずみ	「道路橋示方書・同解説Ⅴ耐震設計編(014.3)」に基づく道路橋支承限度の評価基準値	【支持機能評価】 引張応力	JISG4001 に基づく許容応力状態Ⅳ.Sの許容応力	【支持機能評価】 引張応力 せん断応力	JISG4001 に基づく許容応力状態Ⅳ.Sの許容応力	【支持機能評価】 引張応力 せん断応力	JISG4001 に基づく許容応力状態Ⅳ.Sの許容応力	大梁 ゴム支承	衝撃荷重 竜巻風荷重 ネット荷重 フレーム荷重 大梁荷重 自重	無	【支持機能評価】 引張応力 圧縮応力 せん断ひずみ	「道路橋示方書・同解説Ⅴ耐震設計編(014.3)」に基づく道路橋支承限度の評価基準値	【支持機能評価】 引張応力	JISG4001 に基づく許容応力状態Ⅳ.Sの許容応力	【支持機能評価】 引張応力 せん断応力	JISG4001 に基づく許容応力状態Ⅳ.Sの許容応力	【支持機能評価】 引張応力 せん断応力	JISG4001 に基づく許容応力状態Ⅳ.Sの許容応力	可動支承	衝撃荷重 竜巻風荷重 ネット荷重 フレーム荷重 自重	無	【支持機能評価】 支圧応力	JISG4001 に基づく許容応力状態Ⅳ.Sの許容応力	【支持機能評価】 支圧応力	メーカー強度試験に基づき算出した許容応力	【支持機能評価】 支圧応力	JISG4001 に基づく許容応力状態Ⅳ.Sの許容応力	【支持機能評価】 曲げ応力	JISG4001 に基づく許容応力状態Ⅳ.Sの許容応力	【支持機能評価】 支圧応力	JISG4001 に基づく許容応力状態Ⅳ.Sの許容応力	【支持機能評価】 せん断応力 曲げ応力 支圧応力	JISG4001 に基づく許容応力状態Ⅳ.Sの許容応力	【支持機能評価】 支圧応力	JISG4001 に基づく許容応力状態Ⅳ.Sの許容応力	【支持機能評価】 曲げ応力 引張応力 せん断応力	JISG4001 に基づく許容応力状態Ⅳ.Sの許容応力	【支持機能評価】 引張応力 せん断応力	JISG4001 に基づく許容応力状態Ⅳ.Sの許容応力	【支持機能評価】 曲げ応力 せん断応力	JISG4001 に基づく許容応力状態Ⅳ.Sの許容応力	【支持機能評価】 引張応力 せん断応力	JISG4001 に基づく許容応力状態Ⅳ.Sの許容応力	【支持機能評価】 せん断応力 曲げ応力	JISG4001 に基づく許容応力状態Ⅳ.Sの許容応力	【支持機能評価】 せん断応力 曲げ応力	JISG4001 に基づく許容応力状態Ⅳ.Sの許容応力		
評価対象	作用荷重	飛来物衝突の有無	評価項目	許容限界 (構造健全性評価基準)																																																							
フレーム ゴム支承	衝撃荷重 竜巻風荷重 ネット荷重 フレーム荷重 自重	無	【支持機能評価】 引張応力 圧縮応力 せん断ひずみ	「道路橋示方書・同解説Ⅴ耐震設計編(014.3)」に基づく道路橋支承限度の評価基準値																																																							
			【支持機能評価】 引張応力	JISG4001 に基づく許容応力状態Ⅳ.Sの許容応力																																																							
			【支持機能評価】 引張応力 せん断応力	JISG4001 に基づく許容応力状態Ⅳ.Sの許容応力																																																							
			【支持機能評価】 引張応力 せん断応力	JISG4001 に基づく許容応力状態Ⅳ.Sの許容応力																																																							
大梁 ゴム支承	衝撃荷重 竜巻風荷重 ネット荷重 フレーム荷重 大梁荷重 自重	無	【支持機能評価】 引張応力 圧縮応力 せん断ひずみ	「道路橋示方書・同解説Ⅴ耐震設計編(014.3)」に基づく道路橋支承限度の評価基準値																																																							
			【支持機能評価】 引張応力	JISG4001 に基づく許容応力状態Ⅳ.Sの許容応力																																																							
			【支持機能評価】 引張応力 せん断応力	JISG4001 に基づく許容応力状態Ⅳ.Sの許容応力																																																							
			【支持機能評価】 引張応力 せん断応力	JISG4001 に基づく許容応力状態Ⅳ.Sの許容応力																																																							
可動支承	衝撃荷重 竜巻風荷重 ネット荷重 フレーム荷重 自重	無	【支持機能評価】 支圧応力	JISG4001 に基づく許容応力状態Ⅳ.Sの許容応力																																																							
			【支持機能評価】 支圧応力	メーカー強度試験に基づき算出した許容応力																																																							
			【支持機能評価】 支圧応力	JISG4001 に基づく許容応力状態Ⅳ.Sの許容応力																																																							
			【支持機能評価】 曲げ応力	JISG4001 に基づく許容応力状態Ⅳ.Sの許容応力																																																							
			【支持機能評価】 支圧応力	JISG4001 に基づく許容応力状態Ⅳ.Sの許容応力																																																							
			【支持機能評価】 せん断応力 曲げ応力 支圧応力	JISG4001 に基づく許容応力状態Ⅳ.Sの許容応力																																																							
			【支持機能評価】 支圧応力	JISG4001 に基づく許容応力状態Ⅳ.Sの許容応力																																																							
			【支持機能評価】 曲げ応力 引張応力 せん断応力	JISG4001 に基づく許容応力状態Ⅳ.Sの許容応力																																																							
			【支持機能評価】 引張応力 せん断応力	JISG4001 に基づく許容応力状態Ⅳ.Sの許容応力																																																							
			【支持機能評価】 曲げ応力 せん断応力	JISG4001 に基づく許容応力状態Ⅳ.Sの許容応力																																																							
			【支持機能評価】 引張応力 せん断応力	JISG4001 に基づく許容応力状態Ⅳ.Sの許容応力																																																							
			【支持機能評価】 せん断応力 曲げ応力	JISG4001 に基づく許容応力状態Ⅳ.Sの許容応力																																																							
			【支持機能評価】 せん断応力 曲げ応力	JISG4001 に基づく許容応力状態Ⅳ.Sの許容応力																																																							
以 上																																																											

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

大飯発電所3/4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
	<p style="text-align: right;">別紙 6</p> <p style="text-align: center;">設置許可段階と詳細設計段階での説明事項</p> <p>設置許可段階では、【STEP1】及び【STEP2】の評価のとおり、竜巻防護ネットの構造成立性にかかわる代表的な評価結果をもって、構造成立性の見通しを説明した。</p> <p>詳細設計段階では現実即した解析モデルとして、フレームゴム支承の特性を考慮した解析モデルを適用し、評価を実施する方針とする。</p> <p>設置許可段階での構造成立性の見通し時に用いた評価フローを組み替え、詳細設計段階の評価フロー（基本ケース）を以下のとおり設定する。</p> <p>可動支承の評価対象部材について、設置許可段階における構造成立性の見直し確認において、可動支承近傍へ飛来物が衝突した場合、許容値を超える結果となっているが、詳細設計段階では、可動支承のサイズアップやボルトの仕様変更等の対応を行うことで、許容値を満足させる方針とする。</p> <p>基本ケースによる各部材の設計を実施した後、不確かさケースの確認として、ゴム支承の剛性のばらつきを考慮した解析モデルの設定、衝突姿勢の影響を考慮した衝突解析（飛来物の長辺衝突）を実施し、評価を実施する方針とする。</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p>評価フロー（基本ケース）【STEP2-2】</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p>評価フロー（不確かさケース）</p> </div> <p style="text-align: center;">図1 詳細設計段階における評価フロー</p>		<p>【女川】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・竜巻防護設備の構造の相違による資料の作成要否の相違。 ・プラント設計の相違による設置設備の相違 <p>女川は、竜巻防護ネットの設置において、先行プラントでは実績のないゴム支承及び可動支承採用した支持方法としている。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・可動支承を採用した支持方式についての成立性について、設置許可においても一定の結果を明示して説明しているため、設置許可段階と詳細設計段階での説明事項を整理している。 ・泊の竜巻防護ネットは、先行プラント（大飯、高浜）と同様の竜巻防護ネットの構造を採用しているため、本資料は作成していない。 <p>（竜巻防護ネットの強度計算結果は設工認で説明する方針）</p>

赤字：設備、運用又は体制の相違 (設計方針の相違)
 青字：記載箇所又は記載内容の相違 (記載方針の相違)
 緑字：記載表現、設備名称の相違 (実質的な相違なし)

大飯発電所3/4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
表1 設置許可段階及び詳細設計段階での説明事項 (1/3)			
※ 印：設置許可段階 CP：詳細設計段階			
評価対象	電送設備ネットワーク (支持部材)		
支持部材の設計方針	<p>支持部材は設計段階の風圧力による荷重等、飛来物による衝撃荷重及びその間の荷重に対し、飛来物が非常用止水ポンプ等へ衝突することを防止するために、飛来物が支持部材を構成する主要な構造部材を貫通せず、上載材をネット及び防護板を支持可能な構造強度を維持可能な構造強度を有する。</p>		
構造強度上の性能目標	<p>【共通】 設計飛来物の支持部材への衝突に対して、衝突箇所での貫通させない。</p> <p>【支持機能】 支持部材は設計荷重の風圧力による荷重、飛来物による衝撃荷重及びその他の荷重に対して及び防護板を支持可能な構造強度を維持可能な構造強度を有する。</p>		
構造強度上の評価方針	<p>設計飛来物が支持部材に衝突した場合に、衝突箇所にて発生する衝撃荷重によって貫通が生じないよう、フレームの剛性を確保し、フレームに伝わるようなりすまを生じないことを確認する。</p> <p>電管の風圧力による荷重及び設計飛来物による衝撃荷重に対して、上載するネットを支持するため、フレームの剛性が終局状態に至るようになりすまを生じないことを確認する。</p> <p>電管の風圧力による荷重及び設計飛来物による衝撃荷重に対して、上載するフレーム等を支持する構造強度を確保するため、作用する応力が許容応力範囲内の許容応力を超えないことを確認する。</p>		
評価部材	フレーム	大梁	
作用荷重	<ul style="list-style-type: none"> 自重 上載荷重 (ネット) 電管風荷重 衝撃荷重 	<ul style="list-style-type: none"> 自重 上載荷重 (ネット、フレーム) 電管風荷重 衝撃荷重 	
留意事項	終局状態	終局状態	
許容限界	NE107-13にてF (多軸性係数) を考慮して設定した破断ひずみ以下 0.5-0.5A による衝撃解析によりひずみ量を算出)	発生する応力が JSG 4601 のV 値以下	
E.P. (構造成立後見直し) STEP1	-	-	
説明段階	-	-	
C.P.	○ (備考：ケース及び手配の不一致)	○ (備考：ケース及び手配の不一致)	

赤字:設備,運用又は体制の相違(設計方針の相違)
 青字:記載箇所又は記載内容の相違(記載方針の相違)
 緑字:記載表現,設備名称の相違(実質的な相違なし)

大飯発電所3/4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
表1 設置許可段階及び詳細設計段階での説明事項(2/3)			
評価対象	構造設計段階 構造設計段階		
評価方針	支持部材は設計電圧の風圧力による荷重、飛来物による衝撃荷重及びその他の荷重に対し、飛来物が非常用海水ポンプ等へ衝突することを防止するために、飛来物が支持部材を構成する主要な構造部材を貫通せず、上載するネット及び防護板を支持可能な構造強度を有し、非常用海水ポンプ等に波及的形勢を与えないために、支持部材自体の転倒及び取付を生じない設計とする。		
構造設計上の性能目標	【支持機能】 支持部材は設計電圧の風圧力による荷重、飛来物による衝撃荷重及びその他の荷重に対し、上載するネット及び防護板を支持可能な構造強度を有する。		
構造設計上の評価方針	電圧の風圧力による荷重及び設計飛来物による衝撃荷重に対し、支持機能を維持するため、作用する応力等が「道路橋示方書・同解説V耐震設計編(014.3)」又は許容応力基準IV.5の許容応力に基づき確認することを確認する。		
評価部材	大鋼ゴム支保 フレームゴム支保(※1)		
評価部材	ゴム体 内部鋼板 大鋼ゴム支持取付ボルト ゴム体 内部鋼板 取付ボルト フォス付		
作用荷重	自重 上風側、フネット、フレーム、大鋼(※) 電磁風荷重 衝撃荷重		
状態状態	終局状態		
許容限界	・発生する引張応力が道路橋設計規範の許容限界以下 ・発生するせん断力がJIS4601のIV.5以下 ・発生する応力がJIS4601のIV.5以下		
説明段階*	IP (構造設計見直し) STEP1 STEP2 (STEP2-1) (STEP2-2)		
C/P	○ (※本ケース及び参照ケース)		
※1:フレームゴム支保は、2つのうち1つ以上の支保が構造設計上の性能目標を満足することを確認する。許容限界を確認しない場合は、二次的評価結果を参照する。 ※2:下欄の応力基準IV.5ではストッパーに支持機能を維持する場合はあり得る。 ※3:設計許容段階 CP:詳細設計段階			

赤字:設備、運用又は体制の相違(設計方針の相違)
 青字:記載箇所又は記載内容の相違(記載方針の相違)
 緑字:記載表現、設備名称の相違(実質的な相違なし)

大飯発電所3/4号炉		女川原子力発電所2号炉		泊発電所3号炉	相違理由
評価対象 電圧防護ネット(支持部材)	支持部材の設計方針	支持部材は設計電巻の風圧力による荷重、飛来物による衝撃荷重及びその他の荷重に対し、飛来物が非常用海水ポンプ等へ衝突することを防止する。飛来物が支持部材を構成する主要な構造部材を貫通せず、上載するネット及び防護板を支持する機能を有し、非常用海水ポンプ等に波及的影響を与えないために、支持部材を構成する部材自体の転倒及び脱着を生じない設計とする。	支持部材は設計電巻の風圧力による荷重、飛来物によるその他の荷重に対し、上載するネット及び防護板を支持する機能を有し、非常用海水ポンプ等に波及的影響を有する。		
	構造強度上の性能目標	【支持機能】支持部材は設計電巻の風圧力による荷重、飛来物によるその他の荷重、新設荷重及び既存ネット等に対し、上載するネット及び防護板を支持する機能を有する。	電巻の風圧力による荷重及び設計飛来物による衝撃荷重に対するフレーム等を支持する機能に依存する。また、支持機能を確認するため、作用する応力が許容応力状態IVSの許容応力を超えないことを確認する。		
	構造強度上の評価方針	電巻の風圧力による荷重及び設計飛来物による衝撃荷重に対するフレーム等を支持する機能に依存する。また、支持機能を確認するため、作用する応力が許容応力状態IVSの許容応力を超えないことを確認する。	電巻の風圧力による荷重及び設計飛来物による衝撃荷重に対するフレーム等を支持する機能に依存する。また、支持機能を確認するため、作用する応力が許容応力状態IVSの許容応力を超えないことを確認する。		
	評価部材	可動要素 フューゼット ロープ ケーブル ワイヤ エレクトロネット 上部接合 ボルト 下部接合 ボルト ハーブレット	フューゼット ロープ ケーブル ワイヤ エレクトロネット 上部接合 ボルト 下部接合 ボルト ハーブレット	ストッパー	
	主な機能損傷モード	作用荷重 ・自重 ・上載荷重 ・フレーム荷重 ・電巻風荷重 ・衝撃荷重	作用荷重 ・自重 ・上載荷重 ・フレーム荷重 ・電巻風荷重 ・衝撃荷重	発生する応力がIEAG 4601のIVS以下	発生する応力がIEAG 4601のIVS以下
	境界状態	境界状態	境界状態	発生する応力がIEAG 4601のIVS以下	発生する応力がIEAG 4601のIVS以下
	説明段階	説明段階	説明段階	説明段階	説明段階
	EP (構成成立性見直し)	STEP1	STEP2	STEP1	STEP2
	CP				

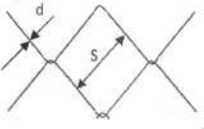
表1 設置許可段階及び詳細設計段階での説明事項 (3/3)

※ EP:設置許可段階 CP:詳細設計段階

(注) 可動要素については一部部材が許容範囲を超える結果となったため、詳細設計段階では、可動要素のサイズアップが求められる。許容範囲を満足させる方針とする。

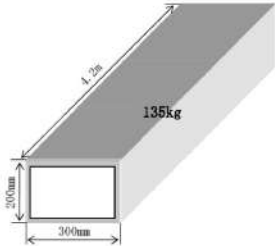
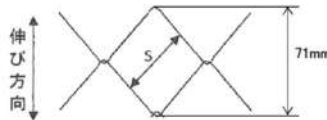
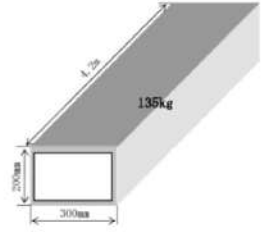
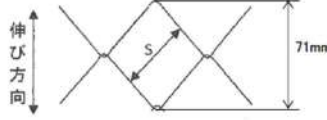
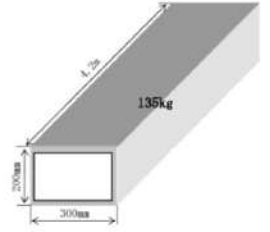
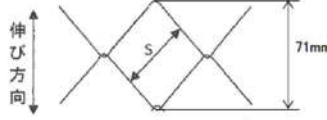
以上

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

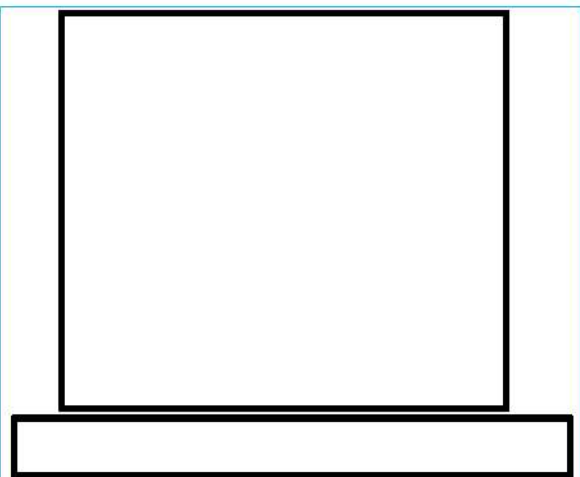
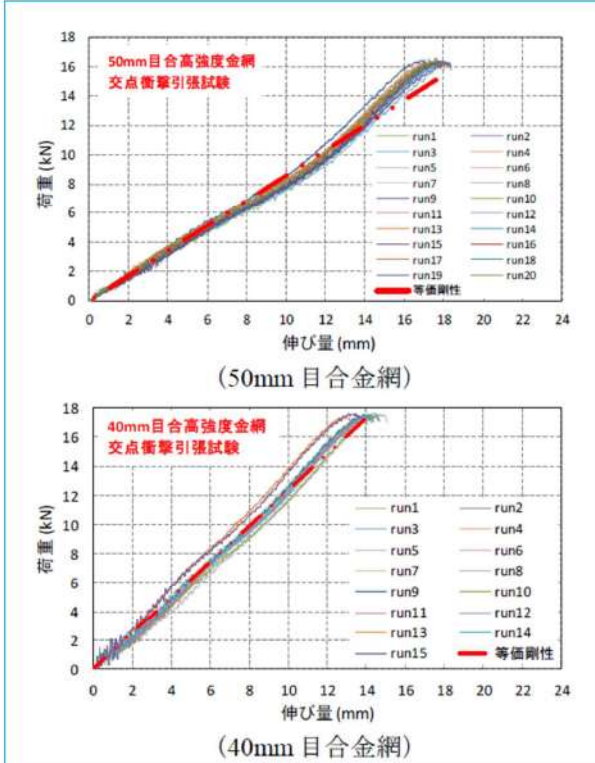
大阪発電所3/4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
<p style="text-align: right;">別紙 2-1</p> <p style="text-align: center;">防護ネットの吸収エネルギーの評価</p> <p>1. 海水ポンプ室防護ネット</p> <p>(1) 金網の設置方法および吸収エネルギーの評価方針</p> <p>海水ポンプ室の両サイドに檜状に架構を設置し、その間に渡した主梁の上に防護ネットを設置する。防護ネットはH形鋼等を用いたフレームに取付け、フレームへの金網の取付け部については、金網の4辺をワイヤーロープで支持し、ワイヤーの両端をフレームにボルトで締結する構造とする。</p> <p>金網の吸収エネルギーの評価に当たっては、金網が捕捉可能な飛来物のエネルギーの最大値(限界吸収エネルギー)を算定し、飛来物や風荷重等によりネットに作用するエネルギーが限界吸収エネルギーを超えないことを確認する。</p> <p>(2) 金網の諸元</p> <p>H形鋼による鉄骨構造物の上面に 50 mm 目合の高強度金網を2枚重ねで設置する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・名称：高強度金網 ・材質：JIS G3506 硬鋼線材 (SWRH62A) ・素線径 d : 4 mm ・素線の目合い（網目の大きさ） S : 50 mm ・素線の引張強さ：1,400 N/mm² ・耐火性：材料として鋼材使用により耐火性あり ・耐食性：亜鉛メッキ  <p>(3) 防護対象飛来物</p> <p>防護対象飛来物は、設計飛来物の内、最もエネルギーの大きい鋼製材とする。</p> <p>諸元は以下のとおり。</p>		<p style="text-align: right;">別紙 1</p> <p style="text-align: center;">竜巻防護ネットの吸収エネルギーの評価</p> <p>1. 竜巻防護ネット</p> <p>(1) 金網の設置方法及び吸収エネルギーの評価方針</p> <p>海水ポンプ室の開口部周囲に口状に架台を設置し、その上に防護ネットを設置する。竜巻防護ネットはH形鋼等を用いたフレームに取付け、フレームへの金網の取付け部については、金網の4辺をワイヤーロープで支持し、ワイヤーの両端をフレームにボルトで締結する構造とする。</p> <p>金網の吸収エネルギーの評価に当たっては、金網が捕捉可能な飛来物のエネルギーの最大値(限界吸収エネルギー)を算定し、飛来物や風荷重等によりネットに作用するエネルギーが限界吸収エネルギーを超えないことを確認する。</p> <p>(2) 金網の諸元</p> <p>H形鋼による鉄骨構造物の上面に海水ポンプエリア開口部には主金網として50mm 目合の高強度金網を2枚重ねで設置する。</p> <p>海水ポンプ出口ストレナエリア開口部には主金網として40mm 目合の高強度金網を主金網として2枚重ねで設置する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・名称：高強度金網 ・材質：JIS G3506 硬鋼線材 (SWRH62A) ・素線径 d : 4 mm ・素線の目合い（網目の大きさ） S : 40mm または 50mm ・素線の引張強さ：1400N/mm² ・耐火性：材料として鋼材使用により耐火性あり ・耐食性：亜鉛メッキ  <p>(3) 防護対象飛来物</p> <p>防護対象飛来物は、設計飛来物の内、最もエネルギーの大きい鋼製材とする。</p> <p>諸元は以下のとおり。</p>	<p>相違理由</p> <p>【大阪】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・記載表現の相違。 <p>【大阪】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・竜巻防護ネット設置箇所の相違。 <p>【大阪】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・竜巻防護ネット設置箇所の相違。 ・泊は海水ストレナエリアの開口部の面積が小さいため、エネルギー吸収がより大きい40mm 目合いネットを採用していることによる相違。

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（竜巻：別添資料1 添付資料3.13）

大飯発電所3/4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
<p>鋼製材</p> <ul style="list-style-type: none"> 飛来物形状：0.2m×0.3m×4.2m 飛来物質量 M：135kg 衝突速度 水平速度 V_H:57m/s 鉛直速度 V_V:38m/s 衝突エネルギー <p>水平方向：$E_H = \frac{1}{2} \times M \times V^2 = 219.4 \text{ kJ}$</p> <p>鉛直方向：$E_V = \frac{1}{2} \times M \times V^2 = 97.5 \text{ kJ}$</p>  <p>(4) 金網の強度設計</p> <p>a. 金網のたわみ量算定</p> <p>金網の目合い寸法(S)が50mmであることから、対角距離は71mmとなり、金網1m当たりの目合い数は14個となる。</p> <p>図1に示す1400N級金網の荷重試験の交点/荷重-伸び曲線より、金網の破断荷重は15kN、破断時の1目合い当たりの金網の伸び量は20mmとなる。このとき、最大たわみ量 δ_{max} は、</p>  <p>$\delta_{max} = \frac{Lx}{2} \cdot \tan(\theta_{max})$</p> <p>$\theta_{max} = \cos^{-1} \left(\frac{71}{71+20} \right)$</p> <p>で求められる。</p>	<p>鋼製材</p> <ul style="list-style-type: none"> 飛来物形状：0.2m×0.3m×4.2m 飛来物質量M：135kg 衝突速度 水平速度 V_H：57m/s 鉛直速度 V_V：38m/s 衝突エネルギー <p>水平方向：$E_H = \frac{1}{2} \times M \times V^2 = 219.4 \text{ kJ}$</p> <p>鉛直方向：$E_H = \frac{1}{2} \times M \times V^2 = 97.5 \text{ kJ}$</p>  <p>(4) 金網の強度設計</p> <p>a. 金網のたわみ量算定</p> <p>金網の目合い寸法(S)が50mmの場合は、対角距離は71mmとなり、金網1m当たりの目合い数は14個となる。</p> <p>図1に示す1400N級金網の荷重試験の交点/荷重-伸び曲線より、金網の破断荷重は15kN、破断時の1目合い当たりの金網の伸び量は20mmとなる。このとき、最大たわみ量 δ_{max} は、</p>  <p>$\delta_{max} = \frac{Lx}{2} \cdot \tan(\theta_{max})$</p> <p>$\theta_{max} = \cos^{-1} \left(\frac{71}{71+20} \right) = 38.8 \text{ deg}$</p> <p>で求められる。</p>	<p>鋼製材</p> <ul style="list-style-type: none"> 飛来物形状：0.2m×0.3m×4.2m 飛来物質量M：135kg 衝突速度 水平速度 V_H：57m/s 鉛直速度 V_V：38m/s 衝突エネルギー <p>水平方向：$E_H = \frac{1}{2} \times M \times V^2 = 219.4 \text{ kJ}$</p> <p>鉛直方向：$E_H = \frac{1}{2} \times M \times V^2 = 97.5 \text{ kJ}$</p>  <p>(4) 金網の強度設計</p> <p>a. 金網のたわみ量算定</p> <p>金網の目合い寸法(S)が50mmの場合は、対角距離は71mmとなり、金網1m当たりの目合い数は14個となる。</p> <p>図1に示す1400N級金網の荷重試験の交点/荷重-伸び曲線より、金網の破断荷重は15kN、破断時の1目合い当たりの金網の伸び量は20mmとなる。このとき、最大たわみ量 δ_{max} は、</p>  <p>$\delta_{max} = \frac{Lx}{2} \cdot \tan(\theta_{max})$</p> <p>$\theta_{max} = \cos^{-1} \left(\frac{71}{71+20} \right) = 38.8 \text{ deg}$</p> <p>で求められる。</p>	<p>【大飯】</p> <ul style="list-style-type: none"> 泊は2種類のネット目合いを採用しているが、使用する式は同一のため、代表して目合い50mmを記載したことによる相違。 <p>【大飯】</p> <p>式中の値、計算結果について、電中研の研究報告として公開されているため、泊ではマスキング対象外とした。</p>

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

大飯発電所3/4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
<p>b. 金網の吸収エネルギーの検討</p>  <p>図1 金網の荷重-伸び曲線</p>		<p>b. 金網の吸収エネルギーの検討</p>  <p>電中研における引張試験のうち有効な試験となった試験結果の平均値で設定。</p> <p>図1 金網の荷重-伸び曲線</p>	<p>【大飯】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・電中研の試験結果について最新版取込みに伴う相違。 ・泊は2種類のネット目合いを採用していることによるデータ追加による相違。

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

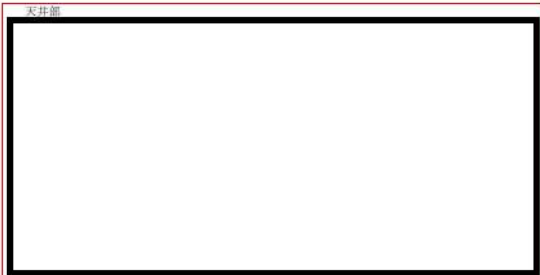


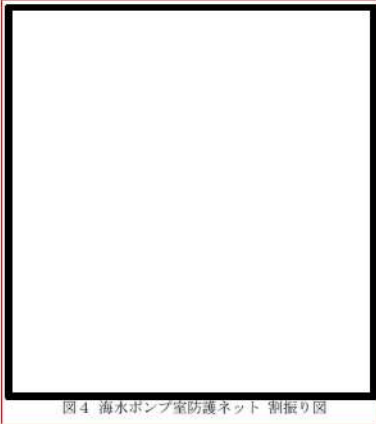
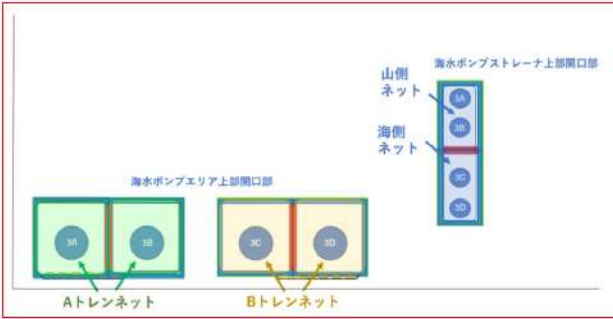
大飯発電所3/4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
<div data-bbox="134 111 672 510"> </div> <p data-bbox="291 518 448 542">図2 金網の評価モデル</p> <p data-bbox="89 550 694 662">図2に示すように、金網を展開直角方向に1目合い毎に □ で囲った形に帯状に分割し、n1 から ny までの各列が分担するエネルギーを、各列のたわみ量から算定し、それらを積算することにより金網の吸収するエネルギーを評価する。</p> <p data-bbox="89 662 694 750">各列の吸収するエネルギーは、図1の荷重-伸び曲線から、金網は1目合い毎に等価剛性 748kN/m を持つばねを $N_x(L_x / 71\text{mm})$ 個直列につなげた状態と模擬できる。</p> <p data-bbox="112 774 548 805">このとき1つの列の剛性(金網展開剛性 K_x)は、</p> <p data-bbox="89 893 302 925">金網展開剛性 $K_x = \square N_x$</p> <p data-bbox="89 925 336 949">となる。i番目の列における張力 P_i は、</p> $P_i = 2K_x \cdot \left(\frac{X_i}{2}\right) = K_x \cdot X_i$ <p data-bbox="89 1005 268 1029">となり、従って作用力 F_i は、</p> $F_i = 2P_i \cdot \sin(\theta)$ $= 2K_x \cdot X_i \cdot \sin(\theta)$ $= 2K_x \cdot X_i \cdot (\tan(\theta) - \sin(\theta))$ $= 4K_x \cdot \delta_i \cdot \left(1 - \frac{L_x}{\sqrt{4\delta_i^2 + L_x^2}}\right)$ <p data-bbox="89 1157 134 1181">となる。</p> <p data-bbox="112 1228 504 1260">i番目の列における吸収エネルギー E_i は、</p> $E_i = \int F_i d\delta = \int 4K_x \cdot \delta_i \cdot \left(1 - \frac{L_x}{\sqrt{4\delta_i^2 + L_x^2}}\right) d\delta$ $= 2K_x \cdot \delta_i^2 - K_x \cdot L_x (\sqrt{4\delta_i^2 + L_x^2} - L_x)$	<div data-bbox="134 111 672 510"> </div> <p data-bbox="291 518 448 542">図2 金網の評価モデル</p> <p data-bbox="89 550 694 662">図2に示すように、金網を展開直角方向に1目合いごとに □ で囲った形に帯状に分割し、n1 から ny までの各列が分担するエネルギーを各列のたわみ量から算定し、それらを積算することにより金網の吸収するエネルギーを評価する。</p> <p data-bbox="89 662 694 782">各列の吸収するエネルギーは、図1の荷重-伸び曲線から、50mm目合いの金網は1目合い毎に等価剛性 858kN/m、40mm目合いの金網は1目合い毎に等価剛性 1239kN/m を持つばねを $N_x(L_x/71\text{mm})$ 個直列につなげた状態と模擬できる。</p> <p data-bbox="112 782 548 813">このとき50mm目合いネット1つの列の剛性(金網展開剛性 K_x)は、</p> <div data-bbox="1344 845 1612 885" style="border: 1px solid green; padding: 5px;"> <p data-bbox="1344 853 1601 885">金網展開剛性 $K_x = 858/N_x$</p> </div> <p data-bbox="1344 925 1624 949">となる。1番目の列における張力 P_i は、</p> $P_i = 2K_x \cdot \left(\frac{X_i}{2}\right) = K_x \cdot X_i$ <p data-bbox="1344 1029 1545 1053">となり、従って作用力 F_i は、</p> $F_i = 2P_i \cdot \sin(\theta)$ $= 2K_x \cdot X_i \cdot \sin(\theta)$ $= 2K_x \cdot X_i \cdot (\tan(\theta) - \sin(\theta))$ $= 4K_x \cdot \delta_i \cdot \left(1 - \frac{L_x}{\sqrt{4\delta_i^2 + L_x^2}}\right)$ <p data-bbox="1344 1173 1400 1197">となる。</p> <p data-bbox="1366 1252 1724 1284">i番目の列における吸収エネルギー E_i は</p> $E_i = \int F_i d\delta = \int 4K_x \cdot \delta_i \cdot \left(1 - \frac{L_x}{\sqrt{4\delta_i^2 + L_x^2}}\right) d\delta$ $= 2K_x \cdot \delta_i^2 - K_x \cdot L_x (\sqrt{4\delta_i^2 + L_x^2} - L_x)$	<div data-bbox="1388 111 1926 510"> </div> <p data-bbox="1545 518 1713 542">図2 金網の評価モデル</p> <p data-bbox="1344 550 1960 662">図2に示すように、金網を展開直角方向に1目合いごとに □ で囲った形に帯状に分割し、n1 から ny までの各列が分担するエネルギーを各列のたわみ量から算定し、それらを積算することにより金網の吸収するエネルギーを評価する。</p> <p data-bbox="1344 662 1960 782">各列の吸収するエネルギーは、図1の荷重-伸び曲線から、50mm目合いの金網は1目合い毎に等価剛性 858kN/m、40mm目合いの金網は1目合い毎に等価剛性 1239kN/m を持つばねを $N_x(L_x/71\text{mm})$ 個直列につなげた状態と模擬できる。</p> <p data-bbox="1344 782 1960 837">このとき50mm目合いネット1つの列の剛性(金網展開剛性 K_x)は、</p> <div data-bbox="1344 845 1612 885" style="border: 1px solid green; padding: 5px;"> <p data-bbox="1344 853 1601 885">金網展開剛性 $K_x = 858/N_x$</p> </div> <p data-bbox="1344 925 1624 949">となる。1番目の列における張力 P_i は、</p> $P_i = 2K_x \cdot \left(\frac{X_i}{2}\right) = K_x \cdot X_i$ <p data-bbox="1344 1029 1545 1053">となり、従って作用力 F_i は、</p> $F_i = 2P_i \cdot \sin(\theta)$ $= 2K_x \cdot X_i \cdot \sin(\theta)$ $= 2K_x \cdot X_i \cdot (\tan(\theta) - \sin(\theta))$ $= 4K_x \cdot \delta_i \cdot \left(1 - \frac{L_x}{\sqrt{4\delta_i^2 + L_x^2}}\right)$ <p data-bbox="1344 1173 1400 1197">となる。</p> <p data-bbox="1366 1252 1724 1284">i番目の列における吸収エネルギー E_i は</p> $E_i = \int F_i d\delta = \int 4K_x \cdot \delta_i \cdot \left(1 - \frac{L_x}{\sqrt{4\delta_i^2 + L_x^2}}\right) d\delta$ $= 2K_x \cdot \delta_i^2 - K_x \cdot L_x (\sqrt{4\delta_i^2 + L_x^2} - L_x)$	<p data-bbox="1971 662 2161 861">【大飯】 ・泊は海水ストレーナ開口部の面積が小さいため、エネルギー吸収がより確保できる。40mm目合いネットを採用していることによる相違。</p> <p data-bbox="1971 869 2161 981">【大飯】 電中研の試験結果について最新版取込みに伴う相違。</p>

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

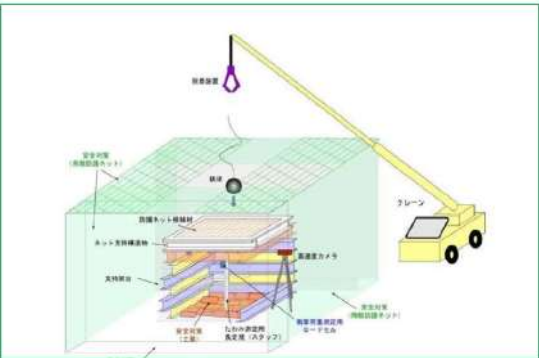
第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（竜巻：別添資料1 添付資料3.13）

大飯発電所3/4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
<p>となり、限界吸収エネルギーEは、各列の吸収エネルギーE_iを第1列から第n_y列まで積算することにより求められる。</p> $E = \sum_{i=1}^{n_y} E_i$ <p>金網は2枚重ねで使用することから、2枚重ねの金網により吸収できるエネルギーは上記を2倍したものとなる。また、防護対象物と金網の離隔距離を、金網の最大たわみ量以上確保することにより、金網と防護対象物との接触を防止する。</p> <p>c. 風による影響の検討</p> <p>竜巻襲来時には、竜巻防護ネットも風圧力の影響を受けた状態で飛来物を受け止める必要がある。そのため、風速V₀(=100m/s)の風圧力により防護ネットが受ける影響を以下のとおり評価する。</p> <p>金網の吸収エネルギーの評価と同様に、金網を展開直角方向に1目合い毎に帯状に分割し、その1つの列に作用する風圧力を考える。分割された1列における金網の素線の投影面積Aは、素線径d:4mm、素線の目合い(網目の大きさ)S:50mmであることから、分割された1列に作用する風圧力P₀は、次の式で求められる。</p> $P_D = \left(\frac{1}{2} \cdot \rho \cdot V_D^2\right) \cdot G \cdot C \cdot A = 62.12Lx \text{ [N/m]}$ <p>空気密度 ρ=1.22kg/m³ ガスト影響係数 G=1.0 風力係数 C=0.9</p> $\text{投影面積 } A = \frac{4}{1000} \cdot \left(4 \cdot \frac{50}{1000}\right) \cdot \frac{1000Lx}{50\sqrt{2}}$ <p>この風圧力P₀が全て金網展開方向Lxの中央に作用したとして、ネットにかかる作用力の式およびネットの吸収エネルギーの式を用いて、1列あたりの風荷重によりネットが受けるエネルギーを算出し、列数倍することでネット全体が風荷重により受けるエネルギーを算出する。</p> $F = P_D = 4Kx \cdot \delta \cdot \left(1 - \frac{Lx}{\sqrt{4\delta^2 + Lx^2}}\right)$ $E = 2Kx \cdot \delta^2 - Kx \cdot Lx \left(\sqrt{4\delta^2 + Lx^2} - Lx\right)$ <p>d. 金網の最大たわみ量及び限界吸収エネルギー算定結果</p> <p>海水ポンプ室防護対策の平面図を図3に示す。また、図4に示す割振りに基づき海水ポンプ室防護対策で使用するネットの寸法と最大たわみ量及び限界吸収エネルギーは、以下のとおり。</p>	<p>女川原子力発電所2号炉</p>	<p>となり、限界吸収エネルギーEは、各列の吸収エネルギーE_iを第1列から第n_y列まで積算することにより求められる。</p> $E = \sum_{i=1}^{n_y} E_i$ <p>金網は2枚重ねで使用することから、2枚重ねの金網により吸収できるエネルギーは上記を2倍したものとなる。また、防護対象物と金網の離隔距離を金網の最大たわみ量以上確保することにより、金網と防護対象物との接触を防止する。</p> <p>c. 風による影響の検討</p> <p>竜巻襲来時には、竜巻防護ネットも風圧力の影響を受けた状態で飛来物を受け止める必要がある。そのため、風速V₀(=100m/s)の風圧力により防護ネットが受ける影響を以下のとおり評価する。</p> <p>金網の吸収エネルギーの評価と同様に、金網を展開直角方向に1目合い毎に帯状に分割し、その1つの列に作用する風圧力を考える。分割された1列における金網の素線の投影面積Aは、素線径d:4mm、素線の目合い(網目の大きさ)S:50mmであることから、分割された1列に作用する風圧力P₀は、次の式で求められる。</p> $P_D = \left(\frac{1}{2} \cdot \rho \cdot V_D^2\right) \cdot G \cdot C \cdot A = 62.12Lx \text{ [N/m]}$ <p>空気密度 ρ=1.22kg/m³ ガスト影響係数 G=1.0 風力係数 C=0.9</p> $\text{投影面積 } A = \frac{4}{1000} \cdot \left(4 \cdot \frac{50}{1000}\right) \cdot \frac{1000Lx}{50\sqrt{2}}$ <p>この風圧力P₀がすべて金網展開方向Lxの中央に作用したとして、ネットにかかる作用力の式及びネットの吸収エネルギーの式を用いて、1列あたりの風荷重によりネットが受けるエネルギーを算出し、列数倍することでネット全体が風荷重により受けるエネルギーを算出する。</p> $F = P_D = 4Kx \cdot \delta \cdot \left(1 - \frac{Lx}{\sqrt{4\delta^2 + Lx^2}}\right)$ $E = 2Kx \cdot \delta^2 - Kx \cdot Lx \left(\sqrt{4\delta^2 + Lx^2} - Lx\right)$ <p>d. 金網の最大たわみ量及び限界吸収エネルギー算定結果</p> <p>原子炉補機冷却海水ポンプエリア上部開口部と原子炉補機冷却海水ポンプ出口ストレートエリア上部開口部の防護対策の平面図を図3に示す。竜巻防護ネットの寸法と最大たわみ量及び限界吸収エネルギーは、以下のとおり。</p>	<p>相違理由</p> <p>【大飯】 ・竜巻防護ネットの設置場所の相違。 【大飯】 大飯の図4について、泊は図3に集約したこ</p>

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

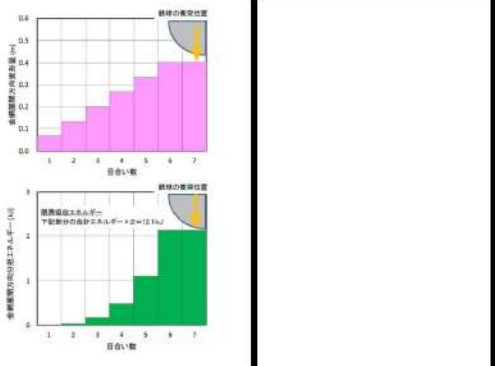
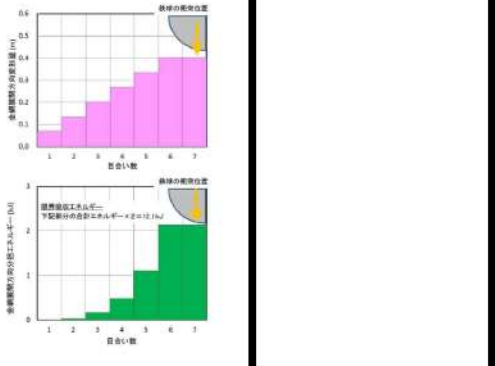
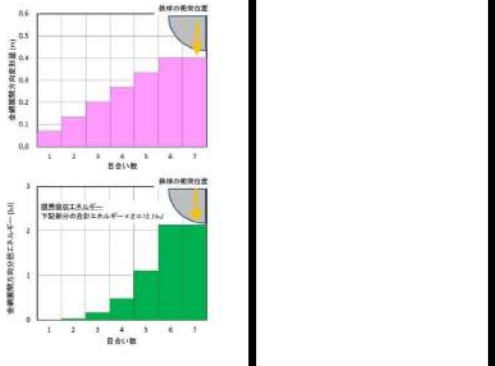
大飯発電所3/4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由																																																	
<div data-bbox="120 193 658 600"> <p>天井部</p>  <p>側面部（竜巻防護ネット支柱部）</p>  </div> <div data-bbox="107 632 676 951">  <p>図3 海水ポンプ室防護対策 平面図</p> </div> <div data-bbox="181 975 555 1401">  <p>図4 海水ポンプ室防護ネット 制振り図</p> </div>	<div data-bbox="909 108 1128 134"> <p>女川原子力発電所2号炉</p> </div>	<div data-bbox="1346 177 1957 564"> <p>表1 竜巻防護ネットのたわみ量と限界吸収エネルギー</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">ネット</th> <th colspan="2">海水ポンプエリア上部開口部</th> <th colspan="2">海水ストレーナエリア上部開口部</th> </tr> <tr> <th>Aトレン</th> <th>Bトレン</th> <th>海側</th> <th>山側</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>展開方向</td> <td>5.02[m]</td> <td>5.01[m]</td> <td>4.440[m]</td> <td>4.435[m]</td> </tr> <tr> <td>直角方向</td> <td>4.635[m]</td> <td>4.635[m]</td> <td>2.62[m]</td> <td>2.62[m]</td> </tr> <tr> <td>限界吸収エネルギー</td> <td>307.4[kJ]</td> <td>310.3[kJ]</td> <td>244.7[kJ]</td> <td>244.1[kJ]</td> </tr> <tr> <td>自重と風荷重によるエネルギー</td> <td>9.4[kJ]</td> <td>9.2[kJ]</td> <td>4.1[kJ]</td> <td>4.1[kJ]</td> </tr> <tr> <td>設計飛来物の衝突エネルギー (鋼製材：135kg, 速度38m/s)</td> <td colspan="4">97 [kJ]</td> </tr> <tr> <td>作用する全エネルギー</td> <td>106.4[kJ]</td> <td>106.2[kJ]</td> <td>101.1[kJ]</td> <td>101.1[kJ]</td> </tr> <tr> <td>たわみ量</td> <td>1.88[m]</td> <td>1.87[m]</td> <td>1.65[m]</td> <td>1.65[m]</td> </tr> <tr> <td>最小離隔距離</td> <td>3.5[m]</td> <td>3.5[m]</td> <td>4.6[m]</td> <td>4.6[m]</td> </tr> </tbody> </table> </div> <div data-bbox="1346 619 1957 938">  <p>図3 竜巻防護ネット 平面図</p> </div>	ネット	海水ポンプエリア上部開口部		海水ストレーナエリア上部開口部		Aトレン	Bトレン	海側	山側	展開方向	5.02[m]	5.01[m]	4.440[m]	4.435[m]	直角方向	4.635[m]	4.635[m]	2.62[m]	2.62[m]	限界吸収エネルギー	307.4[kJ]	310.3[kJ]	244.7[kJ]	244.1[kJ]	自重と風荷重によるエネルギー	9.4[kJ]	9.2[kJ]	4.1[kJ]	4.1[kJ]	設計飛来物の衝突エネルギー (鋼製材：135kg, 速度38m/s)	97 [kJ]				作用する全エネルギー	106.4[kJ]	106.2[kJ]	101.1[kJ]	101.1[kJ]	たわみ量	1.88[m]	1.87[m]	1.65[m]	1.65[m]	最小離隔距離	3.5[m]	3.5[m]	4.6[m]	4.6[m]	<p>とによる相違。</p> <p>【大飯】 ・竜巻防護ネットのサイズと設置枚数による相違。</p> <p>【大飯】 ・竜巻防護ネットのサイズと設置場所による相違。</p>
ネット	海水ポンプエリア上部開口部			海水ストレーナエリア上部開口部																																																
	Aトレン	Bトレン	海側	山側																																																
展開方向	5.02[m]	5.01[m]	4.440[m]	4.435[m]																																																
直角方向	4.635[m]	4.635[m]	2.62[m]	2.62[m]																																																
限界吸収エネルギー	307.4[kJ]	310.3[kJ]	244.7[kJ]	244.1[kJ]																																																
自重と風荷重によるエネルギー	9.4[kJ]	9.2[kJ]	4.1[kJ]	4.1[kJ]																																																
設計飛来物の衝突エネルギー (鋼製材：135kg, 速度38m/s)	97 [kJ]																																																			
作用する全エネルギー	106.4[kJ]	106.2[kJ]	101.1[kJ]	101.1[kJ]																																																
たわみ量	1.88[m]	1.87[m]	1.65[m]	1.65[m]																																																
最小離隔距離	3.5[m]	3.5[m]	4.6[m]	4.6[m]																																																

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

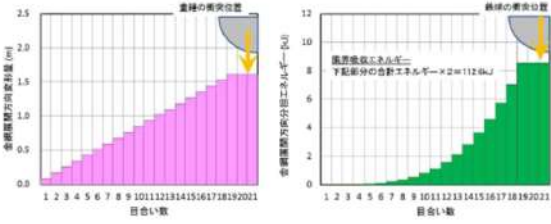
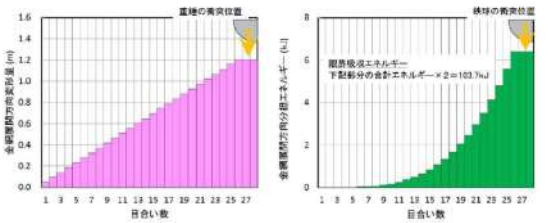
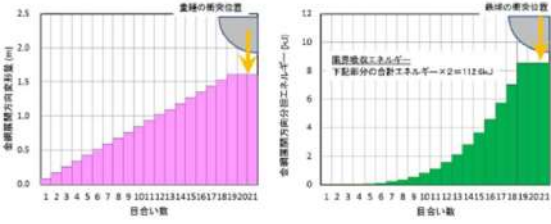
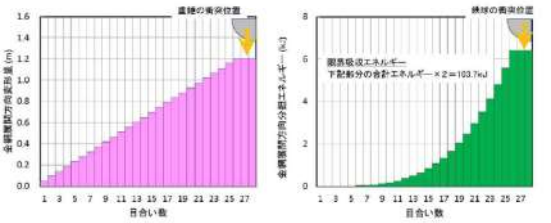
大飯発電所3/4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
<p style="text-align: right;">別紙 2-2</p> <p style="text-align: center;">電中研の金網強度評価試験結果</p> <p>1. 試験方法</p> <p>竜巻飛来物から竜巻防護施設を防護するための防護ネットに使用する金網について、図1に示す装置を用いて重錘を防護ネットに自由落下させて防護ネットの吸収エネルギーの確認を行った。</p> <p>試験は1m×1mの金網による予備試験と、より実機形状に近い4m×3mの金網2枚を展開方向が直角になるように重ねた試験体による大型自由落下試験を実施した。</p> <p>予備試験は、防護ネットの候補材選定も兼ねて実施し、1m×1mの防護ネットにおいて要求される吸収エネルギー(12kJ~13kJ)を、試験装置の最大落下高さ約40mからの自由落下で模擬するため、φ210mm、質量37.8kgの鉄球を用いて実施した。</p> <p>大型自由落下試験においては、4m×3mの金網2枚で算定される吸収エネルギー(約250kJ)を20m程度の自由落下で模擬するため、φ500mm、質量1500kgの重錘を用いて実施した。</p> <p>想定飛来物である、鋼製材、鋼製パイプが防護ネットに衝突した際には、飛来物の衝突面がネットに包み込まれ防護ネットによりエネルギーが吸収されると同時に、飛来物側もネットへの衝突の衝撃で変形しエネルギーの一部を吸収することとなるが、本試験ではネットに包み込まれる部分が球状の錘を用いて実施することにより飛来物側に変形が生じないことから、飛来物のエネルギーを全て防護ネットで吸収させてネットの性能を確認している。</p> <div style="border: 1px solid black; width: 100%; height: 100%; margin-top: 20px;"></div> <p style="text-align: center;">図1 自由落下試験装置</p>		<p style="text-align: right;">別紙 2</p> <p style="text-align: center;">電中研の金網強度評価試験結果</p> <p>1. 試験方法</p> <p>竜巻飛来物から外部事象防護対象施設を防護するためのネットに使用する金網について、図1に示す装置を用いて重錘を防護ネットに自由落下させて防護ネットの吸収エネルギーの確認を行った。</p> <p>試験は1m×1mの金網による予備試験と、より実機形状に近い4m×3mの金網2枚を展開方向が直角になるように重ねた試験体による大型自由落下試験を実施した。</p> <p>予備試験は、防護ネットの候補材選定も兼ねて実施し、1m×1mの防護ネットにおいて要求される吸収エネルギー(12kJ~13kJ)を試験装置の最大落下高さ約40mからの自由落下で模擬するため、φ210mm、質量37.8kgの鉄球を用いて実施した。</p> <p>大型自由落下試験においては、4m×3mの金網2枚で算定される吸収エネルギー(約250kJ)を20m程度の自由落下で模擬するため、φ500mm、質量1500kgの重錘を用いて実施した。</p> <p>想定飛来物である、鋼製材、鋼製パイプが防護ネットに衝突した際には、飛来物の衝突面がネットに包み込まれ防護ネットによりエネルギーが吸収されると同時に、飛来物側もネットへの衝突の衝撃で変形しエネルギーの一部を吸収することとなるが、本試験ではネットに包み込まれる部分が球状の錘を用いて実施することにより飛来物側に変形が生じないことから、飛来物のエネルギーをすべて防護ネットで吸収させてネットの性能を確認している。</p> <div style="text-align: center; margin-top: 20px;">  <p>図1 自由落下試験装置</p> </div>	<p>【大飯】 ・記載表現の相違。</p> <p>【大飯】 ・記載表現の相違。</p> <p>【大飯】 式中の値、計算結果は、電中研の研究報告として公開されているため、泊ではマスキング対象外とした。</p>

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（竜巻：別添資料1 添付資料3.13）

大飯発電所3/4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
<p>2. 予備試験条件</p> <ul style="list-style-type: none"> 金網緒元：名称：高強度金網 材質：JIS G3506 硬鋼線材（SWRH62A） 素線径 d：4 mm 素線の目合い（網目の大きさ）S：50 mm 素線の引張強さ：1,400N/mm² 寸法：1 m×1 m ワイヤ支持条件：固定支持（緩衝装置なし）、可動支持（緩衝装置なし） 重錘緒元：形状：φ210mm 鉄球 質量：37.8kg 落下高さ（エネルギー）：21m(7.8kJ)～41m(15.2kJ) <p>3. 予備試験結果および吸収エネルギー評価式との比較</p> <p>予備試験結果と限界吸収エネルギー評価式との比較を図2に示す。限界吸収エネルギーの算定値は12.1kJとなる。試験結果では、固定支持の条件では12.6kJまで貫通しないことが確認され、可動支持の条件では15.2kJまで貫通しないことが確認されたことから、限界吸収エネルギーの評価方法は妥当であると考えられる。</p>  <p>図2 予備試験結果と吸収エネルギー評価式との比較</p>	<p>2. 予備試験条件</p> <ul style="list-style-type: none"> 金網緒元：名称：高強度金網 材質：JIS G3506 硬鋼線材（SWRH62A） 素線径 d：4 mm 素線の目合い（網目の大きさ）S：50mm 素線の引張強さ：1,400N/mm² 寸法：1 m×1 m ワイヤ支持条件：固定支持（緩衝装置なし）、可動支持（緩衝装置なし） 重錘緒元：形状：φ210mm 鉄球 質量：37.8 kg 落下高さ（エネルギー）：21m（7.8 k J）～41m（15.2 k J） <p>3. 予備試験結果及び吸収エネルギー評価式との比較</p> <p>予備試験結果と限界吸収エネルギー評価式との比較を図2に示す。限界吸収エネルギーの算定値は12.1kJとなる。試験結果では、固定支持の条件では12.6kJまで貫通しないことが確認され、可動支持の条件では15.2kJまで貫通しないことが確認されたことから、限界吸収エネルギーの評価方法は妥当であると考えられる。</p>  <p>図2 予備試験結果と吸収エネルギー評価式との比較</p>	<p>2. 予備試験条件</p> <ul style="list-style-type: none"> 金網緒元：名称：高強度金網 材質：JIS G3506 硬鋼線材（SWRH62A） 素線径 d：4 mm 素線の目合い（網目の大きさ）S：50mm 素線の引張強さ：1,400N/mm² 寸法：1 m×1 m ワイヤ支持条件：固定支持（緩衝装置なし）、可動支持（緩衝装置なし） 重錘緒元：形状：φ210mm 鉄球 質量：37.8 k g 落下高さ（エネルギー）：21m（7.8 k J）～41m（15.2 k J） <p>3. 予備試験結果及び吸収エネルギー評価式との比較</p> <p>予備試験結果と限界吸収エネルギー評価式との比較を図2に示す。限界吸収エネルギーの算定値は12.1kJとなる。試験結果では、固定支持の条件では12.6kJまで貫通しないことが確認され、可動支持の条件では15.2kJまで貫通しないことが確認されたことから、限界吸収エネルギーの評価方法は妥当であると考えられる。</p>  <p>図2 予備試験結果と吸収エネルギー評価式との比較</p> <p>4. 大型自由落下試験条件</p> <ul style="list-style-type: none"> 金網緒元：名称：高強度金網 材質：JIS G3506 硬鋼線材（SWRH62A） 素線径 d：4 mm 素線の目合い（網目の大きさ）S：50mm 素線の引張強さ：1,400N/mm² 寸法：4 m×3 m及び3 m×4 mの2枚重ね ワイヤ支持条件：可動支持（緩衝装置あり） 重錘緒元：形状：φ500mm 円柱（先端半球） 質量：1500 k g 落下高さ（エネルギー）：15.4m（252kJ）～17m（279kJ） 	

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

大飯発電所3/4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
<p>5. 大型自由落下試験結果および吸収エネルギー評価式との比較</p> <p>図3に4m×3mの金網の限界吸収エネルギー算定の模式図を、図4に3m×4mの金網の限界吸収エネルギー算定の模式図を、図5に大型自由落下試験結果を示す。</p> <p>4m×3mの金網の限界吸収エネルギーは112.6kJ、3m×4mの金網の限界吸収エネルギー103.7kJとなり、これらの金網を重ね合わせて設置したときの限界吸収エネルギーは216.3kJとなる。大型試験では、参考に示す緩衝材を4体設置して実施しており、この緩衝材による吸収エネルギーが37.6kJとなるので、限界吸収エネルギーはこれらを合計した253.9kJと算定される。試験では、257kJまで貫通しないことが確認されたことから、限界吸収エネルギーの評価方法は妥当であると考えられる。</p>  <p>図3 4m×3m金網の限界吸収エネルギー算定模式図</p>  <p>図4 3m×4m金網の限界吸収エネルギー算定模式図</p>		<p>5. 大型自由落下試験結果及び吸収エネルギー評価式との比較</p> <p>図3に4m×3mの金網の限界吸収エネルギー算定の模式図を図4に3m×4mの金網の限界吸収エネルギー算定の模式図を図5に大型自由落下試験結果を示す。</p> <p>4m×3mの金網の限界吸収エネルギーは112.6kJ、3m×4mの金網の限界吸収エネルギー103.7kJとなり、これらの金網を重ね合わせて設置したときの限界吸収エネルギーは216.3kJとなる。大型試験では、参考に示す緩衝材を4体設置して実施しており、この緩衝材による吸収エネルギーが37.6kJとなるので、限界吸収エネルギーはこれらを合計した253.9kJと算定される。試験では、257kJまで貫通しないことが確認されたことから、限界吸収エネルギーの評価方法は妥当であると考えられる。</p>  <p>図3 4m×3m金網の限界吸収エネルギー算定模式図</p>  <p>図4 3m×4m金網の限界吸収エネルギー算定模式図</p>	

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（竜巻：別添資料1 添付資料3.13）

大飯発電所3/4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
<div data-bbox="138 146 665 507" data-label="Image"> </div> <div data-bbox="309 507 510 529" data-label="Caption"> <p>図5 大型自由落下試験結果</p> </div> <div data-bbox="85 592 181 614" data-label="Section-Header"> <p>6. まとめ</p> </div> <div data-bbox="98 619 696 730" data-label="Text"> <p>1m×1mの高強度金網を用いて実施した予備試験、および3m×4mの高強度金網を用いて実施した大型自由落下試験の錘の落下エネルギー (E_{Drop}) と、金網の限界吸収エネルギーの評価式を用いて算定した金網の吸収エネルギー (E_{Design}) との比較を図6に示す。</p> </div> <div data-bbox="98 735 696 815" data-label="Text"> <p>$E_{Design} > E_{Drop}$ の領域においては、予備試験、大型自由落下試験のいずれの試験においてもネットの貫通はなく錘を捕捉できていることから、金網の限界エネルギーの評価式は妥当であると考えられる。</p> </div> <div data-bbox="138 831 636 1268" data-label="Image"> </div> <div data-bbox="264 1273 488 1295" data-label="Caption"> <p>図6 E_{Design} と E_{Drop} の比較結果</p> </div>		<div data-bbox="1400 146 1921 507" data-label="Image"> </div> <div data-bbox="1570 507 1771 529" data-label="Caption"> <p>図5 大型自由落下試験結果</p> </div> <div data-bbox="1346 592 1442 614" data-label="Section-Header"> <p>6. まとめ</p> </div> <div data-bbox="1359 619 1957 730" data-label="Text"> <p>1m×1mの高強度金網を用いて実施した予備試験、及び3m×4mの高強度金網を用いて実施した大型自由落下試験の錘の落下エネルギー (E_{Drop}) と、金網の限界吸収エネルギーの評価式を用いて算定した金網の吸収エネルギー (E_{Design}) との比較を図6に示す。</p> </div> <div data-bbox="1359 735 1957 815" data-label="Text"> <p>$E_{Design} > E_{Drop}$ の領域においては、予備試験、大型自由落下試験のいずれの試験においてもネットの貫通はなく錘を捕捉できていることから、金網の限界エネルギーの評価式は妥当であると考えられる。</p> </div> <div data-bbox="1417 837 1915 1260" data-label="Image"> </div> <div data-bbox="1547 1265 1771 1287" data-label="Caption"> <p>図6 E_{Design} と E_{Drop} の比較結果</p> </div>	

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

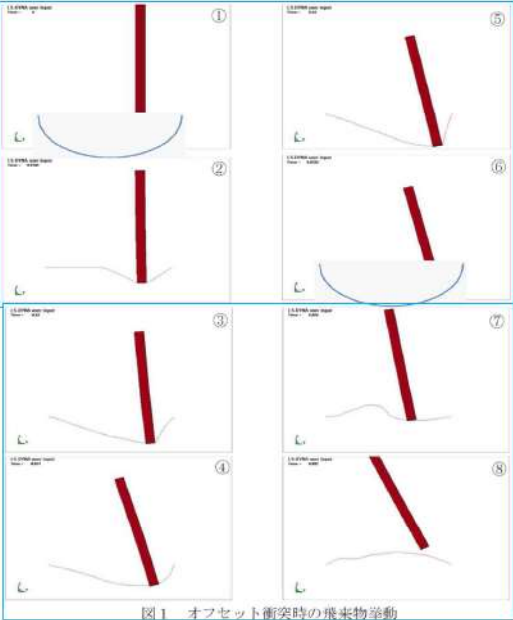
大飯発電所3/4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
<p style="text-align: right;">別紙 2-3</p> <p style="text-align: center;">緩衝材の原理と吸収エネルギー</p> <p>1. 緩衝材の構造および設置方法</p> <p>図1に示す構造の緩衝材を、図2のように金網を固定するフレームの4隅に設置し、金網を固定するワイヤを緩衝材に沿わせて設置することにより、緩衝材内部の部材の塑性変形によりエネルギーを吸収する。</p> <p>緩衝材1体当たり約9.4kJの吸収エネルギーを有しており、4体で約37.6kJのエネルギーを吸収することが出来る。図3に緩衝材の設置状況を示す。</p> <div data-bbox="362 293 689 539" style="border: 1px solid black; width: 100%; height: 100%;"></div> <p style="text-align: center;">図1 緩衝材の構造</p> <div data-bbox="152 639 609 1091" style="border: 1px solid black; width: 100%; height: 100%;"></div> <p style="text-align: center;">図2 緩衝材の設置方法</p> <div data-bbox="168 1137 602 1430" style="border: 1px solid black; width: 100%; height: 100%;"></div> <p style="text-align: center;">図3 緩衝材の設置状況</p>		<p style="text-align: right;">別紙 3</p> <p style="text-align: center;">緩衝材の原理と吸収エネルギー</p> <p>1. 緩衝材の構造及び設置方法</p> <p>図1に示すように、金網を固定するフレームの4隅に緩衝材を設置し、金網を固定するワイヤを緩衝材に沿わせて設置することにより、緩衝材内部の部材の塑性変形によりエネルギーを吸収する。</p> <p>緩衝材1体当たり約9.4kJの吸収エネルギーを有しており、4体で約37.6kJのエネルギーを吸収することが出来る。</p> <p>図2に金網、ワイヤロープ及び緩衝材の取り付けイメージ図を示す。</p> <div data-bbox="1435 517 1883 852" style="text-align: center;"> </div> <p style="text-align: center;">図1 緩衝材の構造及び設置方法</p>	<p>【大飯】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・記載表現の相違。 <p>【大飯】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・記載方針の相違。泊は電中研の公開版報告書の情報を用いて記載したことによる相違。(実質的な相違なし)

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（竜巻：別添資料1 添付資料3.13）

大飯発電所3/4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
<div data-bbox="120 165 651 491" data-label="Image"> </div> <p data-bbox="136 496 600 512">図4 防護ネット、ワイヤーロープおよび緩衝材の取り付けイメージ図</p> <p data-bbox="85 547 360 568">2. 緩衝材による地震時の影響</p> <p data-bbox="98 576 696 715">緩衝材を設置することにより、飛来物衝突時の金網の吸収エネルギーに余裕を与えることができるが、地震時に金網に作用する地震力により緩衝材が塑性変形すると、金網を固定しているワイヤーにたるみが生じ、金網が大きく揺れることにより海水ポンプに影響を及ぼす可能性がある。</p> <p data-bbox="98 751 696 1062">緩衝材が塑性変形し動作したとき外周のパイプは斜め方向に70mm 移動するため、保守的に金網展開方向、金網展開直角方向の各々について、ワイヤー支持間隔が両側で70mm ずつ短くなったものとして金網のたわみ量を評価した。金網展開方向長さ 8.56m、金網展開直角方向長さ 6.78m の金網について、地震時に緩衝材が塑性変形しワイヤーにたるみが生じたときの金網展開方向のたわみ量は 0.68m、展開直角方向のたわみ量は 0.61m となり、保守的にこれら のたわみ量を足し合わると 1.29m となる。防護ネットと海水ポンプとの離隔距離は約 4.8m あるため、地震時に緩衝材が動作してワイヤーにたるみが生じ金網が大きく揺れる状態になったとしても海水ポンプに影響を与える恐れはない。</p> <p data-bbox="98 1070 696 1121">なお、地震等による緩衝材の塑性変形が確認された場合には、緩衝材の取替えを実施する。</p>	<div data-bbox="1368 165 1957 411" data-label="Image"> </div> <p data-bbox="1464 416 1839 432">図2 金網、ワイヤーロープ及び緩衝材の取り付けイメージ図</p> <p data-bbox="1581 485 1944 501">□ 持票みの内容は機密情報に属しますので公開できません。</p> <p data-bbox="1375 552 1650 572">2. 緩衝材による地震時の影響</p> <p data-bbox="1361 580 1960 719">緩衝材を設置することにより、飛来物衝突時の金網の吸収エネルギーに余裕を与えることができるが、地震時に金網に作用する地震力により緩衝材が塑性変形すると、金網を固定しているワイヤーにたるみが生じ、金網が大きく揺れることにより原子炉補機冷却海水ポンプ等に影響を及ぼす可能性がある。</p> <p data-bbox="1361 756 1960 1067">緩衝材が塑性変形し動作したとき外形保持管は斜め方向に 70mm 移動するため、保守的に金網展開方向、金網展開直角方向の各々について、ワイヤー支持間隔が両側で70mm ずつ短くなったものとして金網のたわみ量を評価した。金網展開方向長さ 5.01m、金網展開直角方向長さ 4.635m の金網について、地震時に緩衝材が塑性変形しワイヤーにたるみが生じたときの金網展開方向のたわみ量は 0.42m、展開直角方向のたわみ量は 0.40m となり、保守的にこれら のたわみ量を足し合わると 0.82m となる。防護ネットと原子炉補機冷却海水ポンプ等との離隔距離は約 2.6m あるため、地震時に緩衝材が動作してワイヤーにたるみが生じ金網が大きく揺れる状態になったとしても原子炉補機冷却海水ポンプ等に影響を与える恐れはない。</p> <p data-bbox="1361 1075 1960 1126">なお、地震等による緩衝材の塑性変形が確認された場合には、緩衝材の取替えを実施する。</p>	<p data-bbox="1980 668 2152 743">【大飯】 ・ネットで防護する対象の相違。</p> <p data-bbox="1980 756 2069 807">【大飯】 呼称の相違。</p> <p data-bbox="1980 844 2152 919">【大飯】 ・竜巻防護ネットのサイズ等の相違。</p> <p data-bbox="1980 959 2152 1034">【大飯】 ・ネットで防護する対象の相違。</p> <p data-bbox="1980 1046 2130 1121">【大飯】 ・設置環境による相違。</p> <p data-bbox="1980 1134 2152 1209">【大飯】 ・ネットで防護する対象の相違。</p>	


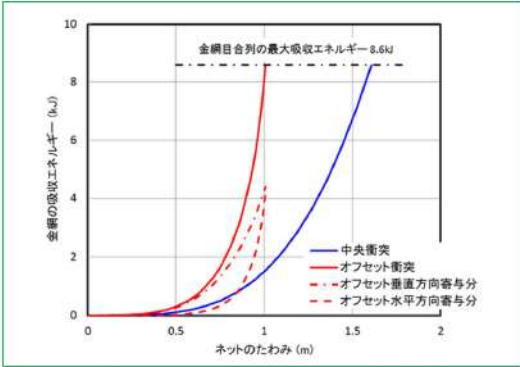
赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

大飯発電所3/4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
<p style="text-align: right;">別紙 2-4</p> <p style="text-align: center;">飛来物のオフセット衝突時の影響評価</p> <p>1. 展開方向オフセット衝突時の飛来物の挙動</p> <p>飛来物が防護ネットの中央部から展開方向にずれた位置に衝突したときの挙動についてLS-DYNAを用いて解析した。解析は、鋼製材が展開方向長さ4mの金網に、最大水平速度となる57m/sで、中央から金網展開方向に1mオフセットした位置に衝突した条件で実施した。解析に際しては、飛来物の先端が金網との衝突により局部的に変形することが想定されるため、金網と飛来物は初期の衝突点において一体となって挙動するとした。解析の結果を図1に示す。</p> <p>この結果から、防護ネットの中央からオフセットした位置に衝突した飛来物は、距離が短い側の金網支持部の方向に向きを変えながら進行し、金網が最大変形したところで反発することがわかる。なお、①および⑥には、オフセット衝突における金網の最大変形時の飛来物の衝突点の軌跡として想定される楕円を記載している。</p>  <p style="text-align: center;">図1 オフセット衝突時の飛来物挙動</p> <p>2. 展開方向オフセット衝突時の吸収エネルギー評価</p> <p>LS-DYNAによるオフセット衝突時の飛来物の挙動解析結果から、金網の中央部から展開方向にずれた位置に飛来物が衝突した場合に、金網の最大変形時の飛来物の衝突点の軌跡は楕円状となると考えられる。金網の展開方向長さ4mのときの例を図2に示す。</p>		<p style="text-align: right;">別紙 4</p> <p style="text-align: center;">飛来物のオフセット衝突時の影響評価</p> <p>1. 展開方向オフセット衝突時の飛来物の挙動を検討する仮定</p> <p>オフセット衝突による影響検討においては、衝突時の飛来物と高強度金網の挙動を以下のように仮定する。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 高強度金網展開方向の交点列の張力は常に均一である。 2) 衝突後の飛来物と金網は衝突点で一体となって挙動する。 3) 最大変形時の金網全長は破断時展開長とする。 <p>以上の過程から、破断時の金網の全長は飛来物の衝突位置に因らず、破断時展開長で一定となり、最大変形時の衝突点 P' の軌跡は楕円形状となる。</p> <p>以下の設定条件におけるオフセットの影響を試算する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・金網諸元：50mm 目合い、素線径 4mm、破断強度 1400N/mm² 級 ・破断ひずみ：0.283 ・展開長：4000mm ・破断時展開長さ 513mm <p>2. 展開方向オフセット衝突時の吸収エネルギー評価</p> <p>前項での条件とした場合に、飛来物が中央から1.2mオフセット衝突した場合の飛来物の挙動を図1に示す。</p>	<p>【大飯】 ・記載表現の相違。</p> <p>【大飯】 泊では電中研報告書の記載を参照している。また、大飯でマスキングとしている数式、グラフについては、公開版の電中研の報告書に記載があるため、マスキング対象外とした。</p> <p>【大飯】 泊では電中研報告書の記載を参照している。</p>

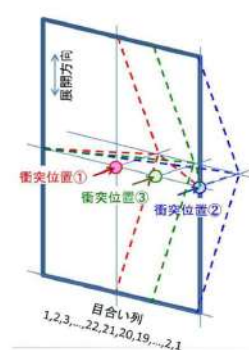
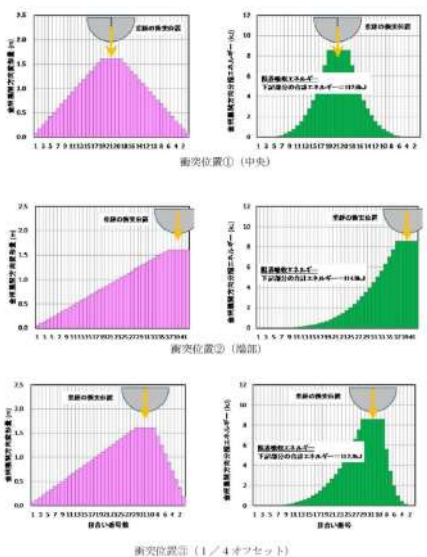
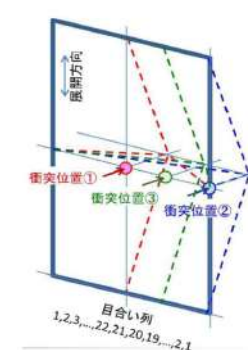
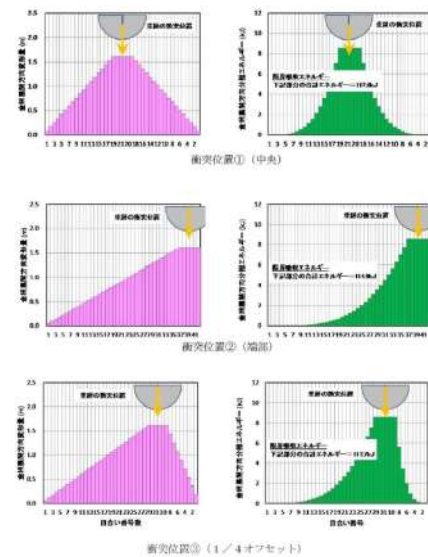
赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

大飯発電所3/4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
<p>展開方向長さ4mの金網の中央を原点にして、金網固定点を座標(-2000, 0)、(2000, 0)としたときの、Y軸方向に飛来した飛来物により金網が最大変形したときの飛来物停止位置P'の軌跡 このときの点P'の軌跡は楕円となり、次の式で表される。</p> <div data-bbox="286 300 510 379" style="border: 1px solid black; width: 100px; height: 50px; margin: 10px auto;"></div> <div data-bbox="241 432 600 703" style="border: 1px solid black; width: 160px; height: 170px; margin: 10px auto;"></div> <p style="text-align: center;">図2 展開方向長さ4mの金網における衝突点の軌跡</p> <p>図2において、y軸方向に進行する飛来物がオフセット位置で金網に衝突し、金網がたわみ始めると、衝突位置左右の金網のx軸方向張力の差分により飛来物は金網の中心離れる方向に横方向の力を受け、図3のように飛来物は金網の中心から外れる方向に向かい、図1で示した金網が最大変形した楕円軌道上で停止する。4mの展開方向長さの金網の場合、中央に衝突したときにはy軸方向の最大たわみは1.6mであるが、オフセット長1.2mの場合には最大たわみは1.0mとなる。</p> <div data-bbox="185 1058 607 1422" style="border: 1px solid black; width: 188px; height: 228px; margin: 10px auto;"></div> <p style="text-align: center;">図3 オフセット衝突した飛来物の軌跡</p>	<p>女川原子力発電所2号炉</p>	<p>展開方向長さ4mの金網の中央を原点にして、金網固定点を座標(-2000, 0)、(2000, 0)としたときの、Y軸方向に飛来した飛来物により金網が最大変形したときの飛来物停止位置P'の軌跡 このときの点P'の軌跡は楕円となり、次の式で表される。</p> <div data-bbox="1496 300 1839 384" style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px auto;"> $\text{点P'の軌跡 } \frac{x^2}{2566^2} + \frac{y^2}{1607^2} = 1$ </div> <div data-bbox="1361 411 1951 708" style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px auto;"> </div> <p style="text-align: center;">図1 展開方向長さ4mの金網における衝突点の軌跡</p> <p>図2において、y軸方向に進行する飛来物がオフセット位置で金網に衝突し、金網がたわみ始めると、衝突位置左右の金網のx軸方向張力の差分により飛来物は金網の中心離れる方向に横方向の力を受け、図3のように飛来物は金網の中心から外れる方向に向かい、図1で示した金網が最大変形した楕円軌道上で停止する。4mの展開方向長さの金網の場合、中央に衝突したときにはy軸方向の最大たわみは1.6mであるが、オフセット長1.2mの場合には最大たわみは1.0mとなる。</p> <div data-bbox="1442 1043 1890 1385" style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px auto;"> </div> <p style="text-align: center;">図2 オフセット衝突した飛来物の軌跡</p>	<p>【大飯】 式中の値、計算結果は、電中研の研究報告として公開されているため、泊ではマスキング対象外とした。</p> <p>【大飯】 記載表現の相違。(図番)</p> <p>【大飯】 式中の値、計算結果は、電中研の研究報告として公開されているため、泊ではマスキング対象外とした。</p> <p>【大飯】 記載表現の相違。(図番)</p>

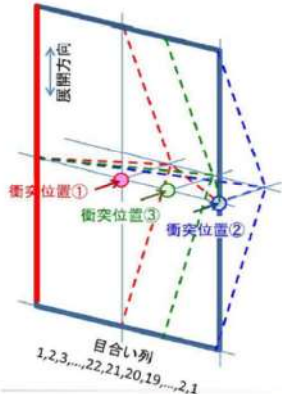
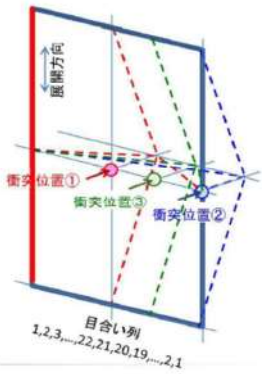
赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

大飯発電所3/4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
<p>飛来物がオフセット位置に衝突した場合、飛来物のエネルギーは、垂直方向と水平方向に分解され、その各々が金網の吸収エネルギーに変換されることとなる。オフセット衝突時の水平方向寄与分、垂直方向寄与分の各々についての金網の吸収エネルギーを4mの金網について算定したものを、たわみ量を横軸にとりグラフ化したもの図4に示す。</p>  <p>図4 オフセット衝突時の吸収エネルギー</p> <p>図4から、飛来物が展開方向にオフセット位置に衝突した場合には、最大たわみ量はオフセット位置から短い側の金網の最大伸び量に制限されるが、金網の最大吸収エネルギーは、飛来物が垂直方向に金網を引っ張ることによるエネルギーと、水平方向に引っ張ることによるエネルギーとの合計となり、その値は中央部に衝突した場合の吸収エネルギーと等価になると考えられる。</p> <p>3. 展開直角方向オフセット衝突時の吸収エネルギー評価 飛来物が金網展開直角方向にオフセットして衝突した場合の金網の吸収エネルギーへの影響について検討した。</p>	<p>女川原子力発電所2号炉</p>	<p>飛来物がオフセット位置に衝突した場合、飛来物のエネルギーは、垂直方向と水平方向に分解され、その各々が金網の吸収エネルギーに変換されることとなる。オフセット衝突時の水平方向寄与分、垂直方向寄与分の各々についての金網の吸収エネルギーを4mの金網について算定したものをSたわみ量を横軸にとりグラフ化したもの図4に示す。</p>  <p>図3 オフセット衝突時の吸収エネルギー</p> <p>図4から、飛来物が展開方向にオフセット位置に衝突した場合には、最大たわみ量はオフセット位置から短い側の金網の最大伸び量に制限されるが、金網の最大吸収エネルギーは、飛来物が垂直方向に金網を引っ張ることによるエネルギーと、水平方向に引っ張ることによるエネルギーとの合計となり、その値は中央部に衝突した場合の吸収エネルギーと等価になると考えられる。</p> <p>3. 展開直角方向オフセット衝突時の吸収エネルギー評価 飛来物が金網展開直角方向にオフセットして衝突した場合の金網の吸収エネルギーへの影響について検討した。</p>	<p>【大飯】 式中の値、計算結果は、電中研の研究報告として公開されているため、泊ではマスキング対象外とした。</p> <p>【大飯】 記載表現の相違。(図番)</p>

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

大飯発電所3/4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
<p>検討は、金網展開方向長さ4m、展開直角方向長さ3mの金網について、図5に示すように金網中央に衝突した場合①をベースとして、展開直角方向端部②、展開直角方向1/4オフセット③の3ケースを比較することで行った。</p>  <p>図5 金網展開直角方向オフセットの検討ケース</p> <p>各ケースにおける金網の限界吸収エネルギーの算定結果を以下に示す。</p> 	<p>図5に示すように金網中央に衝突した場合①をベースとして、展開直角方向端部②、展開直角方向1/4オフセット③の3ケースを比較することで行った。</p>  <p>図4 金網展開直角オフセットの検討ケース</p> <p>各ケースにおける金網の限界吸収エネルギーの算定結果を以下に示す。</p> 	<p>【大阪】 記載表現の相違。（図番）</p>	

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

大阪発電所3/4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由																
<p>各衝突位置における金網の限界吸収エネルギーの算定の結果、僅かではあるが中央に衝突した場合より端部に衝突した場合のほうが限界吸収エネルギーは大きくなる結果となった。これは中央からオフセットしたことで、衝突位置からオフセットとは反対側の金網の固定位置（図6の赤く塗った部分）までの距離が長くなり、飛来物の衝突により金網が大きく変形する範囲が増えるため吸収エネルギーが大きくなったものと考えられる。したがって、展開直角方向のオフセットに関しては、金網の中央部が最も保守的な限界吸収エネルギーの評価値となる。</p> <table border="1" data-bbox="85 427 692 533"> <thead> <tr> <th>衝突位置</th> <th>限界吸収エネルギー(1枚分)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>① 中央</td> <td>112.6kJ</td> </tr> <tr> <td>② 端部</td> <td>114.9kJ</td> </tr> <tr> <td>③ 1/4 オフセット</td> <td>112.7kJ</td> </tr> </tbody> </table>  <p>図6 衝突位置と金網固定位置の関係</p>	衝突位置	限界吸収エネルギー(1枚分)	① 中央	112.6kJ	② 端部	114.9kJ	③ 1/4 オフセット	112.7kJ		<p>各衝突位置における金網の限界吸収エネルギーの算定の結果、僅かではあるが中央に衝突した場合より端部に衝突した場合のほうが限界吸収エネルギーは大きくなる結果となった。これは中央からオフセットしたことで、衝突位置からオフセットとは反対側の金網の固定位置（図6の赤く塗った部分）までの距離が長くなり、飛来物の衝突により金網が大きく変形する範囲が増えるため吸収エネルギーが大きくなったものと考えられる。したがって、展開直角方向のオフセットに関しては、金網の中央部が最も保守的な限界吸収エネルギーの評価値となる。</p> <table border="1" data-bbox="1352 414 1948 533"> <thead> <tr> <th>衝突位置</th> <th>限界吸収エネルギー(1枚分)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>①中央</td> <td>112.6kJ</td> </tr> <tr> <td>②端部</td> <td>114.9kJ</td> </tr> <tr> <td>③ 1/4 オフセット</td> <td>112.7kJ</td> </tr> </tbody> </table>  <p>図5 衝突位置と金網固定位置の関係</p>	衝突位置	限界吸収エネルギー(1枚分)	①中央	112.6kJ	②端部	114.9kJ	③ 1/4 オフセット	112.7kJ	
衝突位置	限界吸収エネルギー(1枚分)																		
① 中央	112.6kJ																		
② 端部	114.9kJ																		
③ 1/4 オフセット	112.7kJ																		
衝突位置	限界吸収エネルギー(1枚分)																		
①中央	112.6kJ																		
②端部	114.9kJ																		
③ 1/4 オフセット	112.7kJ																		

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（竜巻：別添資料1 添付資料3.13）

大飯発電所3/4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
<p style="text-align: right;">別紙 2-5</p> <p style="text-align: center;">飛來物衝突部における金網の局部貫通評価</p> <p>防護ネットに飛來物が衝突した際に、飛來物により金網に局部貫通が生じないことを次の手順で確認した。</p> <ol style="list-style-type: none"> ① 飛來物衝突による衝突荷重の算定 ② 衝突部の金網から素線一本あたりの荷重を算出 ③ 素線一本あたりの荷重が破断荷重以下であることを確認 <p>① 飛來物衝突による衝突荷重の算定 鋼製材が4m×3mの防護ネットに衝突したときの衝撃荷重を次のように算定した。 金網の吸収エネルギーの評価式と同様にネットをバネが直列につながったものとモデル化し、飛來物が防護ネットに衝突する際の速度を、飛來物の水平速度57m/sを切り上げて60m/s、飛來物の質量をmとすると、衝突後に飛來物に作用する衝撃荷重F、時間t秒後の飛來物の速度vおよび変位量dは以下の式で表される。</p> $F = Qt$ $v = -\frac{1}{m} \int Qt = -\frac{Qt^2}{2m} + 60$ $d = \int \left(-\frac{Qt^2}{2m} + 60 \right) dt = -\frac{Qt^3}{6m} + 60t$ <p>ここで、最大変位d_{max}に到達したとき飛來物の速度v=0であるから、</p> $-\frac{Qt^2}{2m} + 60 = 0 \quad \text{より}$ $Qt^2 = 120m$ $d_{max} = -\frac{Qt^3}{6m} + 60t = -\frac{120mt}{6m} + 60t = -20t + 60t = 40t$ <p>従って</p> $t = \frac{d_{max}}{40} \quad F = Qt = \frac{120m}{t} \quad \text{となる。}$ <p>鋼製材の質量 m=135kg、</p> <p>4m×3mの金網における最大たわみ量 d_{max} = $\frac{4}{2} \tan(38.8^\circ) = \square$ [m] より</p> <p>衝突時間：t = \square [sec]、 衝撃荷重：F = \square [kN]</p> <p>② 衝突部の金網から素線一本あたりの荷重を算出 鋼製材の寸法は0.2m×0.3m×4.2m、防護ネットは目合い長さ50mmの金網を目合いが交互になるように2枚重ねて設置することから、右の図のように鋼製材が防護ネットに衝突したときの鋼製材外周近傍の金網交点は30点となるので、衝撃荷重を受け止める金網の素線本数は、30本となる。 従って、素線1本あたりの荷重は、13.5kNとなる。</p>		<p style="text-align: right;">別紙 5</p> <p style="text-align: center;">飛來物衝突部における金網の局部貫通評価</p> <p>竜巻防護ネット（以下、防護ネットと言う）に飛來物が衝突した際に、飛來物により金網に局部貫通が生じないことを次の手順で確認した。</p> <ol style="list-style-type: none"> ① 飛來物衝突による衝突荷重の算定 ② 衝突部の金網から素線一本あたりの荷重を算出 ③ 素線一本あたりの荷重が破断荷重以下であることを確認 <p>① 飛來物衝突による衝突荷重の算定 鋼製材が4m×3mの防護ネットに衝突したときの衝撃荷重を次のように算定した。 金網の吸収エネルギーの評価式と同様にネットをバネが直列につながったものとモデル化し、飛來物が防護ネットに衝突する際の速度を飛來物の水平速度57m/sを切り上げて60m/s、飛來物の質量をmとすると、衝突後に飛來物に作用する衝撃荷重F、時間t秒後の飛來物の速度v及び変位量dは以下の式で表される。</p> $F = Qt$ $v = -\frac{1}{m} \int Qt = -\frac{Qt^2}{2m} + 60$ $d = \int \left(-\frac{Qt^2}{2m} + 60 \right) dt = -\frac{Qt^3}{6m} + 60t$ <p>ここで、最大変位d_{max}に到達したときの飛來物の速度v=0であるから、</p> $-\frac{Qt^2}{2m} + 60 = 0$ <p>より</p> $Qt^2 = 120m$ $d_{max} = -\frac{Qt^3}{6m} + 60t = -\frac{120mt}{6m} + 60t = -20t + 60t = 40t$ <p>したがって</p> $t = \frac{d_{max}}{40} \quad F = Qt = \frac{120m}{t}$ <p>となる</p> <p>鋼製材の質量 m=135kg、 4m×3mの金網における最大たわみ量</p> <div style="border: 2px solid green; padding: 5px; display: inline-block;"> $d_{max} = \frac{4}{2} \tan(38.8^\circ) = 1.608 \text{ [m]}$ </div> <p>衝突時間：t = 0.040[sec]、 衝撃荷重：F = 405[kN]</p> <p>② 衝突部の金網から素線一本あたりの荷重を算出 鋼製材の寸法は0.2m×0.3m×4.2m、防護ネットは目合い長さ50mmの金網を目合いが交互になるように2枚重ねて設置することから、右の図のように鋼製材が防護ネットに衝突したときの鋼製材外周近傍の金網交点は30点となるので、衝撃荷重を受け止める金網の素線本数は、30本となる。 従って、素線1本あたりの荷重は、13.5kNとなる。</p>	<p>【大飯】 ・記載表現の相違。</p> <p>【大飯】 ・記載表現の相違。</p> <p>【大飯】 式中の値、計算結果は、電中研の研究報告として公開されているため、泊ではマスキング対象外とした。</p>

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（竜巻：別添資料1 添付資料3.13）

大飯発電所3/4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
<p>③ 素線一本あたりの荷重が破断荷重以下であることを確認 防護ネットに使用する金網の素線の破断荷重は、荷重試験の交点/荷重-伸び曲線より 15kN であるので、素線1本あたりの荷重<破断荷重となり、鋼製材による金網の局所的な貫通は発生しない。</p>		<p>③ 素線一本あたりの荷重が破断荷重以下であることを確認 防護ネットに使用する金網の素線の破断荷重は、荷重試験の交点/荷重-伸び曲線より 15kN であるので、素線1本あたりの荷重<破断荷重となり、鋼製材による金網の局所的な貫通は発生しない。</p>	

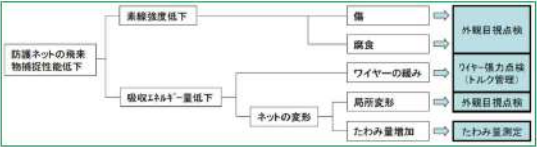
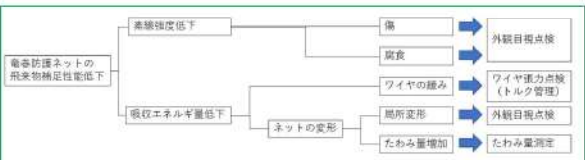
赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（竜巻：別添資料1 添付資料3.13）

大飯発電所3/4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
<p style="text-align: right;">別紙3</p> <p style="text-align: center;">網目より小さい飛来物の対策</p> <p>飛来物は飛散防止対策を行うことから飛来の可能性は低い、設計飛来物のうち鋼製パイプについては、工事等の足場材として使用されており、飛散の可能性を否定しきれない。鋼製パイプは直径50mmであるため、50mm目合いの網目をすり抜ける可能性がある。そのため、40mm目合い寸法の金網を設置し、鋼製パイプが竜巻飛来物防護対策設備内部に侵入することを防止する。</p> <p>また、極小飛来物の設計飛来物として考えている砂利（0.04m×0.04m×0.04m）が竜巻防護施設に衝突してもその衝突時間は非常に短いため、設備に有意な応力は生じないことを確認していることから、設計飛来物より小さい砂利が衝突しても竜巻防護施設に影響は与えない。</p>		<p style="text-align: right;">別紙6</p> <p style="text-align: center;">網目より小さい飛来物の対策</p> <p>飛来物は飛散防止対策を行うことから飛来の可能性は低い、設計飛来物のうち鋼製パイプについては、工事等の足場材として使用されており、飛散の可能性を否定しきれない。鋼製パイプは直径50mmであるため、50mm目合いの網目をすり抜ける可能性がある。そのため、40mm目合い寸法の金網を設置し、鋼製パイプが竜巻飛来物防護対策設備内部に侵入することを防止する。</p> <p>また、極小飛来物の設計飛来物として考えている砂利（0.04m×0.04m×0.04m）が竜巻防護施設に衝突してもその衝突時間は非常に短いため、設備に有意な応力は生じないことを確認していることから、設計飛来物より小さい砂利が衝突しても外部事象防護対象施設に影響は与えない。</p>	<p>【大飯】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・記載表現の相違。 <p>【大飯】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・記載表現の相違。



赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（竜巻：別添資料1 添付資料3.13）

大飯発電所3/4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
<p style="text-align: center;">別紙 4</p> <p style="text-align: center;">防護ネットの点検、管理方法について</p> <p>竜巻防護ネットは、ネットの1目合いにおける荷重-伸び曲線の試験結果を直線で近似し、ネットを1目合い毎のパネが連結したものと仮定し吸収エネルギーの評価を実施している。このため、たわみ等によるネットの大きな変形、ネットの傷、腐食があると、飛来物の衝突のエネルギーを吸収できなくなる恐れがある。このため、防護ネットの点検、管理方法について以下に検討した。</p> <p>1. 防護ネットの劣化要因 ネットの飛来物捕捉性能を低下させるような劣化として、ネットの変形による吸収エネルギーの低下と、素線の傷、腐食による素線強度の低下が考えられる。 このうちのネットの変形に関しては、強風により異物が当たる等の要因で、ネットの一部に力が加わることによる局所的な変形と、ネットを固定しているワイヤーの緩み、ネット自身の経年劣化によるたわみの増加が考えられる。</p> <p>2. 防護ネットの点検、保守方法 素線の傷、腐食および局所的な変形に対する点検として、定期的を目視によるネットの外観点検を実施し、素線の凹み傷や断線、腐食および変形が見られた場合にはネットの取替えを検討する。 さらに、台風や地震、火災によってもネットに傷、局所的な変形が生じる可能性がある。そのため、台風や地震、火災のあとには損傷等、各部の異常の有無を点検し、素線の凹み傷や断線、局所的な変形などの異常があった場合には取替えを検討する。 ネットのたわみの増加に関しては、その要因としてネットを固定しているワイヤーの緩み、ネット自身の経年劣化が考えられることから、定期的に、防護ネットを固定しているワイヤーの張力の点検、ネットのたわみ量の測定を実施し、管理基準を逸脱した場合にはワイヤーの再緊張やネットの取替えを検討する。</p> 	<p style="text-align: center;">別紙 7</p> <p style="text-align: center;">竜巻防護ネットの点検、管理方法について</p> <p>竜巻防護ネットは、ネットの1目合いにおける荷重-伸び曲線の試験結果を直線で近似し、ネットを1目合い毎のパネが連結したものと仮定し吸収エネルギーの評価を実施している。このため、たわみ等によるネットの大きな変形、ネットの傷、腐食があると、飛来物の衝突のエネルギーを吸収できなくなるおそれがある。このため、防護ネットの点検、管理方法について以下に検討した。</p> <p>1. 防護ネットの劣化要因 ネットの飛来物捕捉性能を低下させるような劣化として、ネットの変形による吸収エネルギーの低下と、素線の傷、腐食による素線強度の低下が考えられる。 このうちのネットの変形に関しては、強風により異物が当たる等の要因で、ネットの一部に力が加わることによる局所的な変形と、ネットを固定しているワイヤの緩み、ネット自身の経年劣化によるたわみの増加が考えられる。</p> <p>2. 防護ネットの点検、保守方法 素線の傷、腐食及び局所的な変形に対する点検として、定期的を目視によるネットの外観点検を実施し、素線の凹み傷や断線、腐食及び変形が見られた場合にはネットの取替えを検討する。 さらに、地震、火災によってもネットに傷、局所的な変形が生じる可能性がある。そのため、地震、火災のあとには損傷等、各部の異常の有無を点検し、素線の凹み傷や断線、局所的な変形等の異常があった場合には取替えを検討する。 ネットのたわみの増加に関しては、その要因としてネットを固定しているワイヤの緩み、ネット自身の経年劣化が考えられることから、定期的に、防護ネットを固定しているワイヤの張力の点検、ネットのたわみ量の測定を実施し、管理基準を逸脱した場合にはワイヤの再緊張やネットの取替えを検討する。</p> 	<p style="text-align: center;">別紙 7</p> <p style="text-align: center;">竜巻防護ネットの点検、管理方法について</p> <p>竜巻防護ネットは、ネットの1目合いにおける荷重-伸び曲線の試験結果を直線で近似し、ネットを1目合い毎のパネが連結したものと仮定し吸収エネルギーの評価を実施している。このため、たわみ等によるネットの大きな変形、ネットの傷、腐食があると、飛来物の衝突のエネルギーを吸収できなくなるおそれがある。このため、防護ネットの点検、管理方法について以下に検討した。</p> <p>1. 防護ネットの劣化要因 ネットの飛来物捕捉性能を低下させるような劣化として、ネットの変形による吸収エネルギーの低下と、素線の傷、腐食による素線強度の低下が考えられる。 このうちのネットの変形に関しては、強風により異物が当たる等の要因で、ネットの一部に力が加わることによる局所的な変形と、ネットを固定しているワイヤの緩み、ネット自身の経年劣化によるたわみの増加が考えられる。</p> <p>2. 防護ネットの点検、保守方法 素線の傷、腐食及び局所的な変形に対する点検として、定期的を目視によるネットの外観点検を実施し、素線の凹み傷や断線、腐食及び変形が見られた場合にはネットの取替えを検討する。 さらに、地震、火災によってもネットに傷、局所的な変形が生じる可能性がある。そのため、地震、火災のあとには損傷等、各部の異常の有無を点検し、素線の凹み傷や断線、局所的な変形等の異常があった場合には取替えを検討する。 ネットのたわみの増加に関しては、その要因としてネットを固定しているワイヤの緩み、ネット自身の経年劣化が考えられることから、定期的に、防護ネットを固定しているワイヤの張力の点検、ネットのたわみ量の測定を実施し、管理基準を逸脱した場合にはワイヤの再緊張やネットの取替えを検討する。</p>	<p>【大飯】 ・記載表現の相違。</p> <p>【大飯】 泊の防護ネットは屋内設置のため台風による影響はない。</p> <p>【大飯】 ・記載表現の相違。</p>

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（竜巻：別添資料1 添付資料3.13）

大飯発電所3/4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
<p>3. 管理基準の検討</p> <p>(1) ワイヤ張力の管理基準</p> <p>ワイヤの張力に関しては、ネット設置時にワイヤロープの張力調整金具（ターンバックル）の締付けトルクをメーカー標準管理値の20～25Nmで管理して設置することから、点検時においても管理基準値を20～25Nmで管理する。</p>  <p>ターンバックルの例</p> <p>(2) ネットたわみ量の管理基準</p> <p>a. 通常時にネットに作用する荷重</p> <p>通常時においてネットには自重が作用することから、水平に張られたネットには自重によるたわみが発生し、垂直に張られたネットにはネット上部の目合いに自重による荷重が作用することになる。</p> <p>水平に張られたネットの自重によるたわみは、管理基準の検討においてネットの吸収エネルギーを低下させる要因として考慮する。</p> <p>垂直に張られたネットの自重による影響は、大飯発電所で垂直に設置する計画のネットは、飛来物のエネルギーを吸収するために伸びる方向（金網展開方向）が水平になるように設置することから、自重が金網の吸収エネルギーに影響を与えることはないと考えられる。また、大飯3、4号機において設置を計画している金網の寸法は、縦4.205m×横8.835m、縦4.205m×横8.570m、金網の単位面積あたりの質量は4.6kg/m²であることから、鉛直方向の最上部の目合いに作用する自重による荷重は高々14N程度であり、素線の荷重-伸び曲線から自重による金網の伸びは破断伸びの0.1%程度と小さく、ほとんど影響はないものと考えられる。</p>		<p>3. 管理基準の検討</p> <p>(1) ワイヤ張力の管理基準</p> <p>ワイヤの張力に関しては、ネット設置時にワイヤロープの張力調整金具（ターンバックル）の締付けトルクをメーカー標準管理値の20～25N・mで管理して設置することから、点検時においても管理基準値を20～25 N・mで管理する。</p>  <p>ターンバックルの例</p> <p>(2) ネットたわみ量の管理基準</p> <p>a. 通常時にネットに作用する荷重</p> <p>通常時においてネットには自重が作用することから、水平に張られたネットには自重によるたわみが発生する。</p> <p>水平に張られたネットの自重によるたわみは、管理基準の検討においてネットの吸収エネルギーを低下させる要因として考慮する。</p>	<p>【大飯】 防護ネットの設置状況の相違。 泊発電所3号炉では垂直に設置するネットはない。</p> <p>【大飯】 防護ネットの設置状況の相違。 泊発電所3号炉では垂直に設置するネットはない。</p>

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

大飯発電所3/4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
<div data-bbox="125 165 595 592" data-label="Image"> </div> <p>b. 竜巻襲来時にネットに作用する荷重 竜巻襲来時にネットに作用する荷重としては、竜巻の風速による荷重と飛来物の衝突による荷重が考えられる。 竜巻の風速による荷重によってネットがたわむことにより、ネットの吸収エネルギーの低下が考えられることから、風荷重によるたわみは、管理基準の検討においてネットの吸収エネルギーを低下させる要因として考慮する。</p> <p>飛来物の衝突による荷重に関しては、発電所内の仮置き資材等について、できる限り発電所外での保管もしくは屋内での保管を実施すると共に、発電所内において屋外での保管が必要なものについては飛来物とならないように固縛を実施し、竜巻襲来時において、できる限り飛来物が発生しないようにすることとしている。このため、発電所に竜巻が襲来し、飛来物が防護ネットに2つ以上衝突する確率は極めて低いと考えられるが、管理基準の検討においては、水平に張られたネットについては、1つの飛来物がネットに衝突しネット上に残った状態で、2つ目の飛来物が衝突することを考慮する。垂直に張られたネットについては、1つ目の飛来物の衝突後に、2つ目の飛来物が衝突することを考慮する。</p> <p>以上より、水平に張られたネットについては、自重、竜巻襲来時の風荷重、1つ目の飛来物の衝突荷重および重量と2つ目の飛来物の衝突荷重の合計のエネルギーに相当するたわみ量を、ネットの最大たわみ量から差し引いた値を管理限界たわみ量とする。垂直に張られたネットは、竜巻襲来時の風荷重、1つ目および2つ目の飛来物の衝突荷重の合計のエネルギーに相当するたわみ量を、ネットの最大たわみ量から差し引いた値を管理限界たわみ量とする。</p>		<p>b. 竜巻襲来時にネットに作用する荷重 竜巻襲来時にネットに作用する荷重としては、竜巻の風速による荷重と飛来物の衝突による荷重が考えられる。 竜巻の風速による荷重によってネットがたわむことにより、ネットの吸収エネルギーの低下が考えられることから、風荷重によるたわみは、管理基準の検討においてネットの吸収エネルギーを低下させる要因として考慮する。</p> <p>飛来物の衝突による荷重に関しては、発電所内の仮置き資材等について、できる限り発電所外での保管もしくは屋内での保管を実施すると共に、発電所内において屋外での保管が必要なものについては飛来物とならないように固縛を実施し、竜巻襲来時において、できる限り飛来物が発生しないようにすることとしている。このため、発電所に竜巻が襲来し、飛来物が防護ネットに2つ以上衝突する確率は極めて低いと考えられるが、管理基準の検討においては、水平に張られたネットについては、1つの飛来物がネットに衝突しネット上に残った状態で、2つ目の飛来物が衝突することを考慮する。</p> <p>以上より、水平に張られたネットについては、自重、竜巻襲来時の風荷重、1つ目の飛来物の衝突荷重及び重量と2つ目の飛来物の衝突荷重の合計のエネルギーに相当するたわみ量を、ネットの最大たわみ量から差し引いた値を管理限界たわみ量とする。</p>	<p>【大飯】 防護ネットの設置状況の相違。 グラフは垂直設置時に作用する荷重に対して影響がないことを示すために掲載しているもの。 泊発電所3号炉では垂直に設置するネットがないため、グラフの掲載は不要。</p> <p>【大飯】 防護ネットの設置状況の相違。 泊発電所3号炉では垂直に設置するネットはないため記載なし。</p> <p>【大飯】 防護ネットの設置状況の相違。 泊発電所3号炉では垂直に設置するネットは</p>

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

大飯発電所3/4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由																																																												
<p>ネットのたわみ量の管理は、ネットを設置した時点の初期たわみ量を測定し、初期たわみ量からの増分がネットの管理限界たわみ量を超えないように適切な管理基準を定めて管理する計画である。</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 10px; margin: 10px 0;"> <p style="text-align: center;">防護ネットの管理限界たわみ量の評価結果</p> </div>		<p>ネットのたわみ量の管理は、ネットを設置した時点の初期たわみ量を測定し、初期たわみ量からの増分がネットの管理限界たわみ量を超えないように適切な管理基準を定めて管理する計画である。</p> <p style="text-align: center;">表1 竜巻防護ネットの管理限界たわみ量の評価結果</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">ネット</th> <th colspan="2">ネット寸法 (m)</th> <th rowspan="2">最大たわみ量 (m)</th> <th rowspan="2">原単位収容エネルギー (kJ)</th> <th rowspan="2">①原単位によるエネルギー (kJ)</th> <th rowspan="2">②自重に相当するエネルギー (kJ)</th> <th rowspan="2">③衝突エネルギー【設置】 (kJ)</th> <th rowspan="2">④換気装置に相当するエネルギー (kJ)</th> <th rowspan="2">⑤合計①+②+③+④ (kJ)</th> <th rowspan="2">⑤に相当するたわみ量 (m)</th> <th rowspan="2">管理限界たわみ量 (m)</th> </tr> <tr> <th>距離方向</th> <th>直交方向</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>海水ポンプエリア (Aトレン)</td> <td>5.020</td> <td>×</td> <td>4.855</td> <td>324.0</td> <td>11.4</td> <td>0.11</td> <td></td> <td>0.01</td> <td>208.53</td> <td>1.382</td> <td>0.49</td> </tr> <tr> <td>海水ポンプエリア (Bトレン)</td> <td>5.010</td> <td>×</td> <td>4.855</td> <td>327.0</td> <td>11.5</td> <td>0.11</td> <td rowspan="3" style="text-align: center;">97.5×2</td> <td>0.01</td> <td>208.42</td> <td>1.381</td> <td>0.48</td> </tr> <tr> <td>海水ストレージエリア (海側)</td> <td>4.440</td> <td>×</td> <td>2.820</td> <td>251.7</td> <td>5.8</td> <td>0.05</td> <td>0.01</td> <td>200.88</td> <td>1.338</td> <td>0.31</td> </tr> <tr> <td>海水ストレージエリア (山側)</td> <td>4.435</td> <td>×</td> <td>2.820</td> <td>250.9</td> <td>5.9</td> <td>0.05</td> <td>0.01</td> <td>200.96</td> <td>1.335</td> <td>0.32</td> </tr> </tbody> </table>	ネット	ネット寸法 (m)		最大たわみ量 (m)	原単位収容エネルギー (kJ)	①原単位によるエネルギー (kJ)	②自重に相当するエネルギー (kJ)	③衝突エネルギー【設置】 (kJ)	④換気装置に相当するエネルギー (kJ)	⑤合計①+②+③+④ (kJ)	⑤に相当するたわみ量 (m)	管理限界たわみ量 (m)	距離方向	直交方向	海水ポンプエリア (Aトレン)	5.020	×	4.855	324.0	11.4	0.11		0.01	208.53	1.382	0.49	海水ポンプエリア (Bトレン)	5.010	×	4.855	327.0	11.5	0.11	97.5×2	0.01	208.42	1.381	0.48	海水ストレージエリア (海側)	4.440	×	2.820	251.7	5.8	0.05	0.01	200.88	1.338	0.31	海水ストレージエリア (山側)	4.435	×	2.820	250.9	5.9	0.05	0.01	200.96	1.335	0.32	<p>ないため記載なし。</p> <p style="color: red;">【大飯】 ネットサイズの相違</p>
ネット	ネット寸法 (m)			最大たわみ量 (m)	原単位収容エネルギー (kJ)										①原単位によるエネルギー (kJ)	②自重に相当するエネルギー (kJ)	③衝突エネルギー【設置】 (kJ)	④換気装置に相当するエネルギー (kJ)	⑤合計①+②+③+④ (kJ)	⑤に相当するたわみ量 (m)	管理限界たわみ量 (m)																																										
	距離方向	直交方向																																																													
海水ポンプエリア (Aトレン)	5.020	×	4.855	324.0	11.4	0.11		0.01	208.53	1.382	0.49																																																				
海水ポンプエリア (Bトレン)	5.010	×	4.855	327.0	11.5	0.11	97.5×2	0.01	208.42	1.381	0.48																																																				
海水ストレージエリア (海側)	4.440	×	2.820	251.7	5.8	0.05		0.01	200.88	1.338	0.31																																																				
海水ストレージエリア (山側)	4.435	×	2.820	250.9	5.9	0.05		0.01	200.96	1.335	0.32																																																				

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（竜巻：別添資料1 添付資料3.14）

大飯発電所3/4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由																																																												
<p>17. 解析コードについて</p> <p>竜巻最大風速のハザード曲線による最大風速（V_{B2}）の評価、及び竜巻により発生する飛来物の速度及び飛散距離の評価に当たっては、以下の解析コードを用いているため、次ページ以降に解析コードの概要及び検証と妥当性確認の内容を記す。</p> <p>表1 使用した解析コード</p> <table border="1" data-bbox="85 464 685 587"> <thead> <tr> <th>使用目的</th> <th>解析コード名</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>(1) 竜巻最大風速のハザード曲線による最大風速（V_{B2}）の評価</td> <td>竜巻ハザード評価プログラム(Ver. 1.2)</td> </tr> <tr> <td>(2) 竜巻により発生する飛来物の速度及び飛散距離の評価</td> <td>tornado_missile(Ver. 1.1.0)</td> </tr> </tbody> </table> <p>(1) 竜巻最大風速のハザード曲線による最大風速（V_{B2}）の評価</p> <table border="1" data-bbox="85 676 685 1453"> <thead> <tr> <th>項目</th> <th>コード名</th> <th>竜巻ハザード評価プログラム</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>開発機関</td> <td></td> <td>一般財団法人 電力中央研究所</td> </tr> <tr> <td>開発時期</td> <td></td> <td>2014年</td> </tr> <tr> <td>使用したバージョン</td> <td></td> <td>Ver. 1.2 選定理由：解析時の最新バージョン</td> </tr> <tr> <td>使用目的</td> <td></td> <td>竜巻最大風速ハザード曲線作成</td> </tr> <tr> <td>コードの概要</td> <td></td> <td>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。 所定の地域における竜巻の発生数、竜巻風速、被害長さ・幅の確率分布を解析できるとともに、発電所等の構造物が所定の風速以上の竜巻に遭遇する確率などのハザード評価が実施できる。</td> </tr> <tr> <td>検証及び妥当性確認の内容</td> <td></td> <td>竜巻ハザード評価プログラムは、竜巻最大風速のハザード曲線による最大風速の算定に使用している。 【検証の内容】 本解析コードの検証の内容は次の通りである。 ・統計量や確率分布について、他機関の算定例と同等の数値や分布形が得られることでコードの検証を行っている。・ハザード曲線について、理論解と同等の分布形が得られること、及び他機関が算定したハザード曲線と同傾向の曲線が得られることでコードの検証を行っている。 【妥当性確認】 本解析コードは、竜巻最大風速のハザード曲線の算定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。また、竜巻最大風速110m/s 程度の範囲において算定結果が妥当であることを確認している。以上より、本計算機コードを用いることは妥当である。</td> </tr> <tr> <td>その他（工認実績等）</td> <td></td> <td>既工認での使用実績はない。 なお、最新バージョンまでに解析に影響のある変更がないことを確認している。</td> </tr> </tbody> </table>	使用目的	解析コード名	(1) 竜巻最大風速のハザード曲線による最大風速（ V_{B2} ）の評価	竜巻ハザード評価プログラム(Ver. 1.2)	(2) 竜巻により発生する飛来物の速度及び飛散距離の評価	tornado_missile(Ver. 1.1.0)	項目	コード名	竜巻ハザード評価プログラム	開発機関		一般財団法人 電力中央研究所	開発時期		2014年	使用したバージョン		Ver. 1.2 選定理由：解析時の最新バージョン	使用目的		竜巻最大風速ハザード曲線作成	コードの概要		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。 所定の地域における竜巻の発生数、竜巻風速、被害長さ・幅の確率分布を解析できるとともに、発電所等の構造物が所定の風速以上の竜巻に遭遇する確率などのハザード評価が実施できる。	検証及び妥当性確認の内容		竜巻ハザード評価プログラムは、竜巻最大風速のハザード曲線による最大風速の算定に使用している。 【検証の内容】 本解析コードの検証の内容は次の通りである。 ・統計量や確率分布について、他機関の算定例と同等の数値や分布形が得られることでコードの検証を行っている。・ハザード曲線について、理論解と同等の分布形が得られること、及び他機関が算定したハザード曲線と同傾向の曲線が得られることでコードの検証を行っている。 【妥当性確認】 本解析コードは、竜巻最大風速のハザード曲線の算定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。また、竜巻最大風速110m/s 程度の範囲において算定結果が妥当であることを確認している。以上より、本計算機コードを用いることは妥当である。	その他（工認実績等）		既工認での使用実績はない。 なお、最新バージョンまでに解析に影響のある変更がないことを確認している。		<p>添付資料 3.14</p> <p>解析コードについて</p> <p>「竜巻最大風速のハザード曲線による最大風速（V_{B2}）の評価」及び「竜巻により発生する飛来物の速度及び飛散距離の評価」に当たっては、以下の解析コードを用いているため、次ページ以降に解析コードの概要及び検証と妥当性確認の内容を記す。</p> <p>表1 使用した解析コード</p> <table border="1" data-bbox="1355 464 1946 587"> <thead> <tr> <th>使用目的</th> <th>解析コード名</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>(1) 竜巻最大風速のハザード曲線による最大風速（V_{B2}）の評価</td> <td>竜巻ハザード評価プログラム</td> </tr> <tr> <td>(2) 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</td> <td>TOMBOS</td> </tr> </tbody> </table> <p>(1) 竜巻最大風速のハザード曲線による最大風速（V_{B2}）の評価</p> <table border="1" data-bbox="1355 663 1955 1442"> <thead> <tr> <th>項目</th> <th>コード名</th> <th>竜巻ハザード評価プログラム</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>開発機関</td> <td></td> <td>一般財団法人 電力中央研究所</td> </tr> <tr> <td>開発時期</td> <td></td> <td>2014年</td> </tr> <tr> <td>使用したバージョン</td> <td></td> <td>Ver. 1.2 選定理由：解析時の最新バージョン</td> </tr> <tr> <td>使用目的</td> <td></td> <td>竜巻最大風速ハザード曲線作成</td> </tr> <tr> <td>コードの概要</td> <td></td> <td>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。 所定の地域における竜巻の発生数、竜巻風速、被害長さ・幅の確率分布を解析できるとともに、発電所等の構造物が所定の風速以上の竜巻に遭遇する確率などのハザード評価が実施できる。</td> </tr> <tr> <td>検証及び妥当性確認の内容</td> <td></td> <td>竜巻ハザード評価プログラムは、竜巻最大風速のハザード曲線による最大風速の算定に使用している。 【検証の内容】 本解析コードの検証の内容は次の通りである。 ・統計量や確率分布について、他機関の算定例と同等の数値や分布形が得られることでコードの検証を行っている。 ・ハザード曲線について、理論解と同等の分布形が得られること、及び他機関が算定したハザード曲線と同傾向の曲線が得られることでコードの検証を行っている。 【妥当性確認】 本解析コードは、竜巻最大風速のハザード曲線の算定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。また、竜巻最大風速110m/s 程度の範囲において算定結果が妥当であることを確認している。以上より、本計算機コードを用いることは妥当である。</td> </tr> <tr> <td>その他（工認実績等）</td> <td></td> <td>既工認での使用実績はない。 なお、最新バージョンまでに解析に影響のある変更がないことを確認している。</td> </tr> </tbody> </table>	使用目的	解析コード名	(1) 竜巻最大風速のハザード曲線による最大風速（ V_{B2} ）の評価	竜巻ハザード評価プログラム	(2) 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	TOMBOS	項目	コード名	竜巻ハザード評価プログラム	開発機関		一般財団法人 電力中央研究所	開発時期		2014年	使用したバージョン		Ver. 1.2 選定理由：解析時の最新バージョン	使用目的		竜巻最大風速ハザード曲線作成	コードの概要		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。 所定の地域における竜巻の発生数、竜巻風速、被害長さ・幅の確率分布を解析できるとともに、発電所等の構造物が所定の風速以上の竜巻に遭遇する確率などのハザード評価が実施できる。	検証及び妥当性確認の内容		竜巻ハザード評価プログラムは、竜巻最大風速のハザード曲線による最大風速の算定に使用している。 【検証の内容】 本解析コードの検証の内容は次の通りである。 ・統計量や確率分布について、他機関の算定例と同等の数値や分布形が得られることでコードの検証を行っている。 ・ハザード曲線について、理論解と同等の分布形が得られること、及び他機関が算定したハザード曲線と同傾向の曲線が得られることでコードの検証を行っている。 【妥当性確認】 本解析コードは、竜巻最大風速のハザード曲線の算定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。また、竜巻最大風速110m/s 程度の範囲において算定結果が妥当であることを確認している。以上より、本計算機コードを用いることは妥当である。	その他（工認実績等）		既工認での使用実績はない。 なお、最新バージョンまでに解析に影響のある変更がないことを確認している。	<p>【大飯】 記載表現の相違</p> <p>【大飯】評価方針の相違・泊では飛来物の評価を行うソフトとして、大飯と異なるものを使用している。なお、泊で使用している「TOMBOS」は伊方発電所3号炉で使用実績があり、女川欄に伊方審査実績を引用した。</p>
使用目的	解析コード名																																																														
(1) 竜巻最大風速のハザード曲線による最大風速（ V_{B2} ）の評価	竜巻ハザード評価プログラム(Ver. 1.2)																																																														
(2) 竜巻により発生する飛来物の速度及び飛散距離の評価	tornado_missile(Ver. 1.1.0)																																																														
項目	コード名	竜巻ハザード評価プログラム																																																													
開発機関		一般財団法人 電力中央研究所																																																													
開発時期		2014年																																																													
使用したバージョン		Ver. 1.2 選定理由：解析時の最新バージョン																																																													
使用目的		竜巻最大風速ハザード曲線作成																																																													
コードの概要		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。 所定の地域における竜巻の発生数、竜巻風速、被害長さ・幅の確率分布を解析できるとともに、発電所等の構造物が所定の風速以上の竜巻に遭遇する確率などのハザード評価が実施できる。																																																													
検証及び妥当性確認の内容		竜巻ハザード評価プログラムは、竜巻最大風速のハザード曲線による最大風速の算定に使用している。 【検証の内容】 本解析コードの検証の内容は次の通りである。 ・統計量や確率分布について、他機関の算定例と同等の数値や分布形が得られることでコードの検証を行っている。・ハザード曲線について、理論解と同等の分布形が得られること、及び他機関が算定したハザード曲線と同傾向の曲線が得られることでコードの検証を行っている。 【妥当性確認】 本解析コードは、竜巻最大風速のハザード曲線の算定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。また、竜巻最大風速110m/s 程度の範囲において算定結果が妥当であることを確認している。以上より、本計算機コードを用いることは妥当である。																																																													
その他（工認実績等）		既工認での使用実績はない。 なお、最新バージョンまでに解析に影響のある変更がないことを確認している。																																																													
使用目的	解析コード名																																																														
(1) 竜巻最大風速のハザード曲線による最大風速（ V_{B2} ）の評価	竜巻ハザード評価プログラム																																																														
(2) 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	TOMBOS																																																														
項目	コード名	竜巻ハザード評価プログラム																																																													
開発機関		一般財団法人 電力中央研究所																																																													
開発時期		2014年																																																													
使用したバージョン		Ver. 1.2 選定理由：解析時の最新バージョン																																																													
使用目的		竜巻最大風速ハザード曲線作成																																																													
コードの概要		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。 所定の地域における竜巻の発生数、竜巻風速、被害長さ・幅の確率分布を解析できるとともに、発電所等の構造物が所定の風速以上の竜巻に遭遇する確率などのハザード評価が実施できる。																																																													
検証及び妥当性確認の内容		竜巻ハザード評価プログラムは、竜巻最大風速のハザード曲線による最大風速の算定に使用している。 【検証の内容】 本解析コードの検証の内容は次の通りである。 ・統計量や確率分布について、他機関の算定例と同等の数値や分布形が得られることでコードの検証を行っている。 ・ハザード曲線について、理論解と同等の分布形が得られること、及び他機関が算定したハザード曲線と同傾向の曲線が得られることでコードの検証を行っている。 【妥当性確認】 本解析コードは、竜巻最大風速のハザード曲線の算定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。また、竜巻最大風速110m/s 程度の範囲において算定結果が妥当であることを確認している。以上より、本計算機コードを用いることは妥当である。																																																													
その他（工認実績等）		既工認での使用実績はない。 なお、最新バージョンまでに解析に影響のある変更がないことを確認している。																																																													

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

大飯発電所3/4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
<p>計算機コードの概要及び検証と妥当性確認の内容説明</p> <p>竜巻ハザード評価プログラム</p> <p>1. 一般事項</p> <p>本書は、一般財団法人電力中央研究所にて開発・保守されている計算機コード「竜巻ハザード評価プログラム」の概要である。</p> <p>竜巻ハザード評価プログラムは、竜巻最大風速のハザード曲線を算定することを目的として、今回初めて使用する解析コードである。</p> <p>2. 本計算機コードの特徴</p> <p>(1) 気象庁「竜巻等の突風データベース」を基に、所定の地域における竜巻の発生数、竜巻風速、被害長さ・幅の確率分布を解析できるとともに、気象庁のデータを統合して疑似データを作成し、ハザード評価に用いることができる。なお、竜巻については、竜巻の観測数のデータ数が少ないこと、観測体制が年代により変遷していること、また竜巻の直接的な観測が現状困難であるため竜巻後の被害状況を調査・分析して観測結果としていることや観測の内容（Fスケール、被害長さ、被害幅、移動方向）が部分的に揃っていないことを考慮して、保守的な取扱いを行っている。</p> <p>(2) 構造物寸法などを与えることで、その構造物が所定の風速以上の竜巻に遭遇する確率などのハザード評価が実施できる。</p> <p>3. 理論式</p> <p>3.1 統計解析</p> <p>発生数、竜巻風速、被害長さ、被害幅の平均値 μ、標準偏差 σ、共分散 s、相関係数 ρ は、次式により求める。</p> $\mu_x = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad \sigma_x = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \mu_x)^2} = \sqrt{s_{xx}}$ $s_{xy} = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \mu_x)(y_i - \mu_y) \quad \rho_{xy} = \frac{s_{xy}}{\sqrt{s_{xx} \times s_{yy}}} \quad (1)$ <p>ここで、竜巻の観測数の少なさと、観測体制が年代により変遷していることを考慮して、観測データを基に疑似的な51.5年間のデータを作成しているが、疑似データの作成に当たっては、確率分布の再生性を利用している。即ち、独立な2つの確率変数 X, Y があった場合、確率変数の和 $X+Y$ はそれぞれのパラメータ（例えば平均値や分散）の和をパラメータに持つ同型の分布形に従うことを利用する。ポアソン分布、ポリヤ分布、正規分布ではこの再生性が成り立つ。</p> $P(\mu_x, \sigma_x^2), P(\mu_y, \sigma_y^2) \Rightarrow P(\mu_x + \mu_y, \sigma_x^2 + \sigma_y^2)$	<p>計算機コードの概要及び検証と妥当性確認の内容説明</p> <p>竜巻ハザード評価プログラム</p> <p>1. 一般事項</p> <p>本書は、一般財団法人電力中央研究所にて開発・保守されている計算機コード「竜巻ハザード評価プログラム」の概要である。</p> <p>竜巻ハザード評価プログラムは、竜巻最大風速のハザード曲線を算定することを目的として、今回初めて使用する解析コードである。</p> <p>2. 本計算機コードの特徴</p> <p>(1) 気象庁「竜巻等の突風データベース」を基に、所定の地域における竜巻の発生数、竜巻風速、被害長さ・幅の確率分布を解析できるとともに、気象庁のデータを統合して疑似データを作成し、ハザード評価に用いることができる。なお、竜巻については、竜巻の観測数のデータ数が少ないこと、観測体制が年代により変遷していること、また竜巻の直接的な観測が現状困難であるため竜巻後の被害状況を調査・分析して観測結果としていることや観測の内容（Fスケール、被害長さ、被害幅、移動方向）が部分的に揃っていないことを考慮して、保守的な取扱いを行っている。</p> <p>(2) 構造物寸法等を与えて、その構造物が所定の風速以上の竜巻に遭遇する確率等のハザード評価が実施できる。</p> <p>3. 理論式</p> <p>3.1 統計解析</p> <p>発生数、竜巻風速、被害長さ、被害幅の平均値 μ、標準偏差 σ、共分散 s、相関係数 ρ は、次式により求める。</p> $\mu_x = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad \sigma_x = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \mu_x)^2} = \sqrt{s_{xx}}$ $s_{xy} = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \mu_x)(y_i - \mu_y) \quad \rho_{xy} = \frac{s_{xy}}{\sqrt{s_{xx} \times s_{yy}}} \quad (1)$ <p>ここで、竜巻の観測数の少なさと、観測体制が年代により変遷していることを考慮して、観測データを基に疑似的な51.5年間のデータを作成しているが、疑似データの作成に当たっては、確率分布の再生性を利用している。即ち、独立な2つの確率変数 X, Y があった場合、確率変数の和 $X+Y$ はそれぞれのパラメータ（例えば平均値や分散）の和をパラメータに持つ同型の分布形に従うことを利用する。ポアソン分布、ポリヤ分布、正規分布ではこの再生性が成り立つ。</p> $P(\mu_x, \sigma_x^2), P(\mu_y, \sigma_y^2) \Rightarrow P(\mu_x + \mu_y, \sigma_x^2 + \sigma_y^2)$		

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（竜巻：別添資料1 添付資料3.14）

大飯発電所3/4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
<p>なお、疑似データの作成に当たっては、Fスケール不明竜巻を次のとおり取り扱い保守性を高めている。陸上で発生した竜巻及び海上で発生して陸上へ移動した竜巻については、被害があつて初めてそのFスケールが推定されるため、陸上でのFスケール不明竜巻は、被害が少ないF0竜巻と見なしている。一方、Fスケール不明の海上竜巻（水上で発生しその後上陸しなかった竜巻）については、その竜巻のスケールを推定することは困難である。そこで、「海岸線から海上5kmの範囲における海上竜巻の発生特性が、海岸線から内陸5kmの範囲における陸上竜巻の発生特性と同様である」という考え方にもとづいて各Fスケールに配分することで、例えば、F3竜巻など規模が大きな竜巻が観測数より多くなる取り扱いとしている。</p> <p>また、疑似的な竜巻の作成に伴う被害幅・長さの情報がない竜巻には、被害幅・長さを有する竜巻の観測値を与えているが、その際は、被害幅・長さが大きいほうから優先的に用いることで、被害幅・長さの平均値が大きくなるように工夫しているとともに、被害幅・長さ0のデータについては計算に用いない取り扱いとしている。</p> <p>次に、竜巻特性のそれぞれの確率分布は次式により求める。</p> <p>(1) 発生数の確率分布</p> <p>ポアソン分布：$P_T(N) = \frac{(\mu T)^N}{N!} \exp(-\mu T)$ (2)</p> <p>ポリヤ分布：$P_T(N) = \frac{(\mu T)^N}{N!} (1 + \beta \mu T)^{-N-1} \beta \prod_{k=1}^{N-1} (1 + \beta k)$ (3)</p> $\beta = \left(\frac{\sigma^2}{\mu} - 1 \right) \times \frac{1}{\mu}$ <p>ここに、Nは竜巻の年発生数、μは竜巻の年平均発生数、Tは年数、σは竜巻の年発生数の標準偏差である。今回は、東京工芸大学委託成果⁽¹⁾等に基づき、ポリヤ分布を採用している。</p> <p>(2) 竜巻風速、竜巻被害長さ、竜巻被害幅の確率分布 「原子力発電所の竜巻影響評価ガイド」（以下、ガイドという）やガイドに参照されている上記の東京工芸大学委託成果に従い、対数正規分布を用いる。</p> $f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_{\ln}^2}} \frac{1}{x} \exp \left[-\frac{1}{2} \left(\frac{\ln(x) - \mu_{\ln}}{\sigma_{\ln}} \right)^2 \right]$ (4) <p>ここに、μ_{ln}、σ_{ln}はln(x)の平均値と標準偏差であり、変数xの平均値μや標準偏差σとは以下の関係にある。</p>	<p>なお、疑似データの作成に当たっては、Fスケール不明竜巻を次のとおり取り扱い保守性を高めている。陸上で発生した竜巻及び海上で発生して陸上へ移動した竜巻については、被害があつて初めてそのFスケールが推定されるため、陸上でのFスケール不明竜巻は、被害が少ないF0竜巻と見なしている。一方、Fスケール不明の海上竜巻（水上で発生しその後上陸しなかった竜巻）については、その竜巻のスケールを推定することは困難である。そこで、「海岸線から海上5kmの範囲における海上竜巻の発生特性が、海岸線から内陸5kmの範囲における陸上竜巻の発生特性と同様である」という考え方にもとづいて各Fスケールに配分することで、例えば、F3竜巻等規模が大きな竜巻が観測数より多くなる取扱いとしている。</p> <p>また、疑似的な竜巻の作成に伴う被害幅・長さの情報がない竜巻には、被害幅・長さを有する竜巻の観測値を与えているが、その際は、被害幅・長さが大きいほうから優先的に用いることで、被害幅・長さの平均値が大きくなるように工夫しているとともに、被害幅・長さ0のデータについては計算に用いない取扱いとしている。</p> <p>次に、竜巻特性のそれぞれの確率分布は次式により求める。</p> <p>(1) 発生数の確率分布</p> <p>ポアソン分布：$P_T(N) = \frac{(\mu T)^N}{N!} \exp(-\mu T)$ (2)</p> <p>ポリヤ分布：$P_T(N) = \frac{(\mu T)^N}{N!} (1 + \beta \mu T)^{-N-1} \beta \prod_{k=1}^{N-1} (1 + \beta k)$ (3)</p> $\beta = \left(\frac{\sigma^2}{\mu} - 1 \right) \times \frac{1}{\mu}$ <p>ここに、Nは竜巻の年発生数、μは竜巻の年平均発生数、Tは年数、σは竜巻の年発生数の標準偏差である。今回は、東京工芸大学委託成果等に基づき、ポリヤ分布を採用している。</p> <p>(2) 竜巻風速、竜巻被害長さ、竜巻被害幅の確率分布 「原子力発電所の竜巻影響評価ガイド」（以下「ガイド」という。）やガイドに参照されている上記の東京工芸大学委託成果に従い、対数正規分布を用いる。</p> $f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_{\ln}^2}} \frac{1}{x} \exp \left[-\frac{1}{2} \left(\frac{\ln(x) - \mu_{\ln}}{\sigma_{\ln}} \right)^2 \right]$ (4) <p>ここに、μ_{ln}、σ_{ln}はln(x)の平均値と標準偏差であり、変数xの平均値μや標準偏差σとは以下の関係にある。</p>		

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（竜巻：別添資料1 添付資料3.14）

大飯発電所3/4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
<p>$\sigma_m^2 = \ln\left(\frac{\sigma}{\mu}\right)^2 \square 1$ (5)</p> <p>$\mu_m = \ln(\mu) - \frac{\sigma_m^2}{2}$ (6)</p> <p>3. 2ハザードの評価 (1) 被害面積の期待値 1個の竜巻の風速がV_0以上となる面積$DA(V_0)$の期待値は以下のよう に表される。</p> $E[DA(V_0)] = \int_0^{\infty} \int_0^{\infty} W(V_0) l f(V, w, l) dV dw dl + \int_0^{2\pi} \int_0^{\infty} \int_0^{\infty} H(\alpha) l f(V, l, \alpha) dV dl d\alpha + \int_0^{2\pi} \int_0^{\infty} \int_0^{\infty} W(V_0) G(\alpha) f(V, w, \alpha) dV dw d\alpha + S \int_{V_0}^{\infty} f(V) dV$ (7) <p>ここに、wは竜巻の被害幅、Wは風速がV_0以上となる被害幅、</p> $W(V_0) = \left(\frac{V_{min}}{V_0}\right)^{11.6} w$ (8) <p>V_{min}は被害が発生する最小風速 (=25m/s)、lは被害長さ、αは竜巻の移動方向、$H(\alpha)$と$G(\alpha)$は竜巻の被害幅や長さ方向への竜巻影響エリア（あるいは構造物）の投影長さ、Sは竜巻影響エリアの面積である。</p> <p>竜巻影響エリアを直径D_0の円形とした場合、$H(\alpha)$や$G(\alpha)$は竜巻の移動方向には依存せず、一定値となる。</p> $H(\alpha) = G(\alpha) = D_0$ (9) <p>更に、αとV, W, lの相関係数は$-0.09 \sim 0.01$の範囲内にあり、ほとんど相関が認められないと言う参考文献1の研究成果を考慮すると、$DA(V_0)$の期待値は以下のようになる。</p> $E[DA(V_0)] = \int_0^{\infty} \int_0^{\infty} W(V_0) l f(V, w, l) dV dw dl + D_0 \int_0^{\infty} \int_0^{\infty} l f(V, l) dV dl + D_0 \int_0^{\infty} \int_0^{\infty} W(V_0) f(V, w) dV dw + (D_0^2 \pi / 4) \int_{V_0}^{\infty} f(V) dV$ (10)	<p>女川原子力発電所2号炉</p>	<p>$\sigma_m^2 = \ln\left(\frac{\sigma}{\mu}\right)^2 \square 1$ (5)</p> <p>$\mu_m = \ln(\mu) - \frac{\sigma_m^2}{2}$ (6)</p> <p>3. 2ハザードの評価 (1) 被害面積の期待値 1個の竜巻の風速がV_0以上となる面積$DA(V_0)$の期待値は以下のよう に表される。</p> $E[DA(V_0)] = \int_0^{\infty} \int_0^{\infty} W(V_0) l f(V, w, l) dV dw dl + \int_0^{2\pi} \int_0^{\infty} \int_0^{\infty} H(\alpha) l f(V, l, \alpha) dV dl d\alpha + \int_0^{2\pi} \int_0^{\infty} \int_0^{\infty} W(V_0) G(\alpha) f(V, w, \alpha) dV dw d\alpha + S \int_{V_0}^{\infty} f(V) dV$ (7) <p>ここに、wは竜巻の被害幅、Wは風速がV_0以上となる被害幅、</p> $W(V_0) = \left(\frac{V_{min}}{V_0}\right)^{11.6} w$ (8) <p>V_{min}は被害が発生する最小風速 (=25m/s)、lは被害長さ、αは竜巻の移動方向、$H(\alpha)$と$G(\alpha)$は竜巻の被害幅や長さ方向への竜巻影響エリア（あるいは構造物）の投影長さ、Sは竜巻影響エリアの面積である。</p> <p>竜巻影響エリアを直径D_0の円形とした場合、$H(\alpha)$や$G(\alpha)$は竜巻の移動方向には依存せず、一定値となる。</p> $H(\alpha) = G(\alpha) = D_0$ (9) <p>さらに、αとV, W, lの相関係数は$-0.09 \sim 0.01$の範囲内にあり、ほとんど相関が認められないと言う参考文献1の研究成果を考慮すると、$DA(V_0)$の期待値は以下のようになる。</p> $E[DA(V_0)] = \int_0^{\infty} \int_0^{\infty} W(V_0) l f(V, w, l) dV dw dl + D_0 \int_0^{\infty} \int_0^{\infty} l f(V, l) dV dl + D_0 \int_0^{\infty} \int_0^{\infty} W(V_0) f(V, w) dV dw + (D_0^2 \pi / 4) \int_{V_0}^{\infty} f(V) dV$ (10)	<p>【大飯】 記載の適正化</p>

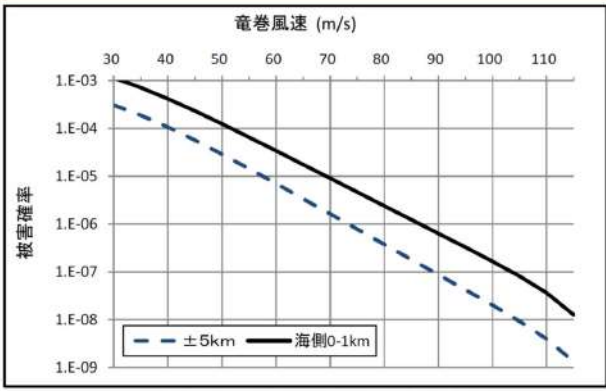
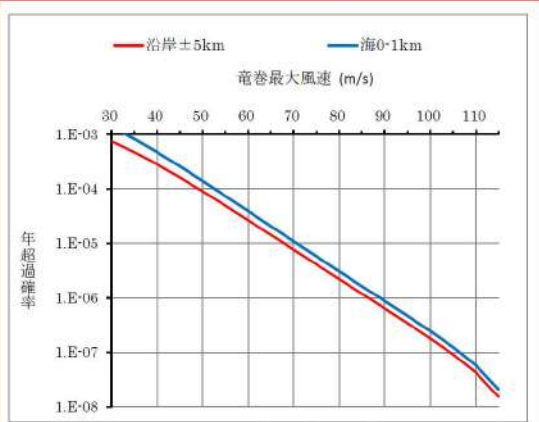
赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（竜巻：別添資料1 添付資料3.14）

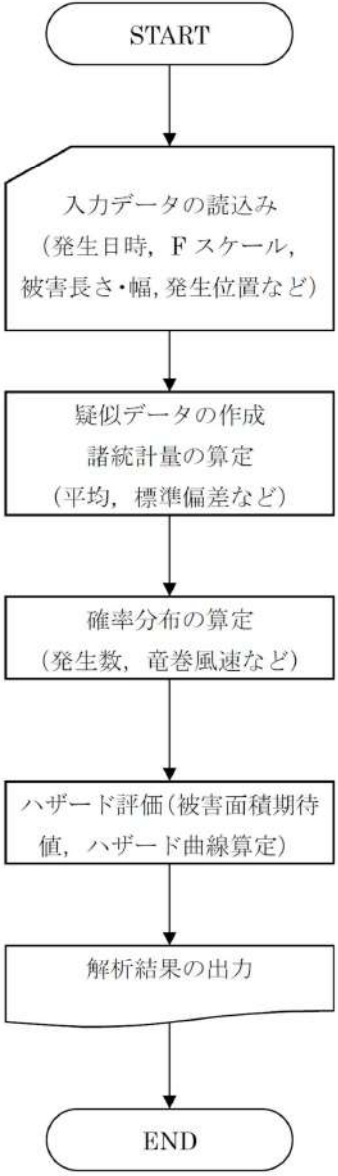
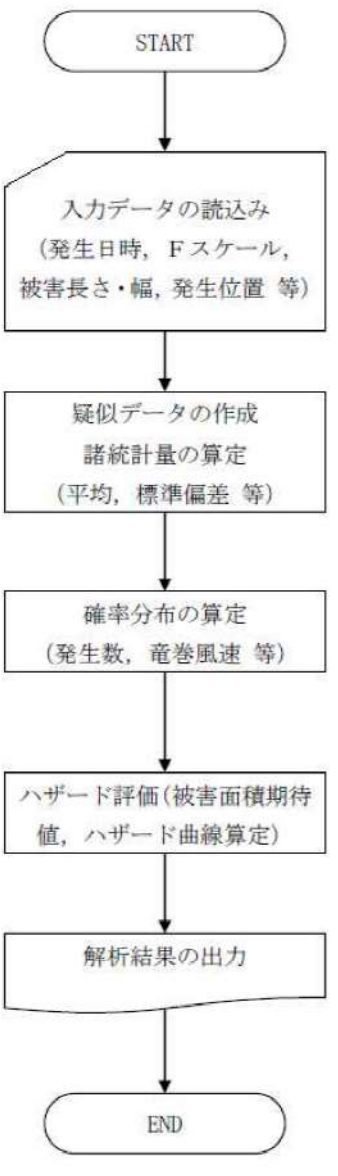
大飯発電所3/4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
<p>ここに、2変量・3変量の対数正規分布は次式で表される。</p> $f(x,y) = \frac{1}{2\pi\sigma_x\sigma_y\sqrt{1-\rho^2}} \exp\left[-\frac{1}{2(1-\rho^2)}\left\{\left(\frac{\ln(x)-\mu_x}{\sigma_x}\right)^2 - 2\rho\left(\frac{\ln(x)-\mu_x}{\sigma_x}\right)\left(\frac{\ln(y)-\mu_y}{\sigma_y}\right) + \left(\frac{\ln(y)-\mu_y}{\sigma_y}\right)^2\right\}\right] \quad (11)$ $f(x,y,z) = \frac{1}{(2\pi)^{1/2} \left \begin{matrix} \sigma_x^2 & \sigma_x\sigma_y\rho_{xy} & \sigma_x\sigma_z\rho_{xz} \\ \sigma_x\sigma_y\rho_{xy} & \sigma_y^2 & \sigma_y\sigma_z\rho_{yz} \\ \sigma_x\sigma_z\rho_{xz} & \sigma_y\sigma_z\rho_{yz} & \sigma_z^2 \end{matrix} \right ^{1/2}} \times \frac{1}{xyz} \times \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\ln(x)-\mu_x, \ln(y)-\mu_y, \ln(z)-\mu_z\right) \begin{pmatrix} \sigma_x^2 & \sigma_x\sigma_y\rho_{xy} & \sigma_x\sigma_z\rho_{xz} \\ \sigma_x\sigma_y\rho_{xy} & \sigma_y^2 & \sigma_y\sigma_z\rho_{yz} \\ \sigma_x\sigma_z\rho_{xz} & \sigma_y\sigma_z\rho_{yz} & \sigma_z^2 \end{pmatrix}^{-1} \begin{pmatrix} \ln(x)-\mu_x \\ \ln(y)-\mu_y \\ \ln(z)-\mu_z \end{pmatrix}\right] \quad (12)$ <p>(2) 遭遇確率（ハザード曲線） T年以内にいずれかの竜巻に遭遇し、V₀以上の竜巻風速に遭遇する確率は、竜巻の発生分布に応じて次式で表される。</p> <p>ポアソン分布：$P_{V_0,T} = 1 - \exp[-\mu R(V_0)T]$ (13)</p> <p>ポリヤ分布：$P_{V_0,T} = 1 - [1 + \beta\mu R(V_0)T]^{-1/\beta}$ (14)</p> <p>ここに、R(V₀)は竜巻影響エリアが1つの竜巻に遭遇し、そのときの竜巻風速がV₀以上となる確率であり、竜巻検討地域の面積をA₀とすると、次式で表される。</p> $R(V_0) = \frac{E[DA(V_0)]}{A_0} \quad (15)$ <p>(3) 被害面積期待値の数値積分 式(10)の数値積分に際しては、合成台形則を用いる。合成台形則は、関数f(x)を区間[a, b]をm個の小区間に等分し、小区間ごとに面積の台形近似を行う。</p> $\int_a^b f(x)dx = \frac{h}{2} \left(f(a) + f(b) + 2 \sum_{j=1}^{m-1} f(x_j) \right) - \frac{(b-a)}{12} h^2 f''(\mu) \quad (16)$ $h = \frac{(b-a)}{m} \quad (17)$ $x_j = a + jh$ <p>式(10)の幅・長さの積分については、有限な範囲で打ち切らざるを得ないため、誤差に注意しながら、既往最大値および相関係数も勘案</p>	<p>ここに、2変量・3変量の対数正規分布は次式で表される。</p> $f(x,y) = \frac{1}{2\pi\sigma_x\sigma_y\sqrt{1-\rho^2}} \exp\left[-\frac{1}{2(1-\rho^2)}\left\{\left(\frac{\ln(x)-\mu_x}{\sigma_x}\right)^2 - 2\rho\left(\frac{\ln(x)-\mu_x}{\sigma_x}\right)\left(\frac{\ln(y)-\mu_y}{\sigma_y}\right) + \left(\frac{\ln(y)-\mu_y}{\sigma_y}\right)^2\right\}\right] \quad (11)$ $f(x,y,z) = \frac{1}{(2\pi)^{1/2} \left \begin{matrix} \sigma_x^2 & \sigma_x\sigma_y\rho_{xy} & \sigma_x\sigma_z\rho_{xz} \\ \sigma_x\sigma_y\rho_{xy} & \sigma_y^2 & \sigma_y\sigma_z\rho_{yz} \\ \sigma_x\sigma_z\rho_{xz} & \sigma_y\sigma_z\rho_{yz} & \sigma_z^2 \end{matrix} \right ^{1/2}} \times \frac{1}{xyz} \times \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\ln(x)-\mu_x, \ln(y)-\mu_y, \ln(z)-\mu_z\right) \begin{pmatrix} \sigma_x^2 & \sigma_x\sigma_y\rho_{xy} & \sigma_x\sigma_z\rho_{xz} \\ \sigma_x\sigma_y\rho_{xy} & \sigma_y^2 & \sigma_y\sigma_z\rho_{yz} \\ \sigma_x\sigma_z\rho_{xz} & \sigma_y\sigma_z\rho_{yz} & \sigma_z^2 \end{pmatrix}^{-1} \begin{pmatrix} \ln(x)-\mu_x \\ \ln(y)-\mu_y \\ \ln(z)-\mu_z \end{pmatrix}\right] \quad (12)$ <p>(2) 遭遇確率（ハザード曲線） T年以内にいずれかの竜巻に遭遇し、V₀以上の竜巻風速に遭遇する確率は、竜巻の発生分布に応じて次式で表される。</p> <p>ポアソン分布：$P_{V_0,T} = 1 - \exp[-\mu R(V_0)T]$ (13)</p> <p>ポリヤ分布：$P_{V_0,T} = 1 - [1 + \beta\mu R(V_0)T]^{-1/\beta}$ (14)</p> <p>ここに、R(V₀)は竜巻影響エリアが1つの竜巻に遭遇し、そのときの竜巻風速がV₀以上となる確率であり、竜巻検討地域の面積をA₀とすると、次式で表される。</p> $R(V_0) = \frac{E[DA(V_0)]}{A_0} \quad (15)$ <p>(3) 被害面積期待値の数値積分 式(10)の数値積分に際しては、合成台形則を用いる。合成台形則は、関数f(x)を区間[a, b]をm個の小区間に等分し、小区間ごとに面積の台形近似を行う。</p> $\int_a^b f(x)dx = \frac{h}{2} \left(f(a) + f(b) + 2 \sum_{j=1}^{m-1} f(x_j) \right) - \frac{(b-a)}{12} h^2 f''(\mu) \quad (16)$ $h = \frac{(b-a)}{m} \quad (17)$ $x_j = a + jh$ <p>式(10)の幅・長さの積分については、有限な範囲で打ち切らざるを得ないため、誤差に注意しながら、既往最大値及び相関係数も勘案</p>	<p>ここに、2変量・3変量の対数正規分布は次式で表される。</p> $f(x,y) = \frac{1}{2\pi\sigma_x\sigma_y\sqrt{1-\rho^2}} \exp\left[-\frac{1}{2(1-\rho^2)}\left\{\left(\frac{\ln(x)-\mu_x}{\sigma_x}\right)^2 - 2\rho\left(\frac{\ln(x)-\mu_x}{\sigma_x}\right)\left(\frac{\ln(y)-\mu_y}{\sigma_y}\right) + \left(\frac{\ln(y)-\mu_y}{\sigma_y}\right)^2\right\}\right] \quad (11)$ $f(x,y,z) = \frac{1}{(2\pi)^{1/2} \left \begin{matrix} \sigma_x^2 & \sigma_x\sigma_y\rho_{xy} & \sigma_x\sigma_z\rho_{xz} \\ \sigma_x\sigma_y\rho_{xy} & \sigma_y^2 & \sigma_y\sigma_z\rho_{yz} \\ \sigma_x\sigma_z\rho_{xz} & \sigma_y\sigma_z\rho_{yz} & \sigma_z^2 \end{matrix} \right ^{1/2}} \times \frac{1}{xyz} \times \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\ln(x)-\mu_x, \ln(y)-\mu_y, \ln(z)-\mu_z\right) \begin{pmatrix} \sigma_x^2 & \sigma_x\sigma_y\rho_{xy} & \sigma_x\sigma_z\rho_{xz} \\ \sigma_x\sigma_y\rho_{xy} & \sigma_y^2 & \sigma_y\sigma_z\rho_{yz} \\ \sigma_x\sigma_z\rho_{xz} & \sigma_y\sigma_z\rho_{yz} & \sigma_z^2 \end{pmatrix}^{-1} \begin{pmatrix} \ln(x)-\mu_x \\ \ln(y)-\mu_y \\ \ln(z)-\mu_z \end{pmatrix}\right] \quad (12)$ <p>(2) 遭遇確率（ハザード曲線） T年以内にいずれかの竜巻に遭遇し、V₀以上の竜巻風速に遭遇する確率は、竜巻の発生分布に応じて次式で表される。</p> <p>ポアソン分布：$P_{V_0,T} = 1 - \exp[-\mu R(V_0)T]$ (13)</p> <p>ポリヤ分布：$P_{V_0,T} = 1 - [1 + \beta\mu R(V_0)T]^{-1/\beta}$ (14)</p> <p>ここに、R(V₀)は竜巻影響エリアが1つの竜巻に遭遇し、そのときの竜巻風速がV₀以上となる確率であり、竜巻検討地域の面積をA₀とすると、次式で表される。</p> $R(V_0) = \frac{E[DA(V_0)]}{A_0} \quad (15)$ <p>(3) 被害面積期待値の数値積分 式(10)の数値積分に際しては、合成台形則を用いる。合成台形則は、関数f(x)を区間[a, b]をm個の小区間に等分し、小区間ごとに面積の台形近似を行う。</p> $\int_a^b f(x)dx = \frac{h}{2} \left(f(a) + f(b) + 2 \sum_{j=1}^{m-1} f(x_j) \right) - \frac{(b-a)}{12} h^2 f''(\mu) \quad (16)$ $h = \frac{(b-a)}{m} \quad (17)$ $x_j = a + jh$ <p>式(10)の幅・長さの積分については、有限な範囲で打ち切らざるを得ないため、誤差に注意しながら、既往最大値及び相関係数も勘案</p>	<p>相違理由</p>

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

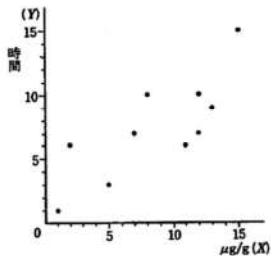
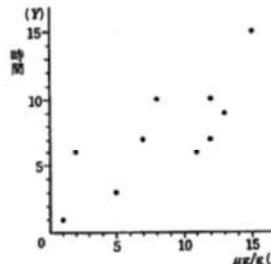
第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（竜巻：別添資料1 添付資料3.14）

大阪発電所3/4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
<p>して、$3\sim 4\sigma_{ln}$を目安に積分範囲を設定する。</p> <p>なお、風速については、F4竜巻（93～116m/s）を考慮して、120m/sを積分上限としている。但し、風速110m/s以上ではハザード曲線の傾向が変化する場合があることから、概ね110m/s程度がハザード評価の適用範囲と考えられる。</p>  <p>図1 竜巻最大風速のハザード曲線（大阪）</p> <p>（参考）誤差に関する考察 今回の評価において、被害長さは $3.5\sigma_{ln}$ を積分範囲に設定している。被害長さの積分範囲を $0.5\sigma_{ln}$ 拡げて $4\sigma_{ln}$ とした場合、被害面積の期待値は約1.4%大きくなる。仮に $1\sigma_{ln}$ 拡げて $4.5\sigma_{ln}$ とした場合でも、被害面積の期待値は約1.7%大きくなる程度であり、$3.5\sigma_{ln}$ とすることで概ねカバーできていることが分かる。 この被害面積の期待値の変動が、竜巻風速のハザード曲線に与える影響（感度）を分析した。その結果、被害面積の期待値が仮に2%変わったとしても、ハザード（風速）は0.2m/s変動する程度であり、求めている風速値に対する影響はごく小さいと考えられる。 なお、竜巻最大風速のハザード曲線算定に関する保守性については、疑似データ作成におけるFスケール不明竜巻の取扱いにより、例えばF2スケールの竜巻の発生数について、観測実績のおよそ4倍に見積もっている。 また、疑似的な竜巻の作成に伴う被害幅・長さの情報がない竜巻には、被害幅・長さを有する竜巻の観測値を与えているが、その際は、被害幅・長さが大きいほうから優先的に用いることで、被害幅・長さの平均値が大きくなるように工夫しているとともに、被害幅・長さ0のデータについては計算に用いないなど、保守性を高めた評価としている。</p>	<p>女川原子力発電所2号炉</p>	<p>して、$3\sim 4\sigma_{ln}$を目安に積分範囲を設定する。</p> <p>なお、風速については、F4竜巻（93～116m/s）を考慮して、120m/sを積分上限としている。ただし、風速110m/s以上ではハザード曲線の傾向が変化する場合があることから、概ね110m/s程度がハザード評価の適用範囲と考えられる。</p>  <p>図1 竜巻最大風速のハザード曲線（泊）</p> <p>（参考）誤差に関する考察 今回の評価において、被害長さは $3.71\sigma_{ln}$ を積分範囲に設定している。被害長さの積分範囲を $4\sigma_{ln}$ とした場合、被害面積の期待値は約1.8%大きくなる。仮に $4.5\sigma_{ln}$ とした場合でも、被害面積の期待値は約3.1%大きくなる程度であり、$3.71\sigma_{ln}$ とすることで概ねカバーできていることが分かる。 この被害面積の期待値の変動が、竜巻風速のハザード曲線に与える影響（感度）を分析した。その結果、被害面積の期待値が仮に2%変わったとしても、ハザード（風速）は0.2m/s変動する程度であり、求めている風速値に対する影響はごく小さいと考えられる。 なお、竜巻最大風速のハザード曲線算定に関する保守性については、疑似データ作成におけるFスケール不明竜巻の取扱いにより、例えばF2スケールの竜巻の発生数について、観測実績のおよそ3.5倍に見積もっている。 また、疑似的な竜巻の作成に伴う被害幅・長さの情報がない竜巻には、被害幅・長さを有する竜巻の観測値を与えているが、その際は、被害幅・長さが大きいほうから優先的に用いることで、被害幅・長さの平均値が大きくなるように工夫しているとともに、被害幅・長さ0のデータについては計算に用いない等、保守性を高めた評価としている。</p>	<p>相違理由</p> <p>【大阪】 評価結果の相違 ・ハザード評価結果の相違によるもの</p> <p>【大阪】 評価条件の相違 ・泊は被害長さが60kmとなる $3.71\sigma_{ln}$ で設定 （$3\sim 4\sigma_{ln}$ を目安に積分範囲を設定していることに相違なし）</p> <p>【大阪】 評価条件の相違 ・竜巻発生数の分析結果の相違</p>

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

大飯発電所3/4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
<p>4. 解析フローチャート</p>  <pre> graph TD START([START]) --> A[入力データの読み込み (発生日時, Fスケール, 被害長さ・幅, 発生位置など)] A --> B[疑似データの作成 諸統計量の算定 (平均, 標準偏差など)] B --> C[確率分布の算定 (発生数, 竜巻風速など)] C --> D[ハザード評価(被害面積期待 値, ハザード曲線算定)] D --> E[解析結果の出力] E --> END([END]) </pre> <p>図2 解析フローチャート</p>	<p>女川原子力発電所2号炉</p>	<p>4. 解析フローチャート</p>  <pre> graph TD START([START]) --> A[入力データの読み込み (発生日時, Fスケール, 被害長さ・幅, 発生位置 等)] A --> B[疑似データの作成 諸統計量の算定 (平均, 標準偏差 等)] B --> C[確率分布の算定 (発生数, 竜巻風速 等)] C --> D[ハザード評価(被害面積期待 値, ハザード曲線算定)] D --> E[解析結果の出力] E --> END([END]) </pre> <p>図2 解析フローチャート</p>	<p>相違理由</p>

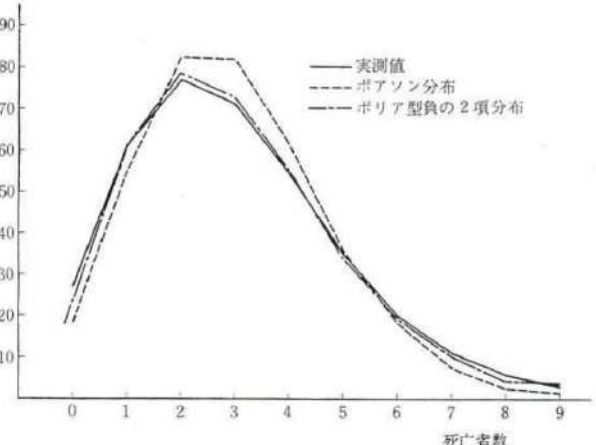
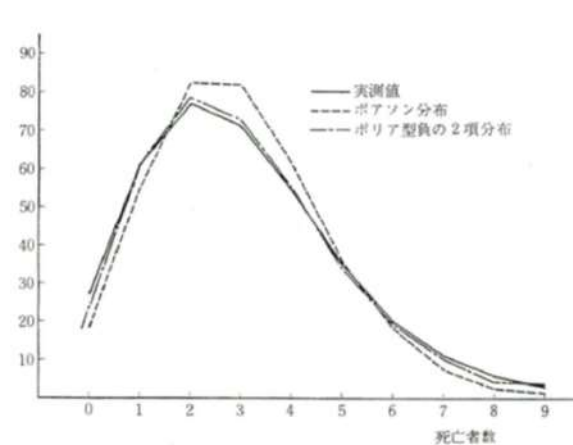
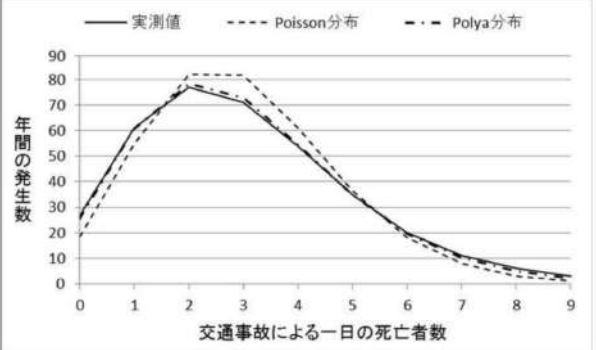
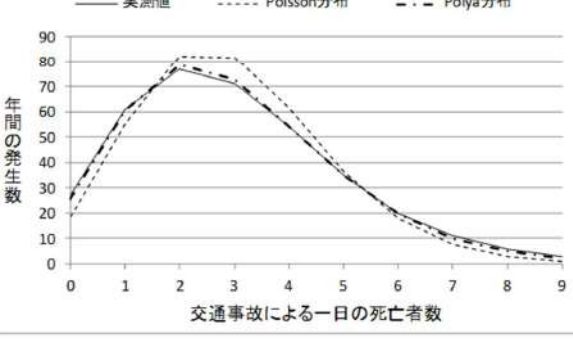
赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

大飯発電所3/4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由																																																																																																																												
<p>5. コード検証</p> <p>5. 1 統計解析</p> <p>(1) 諸統計量</p> <p>竜巻最大風速のハザード曲線の算定に当っては、式(11)、(12)に示したように、竜巻風速、被害長さ、被害幅それぞれの平均値と標準偏差、及び竜巻風速と被害長さ、竜巻風速と被害幅、被害長さと被害幅の相関係数が必要となる。そこで、本解析コードにおいて、これらの統計量が正しく算定されることを下記のとおり確認する。</p> <p>参考文献2（豊川・柳井編著「医学・保健学の例題による統計学」現代数学社）には、実験用ハツカネズミに与えた催眠剤と睡眠時間の関係として、図3のデータが示されている。</p> <p>このデータをサンプルとして、本解析コードによる平均値、共分散、相関係数を求め、参考文献2の結果と比較した結果を表2に示す。本解析コードの結果は、文献の結果と一致することを確認した。</p> <table border="1" data-bbox="114 651 324 911"> <thead> <tr> <th>個体</th> <th>催眠剤 ($\mu\text{g}/\text{体重g}$)</th> <th>睡眠時間 (hrs)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>A</td><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>B</td><td>2</td><td>6</td></tr> <tr><td>C</td><td>5</td><td>3</td></tr> <tr><td>D</td><td>7</td><td>7</td></tr> <tr><td>E</td><td>8</td><td>10</td></tr> <tr><td>F</td><td>11</td><td>6</td></tr> <tr><td>G</td><td>12</td><td>10</td></tr> <tr><td>H</td><td>12</td><td>7</td></tr> <tr><td>I</td><td>13</td><td>9</td></tr> <tr><td>J</td><td>15</td><td>15</td></tr> </tbody> </table>  <p>表4-1 催眠剤と睡眠時間</p> <p>図4-1 催眠剤投与量と睡眠時間の散布図</p> <p>図3 参考文献2における睡眠剤投与量と睡眠時間の関係</p> <p>表2 統計処理の検証結果</p> <table border="1" data-bbox="85 1086 680 1310"> <thead> <tr> <th rowspan="2">統計量</th> <th colspan="2">参考文献2</th> <th colspan="2">本解析コード</th> </tr> <tr> <th>催眠剤 ($\mu\text{g}/\text{体重g}$)</th> <th>睡眠時間 (hrs)</th> <th>催眠剤 ($\mu\text{g}/\text{体重g}$)</th> <th>睡眠時間 (hrs)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>平均値</td> <td>8.6</td> <td>7.4</td> <td>8.60</td> <td>7.40</td> </tr> <tr> <td>分散</td> <td>22.93</td> <td>15.38</td> <td>22.933</td> <td>15.378</td> </tr> <tr> <td>共分散</td> <td colspan="2">14.73</td> <td colspan="2">14.733</td> </tr> <tr> <td>相関係数</td> <td colspan="2">0.785</td> <td colspan="2">0.7846</td> </tr> </tbody> </table>	個体	催眠剤 ($\mu\text{g}/\text{体重g}$)	睡眠時間 (hrs)	A	1	1	B	2	6	C	5	3	D	7	7	E	8	10	F	11	6	G	12	10	H	12	7	I	13	9	J	15	15	統計量	参考文献2		本解析コード		催眠剤 ($\mu\text{g}/\text{体重g}$)	睡眠時間 (hrs)	催眠剤 ($\mu\text{g}/\text{体重g}$)	睡眠時間 (hrs)	平均値	8.6	7.4	8.60	7.40	分散	22.93	15.38	22.933	15.378	共分散	14.73		14.733		相関係数	0.785		0.7846			<p>5. コード検証</p> <p>5. 1 統計解析</p> <p>(1) 諸統計量</p> <p>竜巻最大風速のハザード曲線の算定に当っては、式(11)、(12)に示したように、竜巻風速、被害長さ、被害幅それぞれの平均値と標準偏差、及び竜巻風速と被害長さ、竜巻風速と被害幅、被害長さと被害幅の相関係数が必要となる。そこで、本解析コードにおいて、これらの統計量が正しく算定されることを下記のとおり確認する。</p> <p>参考文献2（豊川・柳井編著「医学・保健学の例題による統計学」現代数学社）には、実験用ハツカネズミに与えた催眠剤と睡眠時間の関係として、図3のデータが示されている。</p> <p>このデータをサンプルとして、本解析コードによる平均値、共分散、相関係数を求め、参考文献2の結果と比較した結果を表2に示す。本解析コードの結果は、文献の結果と一致することを確認した。</p> <table border="1" data-bbox="1368 643 1579 911"> <thead> <tr> <th>個体</th> <th>催眠剤 ($\mu\text{g}/\text{体重g}$)</th> <th>睡眠時間 (hrs)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>A</td><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>B</td><td>2</td><td>6</td></tr> <tr><td>C</td><td>5</td><td>3</td></tr> <tr><td>D</td><td>7</td><td>7</td></tr> <tr><td>E</td><td>8</td><td>10</td></tr> <tr><td>F</td><td>11</td><td>6</td></tr> <tr><td>G</td><td>12</td><td>10</td></tr> <tr><td>H</td><td>12</td><td>7</td></tr> <tr><td>I</td><td>13</td><td>9</td></tr> <tr><td>J</td><td>15</td><td>15</td></tr> </tbody> </table>  <p>表4-1 催眠剤と睡眠時間</p> <p>図4-1 催眠剤投与量と睡眠時間の散布図</p> <p>図3 参考文献2における睡眠剤投与量と睡眠時間の関係</p> <p>表2 統計処理の検証結果</p> <table border="1" data-bbox="1352 1086 1948 1281"> <thead> <tr> <th rowspan="2">統計量</th> <th colspan="2">参考文献2</th> <th colspan="2">本解析コード</th> </tr> <tr> <th>催眠剤 ($\mu\text{g}/\text{体重g}$)</th> <th>睡眠時間 (hrs)</th> <th>催眠剤 ($\mu\text{g}/\text{体重g}$)</th> <th>睡眠時間 (hrs)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>平均値</td> <td>8.6</td> <td>7.4</td> <td>8.60</td> <td>7.40</td> </tr> <tr> <td>分散</td> <td>22.93</td> <td>15.38</td> <td>22.933</td> <td>15.378</td> </tr> <tr> <td>共分散</td> <td colspan="2">14.73</td> <td colspan="2">14.733</td> </tr> <tr> <td>相関係数</td> <td colspan="2">0.785</td> <td colspan="2">0.7846</td> </tr> </tbody> </table>	個体	催眠剤 ($\mu\text{g}/\text{体重g}$)	睡眠時間 (hrs)	A	1	1	B	2	6	C	5	3	D	7	7	E	8	10	F	11	6	G	12	10	H	12	7	I	13	9	J	15	15	統計量	参考文献2		本解析コード		催眠剤 ($\mu\text{g}/\text{体重g}$)	睡眠時間 (hrs)	催眠剤 ($\mu\text{g}/\text{体重g}$)	睡眠時間 (hrs)	平均値	8.6	7.4	8.60	7.40	分散	22.93	15.38	22.933	15.378	共分散	14.73		14.733		相関係数	0.785		0.7846		
個体	催眠剤 ($\mu\text{g}/\text{体重g}$)	睡眠時間 (hrs)																																																																																																																													
A	1	1																																																																																																																													
B	2	6																																																																																																																													
C	5	3																																																																																																																													
D	7	7																																																																																																																													
E	8	10																																																																																																																													
F	11	6																																																																																																																													
G	12	10																																																																																																																													
H	12	7																																																																																																																													
I	13	9																																																																																																																													
J	15	15																																																																																																																													
統計量	参考文献2		本解析コード																																																																																																																												
	催眠剤 ($\mu\text{g}/\text{体重g}$)	睡眠時間 (hrs)	催眠剤 ($\mu\text{g}/\text{体重g}$)	睡眠時間 (hrs)																																																																																																																											
平均値	8.6	7.4	8.60	7.40																																																																																																																											
分散	22.93	15.38	22.933	15.378																																																																																																																											
共分散	14.73		14.733																																																																																																																												
相関係数	0.785		0.7846																																																																																																																												
個体	催眠剤 ($\mu\text{g}/\text{体重g}$)	睡眠時間 (hrs)																																																																																																																													
A	1	1																																																																																																																													
B	2	6																																																																																																																													
C	5	3																																																																																																																													
D	7	7																																																																																																																													
E	8	10																																																																																																																													
F	11	6																																																																																																																													
G	12	10																																																																																																																													
H	12	7																																																																																																																													
I	13	9																																																																																																																													
J	15	15																																																																																																																													
統計量	参考文献2		本解析コード																																																																																																																												
	催眠剤 ($\mu\text{g}/\text{体重g}$)	睡眠時間 (hrs)	催眠剤 ($\mu\text{g}/\text{体重g}$)	睡眠時間 (hrs)																																																																																																																											
平均値	8.6	7.4	8.60	7.40																																																																																																																											
分散	22.93	15.38	22.933	15.378																																																																																																																											
共分散	14.73		14.733																																																																																																																												
相関係数	0.785		0.7846																																																																																																																												

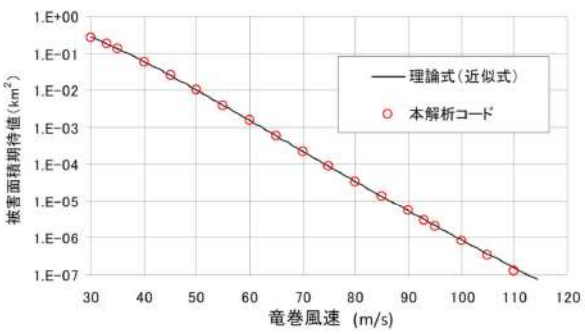
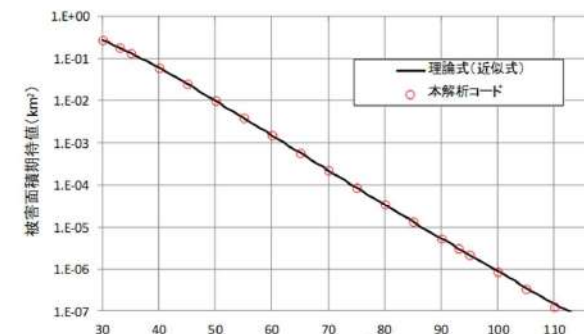
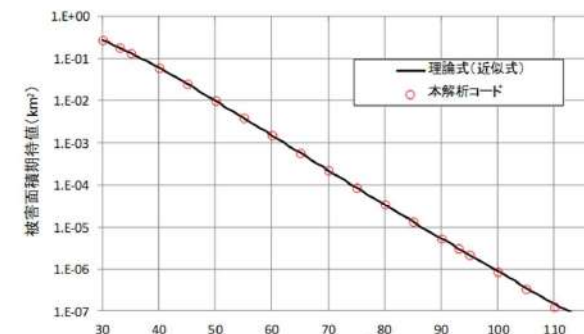
赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

大飯発電所3/4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
<p>(2) 確率分布</p> <p>参考文献2には、ある都市の1年間(365日)の交通事故死者の分布(架空の例)を、ポアソン分布とポリヤ分布(文献では、ポリア型の負の二項分布と記載)に当てはめた例が示されているため、これをサンプルデータとして計算コードの検証を行った(表3参照)。なお、前述のとおり竜巻影響評価ではポリヤ分布を採用しているが、参考文献2にはポアソン分布のデータも記載されているため、ポリヤ分布と合わせてポアソン分布の検証も行う。</p> <p>表3に示す実測数の平均値2.989と分散3.759(参考文献2に記載)を用いて、ポリヤ分布(式(3))及びポアソン分布(式(2))を本解析コードで求めた。結果を表4に示す。また、参考文献2に示されたグラフを図4、本解析コードで求めたグラフを図5に示す。表4及び図4と図5の比較より、両者は概ね一致していることが分かる。</p> <p>表3 ある都市の交通事故死者数の分布(参考文献2の表5.3より)</p> <table border="1" data-bbox="85 619 683 758"> <thead> <tr> <th>死亡者数</th> <th>0</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> <th>6</th> <th>7</th> <th>8</th> <th>9以上</th> <th>計</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>実測数</td> <td>27</td> <td>61</td> <td>77</td> <td>71</td> <td>54</td> <td>35</td> <td>20</td> <td>11</td> <td>6</td> <td>3</td> <td>365</td> </tr> <tr> <td>ポアソン分布</td> <td>18.4</td> <td>54.9</td> <td>82.1</td> <td>81.8</td> <td>61.1</td> <td>36.5</td> <td>18.2</td> <td>7.8</td> <td>2.9</td> <td>1.3</td> <td>365</td> </tr> <tr> <td>ポリア型負の2項分布</td> <td>25.5</td> <td>60.7</td> <td>78.4</td> <td>72.8</td> <td>54.4</td> <td>34.8</td> <td>19.7</td> <td>10.2</td> <td>4.8</td> <td>3.7</td> <td>365</td> </tr> </tbody> </table> <p>表4 ポリヤ分布の検証結果</p> <table border="1" data-bbox="85 837 683 992"> <thead> <tr> <th rowspan="2">上表掲載</th> <th>死亡者数</th> <th>0</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> <th>6</th> <th>7</th> <th>8</th> <th>9以上</th> <th>計</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>実測数</td> <td>27</td> <td>61</td> <td>77</td> <td>71</td> <td>54</td> <td>35</td> <td>20</td> <td>11</td> <td>6</td> <td>3</td> <td>365</td> </tr> <tr> <td>ポリア(①)</td> <td>25.5</td> <td>60.7</td> <td>78.4</td> <td>72.8</td> <td>54.4</td> <td>34.8</td> <td>19.7</td> <td>10.2</td> <td>4.8</td> <td>3.7</td> <td>365</td> </tr> <tr> <td>本解析コード(②)</td> <td>25.54</td> <td>60.71</td> <td>78.36</td> <td>72.79</td> <td>54.43</td> <td>34.79</td> <td>19.72</td> <td>10.16</td> <td>4.84</td> <td>3.66</td> <td>365</td> </tr> <tr> <td>差(②/①)</td> <td>1.00</td> <td>1.00</td> <td>1.00</td> <td>1.00</td> <td>1.00</td> <td>1.00</td> <td>1.00</td> <td>1.00</td> <td>1.01</td> <td>0.99</td> <td>1.00</td> </tr> </tbody> </table> <p>表5 ポアソン分布の検証結果</p> <table border="1" data-bbox="85 1072 683 1227"> <thead> <tr> <th rowspan="2">上表掲載</th> <th>死亡者数</th> <th>0</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> <th>6</th> <th>7</th> <th>8</th> <th>9以上</th> <th>計</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>実測数</td> <td>27</td> <td>61</td> <td>77</td> <td>71</td> <td>54</td> <td>35</td> <td>20</td> <td>11</td> <td>6</td> <td>3</td> <td>365</td> </tr> <tr> <td>ポアソン(①)</td> <td>18.4</td> <td>54.9</td> <td>82.1</td> <td>81.8</td> <td>61.1</td> <td>36.5</td> <td>18.2</td> <td>7.8</td> <td>2.9</td> <td>1.3</td> <td>365</td> </tr> <tr> <td>本解析コード(②)</td> <td>18.37</td> <td>54.92</td> <td>82.07</td> <td>81.77</td> <td>61.11</td> <td>36.53</td> <td>18.20</td> <td>7.77</td> <td>2.90</td> <td>1.36</td> <td>365</td> </tr> <tr> <td>差(②/①)</td> <td>1.00</td> <td>1.00</td> <td>1.00</td> <td>1.00</td> <td>1.00</td> <td>1.00</td> <td>1.00</td> <td>1.00</td> <td>1.00</td> <td>1.05</td> <td>1.00</td> </tr> </tbody> </table>	死亡者数	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9以上	計	実測数	27	61	77	71	54	35	20	11	6	3	365	ポアソン分布	18.4	54.9	82.1	81.8	61.1	36.5	18.2	7.8	2.9	1.3	365	ポリア型負の2項分布	25.5	60.7	78.4	72.8	54.4	34.8	19.7	10.2	4.8	3.7	365	上表掲載	死亡者数	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9以上	計	実測数	27	61	77	71	54	35	20	11	6	3	365	ポリア(①)	25.5	60.7	78.4	72.8	54.4	34.8	19.7	10.2	4.8	3.7	365	本解析コード(②)	25.54	60.71	78.36	72.79	54.43	34.79	19.72	10.16	4.84	3.66	365	差(②/①)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.01	0.99	1.00	上表掲載	死亡者数	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9以上	計	実測数	27	61	77	71	54	35	20	11	6	3	365	ポアソン(①)	18.4	54.9	82.1	81.8	61.1	36.5	18.2	7.8	2.9	1.3	365	本解析コード(②)	18.37	54.92	82.07	81.77	61.11	36.53	18.20	7.77	2.90	1.36	365	差(②/①)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.05	1.00		<p>(2) 確率分布</p> <p>参考文献2には、ある都市の1年間(365日)の交通事故死者の分布(架空の例)を、ポアソン分布とポリヤ分布(文献では、ポリア型の負の二項分布と記載)に当てはめた例が示されているため、これをサンプルデータとして計算コードの検証を行った(表3参照)。なお、前述のとおり竜巻影響評価ではポリヤ分布を採用しているが、参考文献2にはポアソン分布のデータも記載されているため、ポリヤ分布と合わせてポアソン分布の検証も行う。</p> <p>表3に示す実測数の平均値2.989と分散3.759(参考文献2に記載)を用いて、ポリヤ分布(式(3))及びポアソン分布(式(2))を本解析コードで求めた。結果を表4及び表5に示す。また、参考文献2に示されたグラフを図4、本解析コードで求めたグラフを図5に示す。表4と表5及び図4と図5の比較より、両者は概ね一致していることが分かる。</p> <p>表3 ある都市の交通事故死者数の分布(参考文献2の表5.3より)</p> <table border="1" data-bbox="1375 619 1942 758"> <thead> <tr> <th>死亡者数</th> <th>0</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> <th>6</th> <th>7</th> <th>8</th> <th>9以上</th> <th>計</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>実測数</td> <td>27</td> <td>61</td> <td>77</td> <td>71</td> <td>54</td> <td>35</td> <td>20</td> <td>11</td> <td>6</td> <td>3</td> <td>365</td> </tr> <tr> <td>ポアソン分布</td> <td>18.4</td> <td>54.9</td> <td>82.1</td> <td>81.8</td> <td>61.1</td> <td>36.5</td> <td>18.2</td> <td>7.8</td> <td>2.9</td> <td>1.3</td> <td>365</td> </tr> <tr> <td>ポリア型負の2項分布</td> <td>25.5</td> <td>60.7</td> <td>78.4</td> <td>72.8</td> <td>54.4</td> <td>34.8</td> <td>19.7</td> <td>10.2</td> <td>4.8</td> <td>3.7</td> <td>365</td> </tr> </tbody> </table> <p>表4 ポリヤ分布の検証結果</p> <table border="1" data-bbox="1359 805 1935 960"> <thead> <tr> <th rowspan="2">上表掲載</th> <th>死亡者数</th> <th>0</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> <th>6</th> <th>7</th> <th>8</th> <th>9以上</th> <th>計</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>実測数</td> <td>27</td> <td>61</td> <td>77</td> <td>71</td> <td>54</td> <td>35</td> <td>20</td> <td>11</td> <td>6</td> <td>3</td> <td>365</td> </tr> <tr> <td>ポリア(①)</td> <td>25.5</td> <td>60.7</td> <td>78.4</td> <td>72.8</td> <td>54.4</td> <td>34.8</td> <td>19.7</td> <td>10.2</td> <td>4.8</td> <td>3.7</td> <td>365</td> </tr> <tr> <td>本解析コード(②)</td> <td>25.54</td> <td>60.71</td> <td>78.36</td> <td>72.79</td> <td>54.43</td> <td>34.79</td> <td>19.72</td> <td>10.16</td> <td>4.84</td> <td>3.66</td> <td>365</td> </tr> <tr> <td>差(②/①)</td> <td>1.00</td> <td>1.00</td> <td>1.00</td> <td>1.00</td> <td>1.00</td> <td>1.00</td> <td>1.00</td> <td>1.00</td> <td>1.01</td> <td>0.99</td> <td>1.00</td> </tr> </tbody> </table> <p>表5 ポアソン分布の検証結果</p> <table border="1" data-bbox="1359 1008 1935 1163"> <thead> <tr> <th rowspan="2">上表掲載</th> <th>死亡者数</th> <th>0</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> <th>6</th> <th>7</th> <th>8</th> <th>9以上</th> <th>計</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>実測数</td> <td>27</td> <td>61</td> <td>77</td> <td>71</td> <td>54</td> <td>35</td> <td>20</td> <td>11</td> <td>6</td> <td>3</td> <td>365</td> </tr> <tr> <td>ポアソン(①)</td> <td>18.4</td> <td>54.9</td> <td>82.1</td> <td>81.8</td> <td>61.1</td> <td>36.5</td> <td>18.2</td> <td>7.8</td> <td>2.9</td> <td>1.3</td> <td>365</td> </tr> <tr> <td>本解析コード(②)</td> <td>18.37</td> <td>54.92</td> <td>82.07</td> <td>81.77</td> <td>61.11</td> <td>36.53</td> <td>18.20</td> <td>7.77</td> <td>2.90</td> <td>1.36</td> <td>365</td> </tr> <tr> <td>差(②/①)</td> <td>1.00</td> <td>1.00</td> <td>1.00</td> <td>1.00</td> <td>1.00</td> <td>1.00</td> <td>1.00</td> <td>1.00</td> <td>1.00</td> <td>1.05</td> <td>1.00</td> </tr> </tbody> </table>	死亡者数	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9以上	計	実測数	27	61	77	71	54	35	20	11	6	3	365	ポアソン分布	18.4	54.9	82.1	81.8	61.1	36.5	18.2	7.8	2.9	1.3	365	ポリア型負の2項分布	25.5	60.7	78.4	72.8	54.4	34.8	19.7	10.2	4.8	3.7	365	上表掲載	死亡者数	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9以上	計	実測数	27	61	77	71	54	35	20	11	6	3	365	ポリア(①)	25.5	60.7	78.4	72.8	54.4	34.8	19.7	10.2	4.8	3.7	365	本解析コード(②)	25.54	60.71	78.36	72.79	54.43	34.79	19.72	10.16	4.84	3.66	365	差(②/①)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.01	0.99	1.00	上表掲載	死亡者数	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9以上	計	実測数	27	61	77	71	54	35	20	11	6	3	365	ポアソン(①)	18.4	54.9	82.1	81.8	61.1	36.5	18.2	7.8	2.9	1.3	365	本解析コード(②)	18.37	54.92	82.07	81.77	61.11	36.53	18.20	7.77	2.90	1.36	365	差(②/①)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.05	1.00	<p>【大飯】 記載方針の相違</p>
死亡者数	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9以上	計																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
実測数	27	61	77	71	54	35	20	11	6	3	365																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
ポアソン分布	18.4	54.9	82.1	81.8	61.1	36.5	18.2	7.8	2.9	1.3	365																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
ポリア型負の2項分布	25.5	60.7	78.4	72.8	54.4	34.8	19.7	10.2	4.8	3.7	365																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
上表掲載	死亡者数	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9以上	計																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
	実測数	27	61	77	71	54	35	20	11	6	3	365																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
ポリア(①)	25.5	60.7	78.4	72.8	54.4	34.8	19.7	10.2	4.8	3.7	365																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
本解析コード(②)	25.54	60.71	78.36	72.79	54.43	34.79	19.72	10.16	4.84	3.66	365																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
差(②/①)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.01	0.99	1.00																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
上表掲載	死亡者数	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9以上	計																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
	実測数	27	61	77	71	54	35	20	11	6	3	365																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
ポアソン(①)	18.4	54.9	82.1	81.8	61.1	36.5	18.2	7.8	2.9	1.3	365																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
本解析コード(②)	18.37	54.92	82.07	81.77	61.11	36.53	18.20	7.77	2.90	1.36	365																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
差(②/①)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.05	1.00																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
死亡者数	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9以上	計																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
実測数	27	61	77	71	54	35	20	11	6	3	365																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
ポアソン分布	18.4	54.9	82.1	81.8	61.1	36.5	18.2	7.8	2.9	1.3	365																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
ポリア型負の2項分布	25.5	60.7	78.4	72.8	54.4	34.8	19.7	10.2	4.8	3.7	365																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
上表掲載	死亡者数	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9以上	計																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
	実測数	27	61	77	71	54	35	20	11	6	3	365																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
ポリア(①)	25.5	60.7	78.4	72.8	54.4	34.8	19.7	10.2	4.8	3.7	365																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
本解析コード(②)	25.54	60.71	78.36	72.79	54.43	34.79	19.72	10.16	4.84	3.66	365																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
差(②/①)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.01	0.99	1.00																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
上表掲載	死亡者数	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9以上	計																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
	実測数	27	61	77	71	54	35	20	11	6	3	365																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
ポアソン(①)	18.4	54.9	82.1	81.8	61.1	36.5	18.2	7.8	2.9	1.3	365																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
本解析コード(②)	18.37	54.92	82.07	81.77	61.11	36.53	18.20	7.77	2.90	1.36	365																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
差(②/①)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.05	1.00																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

大飯発電所3/4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
 <p>図4 分布形（参考文献2）</p>		 <p>図4 分布形（参考文献2）</p>	
 <p>図5 分布形（本解析コード）</p>		 <p>図5 分布形（本解析コード）</p>	
<p>5. 2ハザード評価</p> <p>(1) 簡略化した条件での検証</p> <p>竜巻風速、被害幅、被害長さ、および移動方向はそれぞれ無関係だと仮定し、理論解と本解析コードの計算結果を比較する。</p> <p>この場合、竜巻被害面積の期待値 $E[DA(V_0)]$は、式(10a)のように近似できる。</p> $E[DA(V_0)] \approx (1-F(V_0)) \times [W^* \bar{w} \bar{l} + D_0 \bar{l} + W^* \bar{w} D_0 + (D_0^2 \pi / 4)] \quad (10a)$		<p>5. 2ハザード評価</p> <p>(1) 簡略化した条件での検証</p> <p>竜巻風速、被害幅、被害長さ、及び移動方向はそれぞれ無関係だと仮定し、理論解と本解析コードの計算結果を比較する。</p> <p>この場合、竜巻被害面積の期待値 $E[DA(V_0)]$は、式(10a)のように近似できる。</p> $E[DA(V_0)] \approx (1-F(V_0)) \times [W^* \bar{w} \bar{l} + D_0 \bar{l} + W^* \bar{w} D_0 + (D_0^2 \pi / 4)] \quad (10a)$	

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

大飯発電所3/4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
<p>ここに、$(1-F(V_0))$ は風速の超過確率、\bar{w}、\bar{l} は平均被害域幅および平均被害域長さ、W' は幅補正に関する項 $(=(V_{min}/V_0)^{1/L_0})$ である。なお、$F(V_0)$ は対数正規分布で表されるため、次式のとおりとなる。</p> $F(V_0) = \int_0^{V_0} f(v)dv = \int_0^{V_0} \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_v} \frac{1}{v} \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{\ln(v)-\mu}{\sigma_v}\right)^2\right] dv \quad (10b)$ <p>日本海側の海岸線から海側・陸側各5km範囲で発生した竜巻を対象として、式(10a)の近似式から被害面積期待値を求めた結果と、本解析コードにおいて無相関として数値積分を実施した結果を図6に示す。なお、図6の実線で示した式(10a)の近似は、竜巻風速を1m/s間隔で離散的に求めた面積期待値を結んだものである。この図より、両者は概ね一致していることが分かる。</p>  <p>図6 被害面積の期待値の比較</p> <p>(2) ハザード曲線</p> <p>参考文献1では、全国のデータ（1961年1月～2009年12月）を用いて海岸からの距離別のハザード曲線を算定しており、その結果が同報告書の図2.1.2.14-15（92頁）に掲載されている。なお、ポリヤ分布を採用して計算を行っている。</p> <p>本検証では、海岸から1km以内の陸地（CASE-A）と海岸から5km以上離れた陸地（CASE-B）の2ケースについて検証計算を行った。なお、参考文献1では、式(8)のV_{min}の値が不明であるため、ここでは25.0m/sを用いる。</p> <p>参考文献1では、竜巻の移動方向に関して4～5次のフーリエ級数で近似するのが妥当（p.47）と指摘すると共に、i)北東の頻度が高い、ii)海岸からの距離による違いは見られない（p.89）、と述べられているだけで、具体的な数値の記載は無い。本検証では、移動方向と風速・幅・長さなどの相関はほとんど無いことから、方向は一樣だと仮定した。</p> <p>発電所施設の規模は、参考文献1の表2.1.2.1(p.65)（表6 参照）に</p>	<p>ここに、$(1-F(V_0))$ は風速の超過確率、\bar{w}、\bar{l} は平均被害域幅及び平均被害域長さ、W' は幅補正に関する項 $(=(V_{min}/V_0)^{1/L_0})$ である。なお、$F(V_0)$ は対数正規分布で表されるため、次式のとおりとなる。</p> $F(V_0) = \int_0^{V_0} f(v)dv = \int_0^{V_0} \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_v} \frac{1}{v} \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{\ln(v)-\mu}{\sigma_v}\right)^2\right] dv \quad (10b)$ <p>日本海側の海岸線から海側・陸側各5km範囲で発生した竜巻を対象として、式(10a)の近似式から被害面積期待値を求めた結果と、本解析コードにおいて無相関として数値積分を実施した結果を図6に示す。なお、図6の実線で示した式(10a)の近似は、竜巻風速を1m/s間隔で離散的に求めた面積期待値を結んだものである。この図より、両者は概ね一致していることが分かる。</p>  <p>図8 被害面積の期待値の比較</p> <p>(2) ハザード曲線</p> <p>参考文献1では、全国のデータ（1961年1月～2009年12月）を用いて海岸からの距離別のハザード曲線を算定しており、その結果が同報告書の図2.1.2.14-15（92頁）に掲載されている。なお、ポリヤ分布を採用して計算を行っている。</p> <p>本検証では、海岸から1km以内の陸地（CASE-A）と海岸から5km以上離れた陸地（CASE-B）の2ケースについて検証計算を行った。なお、参考文献1では、式(8)のV_{min}の値が不明であるため、ここでは25.0m/sを用いる。</p> <p>参考文献1では、竜巻の移動方向に関して4～5次のフーリエ級数で近似するのが妥当（p.47）と指摘すると共に、i)北東の頻度が高い、ii)海岸からの距離による違いは見られない（p.89）、と述べられているだけで、具体的な数値の記載は無い。本検証では、移動方向と風速・幅・長さなどの相関はほとんど無いことから、方向は一樣だと仮定した。</p> <p>発電所施設の規模は、参考文献1の表2.1.2.1(p.65)（表6 参照）に</p>	<p>ここに、$(1-F(V_0))$ は風速の超過確率、\bar{w}、\bar{l} は平均被害域幅及び平均被害域長さ、W' は幅補正に関する項 $(=(V_{min}/V_0)^{1/L_0})$ である。なお、$F(V_0)$ は対数正規分布で表されるため、次式のとおりとなる。</p> $F(V_0) = \int_0^{V_0} f(v)dv = \int_0^{V_0} \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_v} \frac{1}{v} \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{\ln(v)-\mu}{\sigma_v}\right)^2\right] dv \quad (10b)$ <p>日本海側の海岸線から海側・陸側各5km範囲で発生した竜巻を対象として、式(10a)の近似式から被害面積期待値を求めた結果と、本解析コードにおいて無相関として数値積分を実施した結果を図6に示す。なお、図6の実線で示した式(10a)の近似は、竜巻風速を1m/s間隔で離散的に求めた面積期待値を結んだものである。この図より、両者は概ね一致していることが分かる。</p>  <p>図8 被害面積の期待値の比較</p> <p>(2) ハザード曲線</p> <p>参考文献1では、全国のデータ（1961年1月～2009年12月）を用いて海岸からの距離別のハザード曲線を算定しており、その結果が同報告書の図2.1.2.14-15（92頁）に掲載されている。なお、ポリヤ分布を採用して計算を行っている。</p> <p>本検証では、海岸から1km以内の陸地（CASE-A）と海岸から5km以上離れた陸地（CASE-B）の2ケースについて検証計算を行った。なお、参考文献1では、式(8)のV_{min}の値が不明であるため、ここでは25.0m/sを用いる。</p> <p>参考文献1では、竜巻の移動方向に関して4～5次のフーリエ級数で近似するのが妥当（p.47）と指摘すると共に、i)北東の頻度が高い、ii)海岸からの距離による違いは見られない（p.89）、と述べられているだけで、具体的な数値の記載は無い。本検証では、移動方向と風速・幅・長さなどの相関はほとんど無いことから、方向は一樣だと仮定した。</p> <p>発電所施設の規模は、参考文献1の表2.1.2.1(p.65)（表6 参照）に</p>	<p>相違理由</p>

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（竜巻：別添資料1 添付資料3.14）

大飯発電所3/4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由																																																																																																																				
<p>記載されているが、具体的な設定方法に関する記述は見当らない。そこで同表を参考に、建屋の総面積（約11万㎡）程度となる一辺333mの正方形構造物とした（参考文献1では、原子炉建屋、タービン建屋、海水熱交換機建屋はそれぞれ4棟、コントロール建屋は2棟としている）。</p> <p>なお、参考文献1では、風速積分範囲を116.2m/sまでとして後に示す図5-5を求めている。一方、本解析コードでは120m/sまでを積分範囲としている。</p> <p>これらのハザード計算に関する条件を表7に示す。</p> <p style="text-align: center;">表6 施設の寸法（参考文献1）</p> <p>表 2.1.2.1 竜巻リスクの計算に用いた代表的な原子力発電所の主要施設の寸法</p> <table border="1" data-bbox="91 507 683 842"> <thead> <tr> <th rowspan="2"></th> <th colspan="2">平面寸法 (m)</th> <th rowspan="2"></th> <th colspan="2">平面寸法 (m)</th> </tr> <tr> <th>南北</th> <th>東西</th> <th>南北</th> <th>東西</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>原子炉建屋</td> <td>80</td> <td>79</td> <td>活性炭式希ガス・ホール ドアップ装置建屋</td> <td>39</td> <td>38</td> </tr> <tr> <td>タービン建屋</td> <td>109</td> <td>66</td> <td>500kV 超高压開閉所</td> <td>105</td> <td>126</td> </tr> <tr> <td>コントロール建屋</td> <td>39</td> <td>66</td> <td>事務本館</td> <td>48</td> <td>108</td> </tr> <tr> <td>サービス建屋</td> <td>25</td> <td>73</td> <td>事務本館（厚生棟）</td> <td>17</td> <td>83</td> </tr> <tr> <td>海水熱交換器建屋</td> <td>97</td> <td>40</td> <td>事務本館（情報棟）</td> <td>18</td> <td>49</td> </tr> <tr> <td>排気筒</td> <td>49</td> <td>49</td> <td>高放射性固体廃棄物貯 蔵庫設備建屋</td> <td>40</td> <td>27</td> </tr> <tr> <td>固体廃棄物貯蔵庫</td> <td>29</td> <td>120</td> <td>使用済燃料輸送容器保 管設備建屋</td> <td>56</td> <td>19</td> </tr> <tr> <td>廃棄物処理建屋</td> <td>104</td> <td>41</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		平面寸法 (m)			平面寸法 (m)		南北	東西	南北	東西	原子炉建屋	80	79	活性炭式希ガス・ホール ドアップ装置建屋	39	38	タービン建屋	109	66	500kV 超高压開閉所	105	126	コントロール建屋	39	66	事務本館	48	108	サービス建屋	25	73	事務本館（厚生棟）	17	83	海水熱交換器建屋	97	40	事務本館（情報棟）	18	49	排気筒	49	49	高放射性固体廃棄物貯 蔵庫設備建屋	40	27	固体廃棄物貯蔵庫	29	120	使用済燃料輸送容器保 管設備建屋	56	19	廃棄物処理建屋	104	41					<p>記載されているが、具体的な設定方法に関する記述は見当らない。そこで同表を参考に、建屋の総面積（約11万㎡）程度となる一辺333mの正方形構造物とした（参考文献1では、原子炉建屋、タービン建屋、海水熱交換機建屋はそれぞれ4棟、コントロール建屋は2棟としている）。</p> <p>なお、参考文献1では、風速積分範囲を116.2m/sまでとして後に示す図5-5を求めている。一方、本解析コードでは120m/sまでを積分範囲としている。</p> <p>これらのハザード計算に関する条件を表7に示す。</p> <p style="text-align: center;">表6 施設の寸法（参考文献1）</p> <p>表 2.1.2.1 竜巻リスクの計算に用いた代表的な原子力発電所の主要施設の寸法</p> <table border="1" data-bbox="1397 507 1989 842"> <thead> <tr> <th rowspan="2"></th> <th colspan="2">平面寸法 (m)</th> <th rowspan="2"></th> <th colspan="2">平面寸法 (m)</th> </tr> <tr> <th>南北</th> <th>東西</th> <th>南北</th> <th>東西</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>原子炉建屋</td> <td>80</td> <td>79</td> <td>活性炭式希ガス・ホール ドアップ装置建屋</td> <td>39</td> <td>38</td> </tr> <tr> <td>タービン建屋</td> <td>109</td> <td>66</td> <td>500kV 超高压開閉所</td> <td>105</td> <td>126</td> </tr> <tr> <td>コントロール建屋</td> <td>39</td> <td>66</td> <td>事務本館</td> <td>48</td> <td>108</td> </tr> <tr> <td>サービス建屋</td> <td>25</td> <td>73</td> <td>事務本館（厚生棟）</td> <td>17</td> <td>83</td> </tr> <tr> <td>海水熱交換器建屋</td> <td>97</td> <td>40</td> <td>事務本館（情報棟）</td> <td>18</td> <td>49</td> </tr> <tr> <td>排気筒</td> <td>49</td> <td>49</td> <td>高放射性固体廃棄物貯 蔵庫設備建屋</td> <td>40</td> <td>27</td> </tr> <tr> <td>固体廃棄物貯蔵庫</td> <td>29</td> <td>120</td> <td>使用済燃料輸送容器保 管設備建屋</td> <td>56</td> <td>19</td> </tr> <tr> <td>廃棄物処理建屋</td> <td>104</td> <td>41</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		平面寸法 (m)			平面寸法 (m)		南北	東西	南北	東西	原子炉建屋	80	79	活性炭式希ガス・ホール ドアップ装置建屋	39	38	タービン建屋	109	66	500kV 超高压開閉所	105	126	コントロール建屋	39	66	事務本館	48	108	サービス建屋	25	73	事務本館（厚生棟）	17	83	海水熱交換器建屋	97	40	事務本館（情報棟）	18	49	排気筒	49	49	高放射性固体廃棄物貯 蔵庫設備建屋	40	27	固体廃棄物貯蔵庫	29	120	使用済燃料輸送容器保 管設備建屋	56	19	廃棄物処理建屋	104	41				
		平面寸法 (m)				平面寸法 (m)																																																																																																																	
	南北	東西	南北	東西																																																																																																																			
原子炉建屋	80	79	活性炭式希ガス・ホール ドアップ装置建屋	39	38																																																																																																																		
タービン建屋	109	66	500kV 超高压開閉所	105	126																																																																																																																		
コントロール建屋	39	66	事務本館	48	108																																																																																																																		
サービス建屋	25	73	事務本館（厚生棟）	17	83																																																																																																																		
海水熱交換器建屋	97	40	事務本館（情報棟）	18	49																																																																																																																		
排気筒	49	49	高放射性固体廃棄物貯 蔵庫設備建屋	40	27																																																																																																																		
固体廃棄物貯蔵庫	29	120	使用済燃料輸送容器保 管設備建屋	56	19																																																																																																																		
廃棄物処理建屋	104	41																																																																																																																					
	平面寸法 (m)			平面寸法 (m)																																																																																																																			
	南北	東西		南北	東西																																																																																																																		
原子炉建屋	80	79	活性炭式希ガス・ホール ドアップ装置建屋	39	38																																																																																																																		
タービン建屋	109	66	500kV 超高压開閉所	105	126																																																																																																																		
コントロール建屋	39	66	事務本館	48	108																																																																																																																		
サービス建屋	25	73	事務本館（厚生棟）	17	83																																																																																																																		
海水熱交換器建屋	97	40	事務本館（情報棟）	18	49																																																																																																																		
排気筒	49	49	高放射性固体廃棄物貯 蔵庫設備建屋	40	27																																																																																																																		
固体廃棄物貯蔵庫	29	120	使用済燃料輸送容器保 管設備建屋	56	19																																																																																																																		
廃棄物処理建屋	104	41																																																																																																																					

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（竜巻：別添資料1 添付資料3.14）

大飯発電所3/4号炉

表7 ハザード計算に関する条件

項目	CASE-A		CASE-B		備考
	参考文献	本コード	参考文献	本コード	
元データ	気象庁「竜巻等の突風データベース」				
期間	1962年1月～2009年12月				
年発生数 (個)	平均	11.0	11.0	7.6	7.6
	標準偏差	7.3	7.3	2.6	2.6
風速(m/s)	平均	31.5	31.5	33.7	33.7
	標準偏差	10.4	10.4	12.1	12.1
被害長さ (km)	平均	2.83	2.83	4.61	4.61
	標準偏差	4.39	4.39	5.49	5.49
被害幅(m)	平均	101.8	101.8	161.8	161.8
	標準偏差	158.8	158.8	205.5	205.5
相関係数	風速と被害長さ	0.323	0.323	0.268	0.268
	風速と被害幅	0.183	0.183	0.223	0.223
	被害長さ と被害幅	0.471	0.471	0.363	0.363
確率分布	発生数	ポリヤ	ポリヤ	ポリヤ	ポリヤ
	風速	対数正規	対数正規	対数正規	対数正規
	被害長さ	対数正規	対数正規	対数正規	対数正規
	被害幅	対数正規	対数正規	対数正規	対数正規
竜巻検討地域面積(km ²)	17,185.3	17,185.3	316,267.2	316,267.2	
移動方向	不明	一様	不明	一様	※
施設形状	不明	333m四方の正方形	不明	333m四方の正方形	※
V _{min} (m/s)	不明	25	不明	25	※
積分範囲	風速	116.2m/s	120m/s	116.2m/s	120m/s
	被害長さ	不明	60km	不明	60km
	被害幅	不明	6km	不明	6km

※条件が異なる、もしくは異なる可能性があるもの

参考文献1に示された結果を図7に、検証ケースCASE-A、-Bの結果を図8に示す。また、表8に年超過確率10⁻⁵に相当する風速値を整理した。図7、8及び表8より、参考文献1の詳細な計算条件には不明な点もあることを考慮すると、ハザード曲線の傾向は概ね一致している。

女川原子力発電所2号炉

泊発電所3号炉

表7 ハザード計算に関する条件

項目	CASE-A		CASE-B		備考
	参考文献	本コード	参考文献	本コード	
元データ	気象庁「竜巻等の突風データベース」				
期間	1962年1月～2009年12月				
年発生数 (個)	平均	11.0	11.0	7.6	7.6
	標準偏差	7.3	7.3	2.6	2.6
風速 (m/s)	平均	31.5	31.5	33.7	33.7
	標準偏差	10.4	10.4	12.1	12.1
被害長さ (km)	平均	2.83	2.83	4.61	4.61
	標準偏差	4.39	4.39	5.49	5.49
被害幅 (m)	平均	101.8	101.8	161.8	161.8
	標準偏差	158.8	158.8	205.5	205.5
相関係数	風速と被害長さ	0.323	0.323	0.268	0.268
	風速と被害幅	0.183	0.183	0.223	0.223
	被害長さ と被害幅	0.471	0.471	0.363	0.363
確率分布	発生数	ポリヤ	ポリヤ	ポリヤ	ポリヤ
	風速	対数正規	対数正規	対数正規	対数正規
	被害長さ	対数正規	対数正規	対数正規	対数正規
	被害幅	対数正規	対数正規	対数正規	対数正規
竜巻検討地域面積(km ²)	17,185.3	17,185.3	316,267.2	316,267.2	
移動方向	不明	一様	不明	一様	※
施設規模	不明	333m四方の正方形	不明	333m四方の正方形	※
V _{min} (m/s)	不明	25	不明	25	※
積分範囲	風速	116.2m/s	120m/s	116.2m/s	120m/s
	被害長さ	不明	60km	不明	60km
	被害幅	不明	6km	不明	6km

参考文献1に示された結果を図7に、検証ケースCASE-A、-Bの結果を図8に示す。また、表8に年超過確率10⁻⁵に相当する風速値を整理した。図7、8及び表8より、参考文献1の詳細な計算条件には不明な点もあることを考慮すると、ハザード曲線の傾向は概ね一致している。

相違理由

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

大飯発電所3/4号炉

女川原子力発電所2号炉

泊発電所3号炉

相違理由

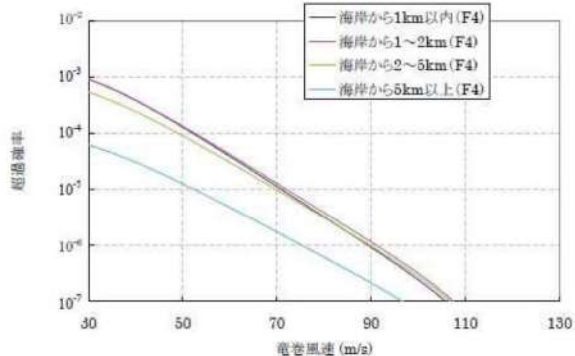


図7 ハザード算定結果（参考文献1）

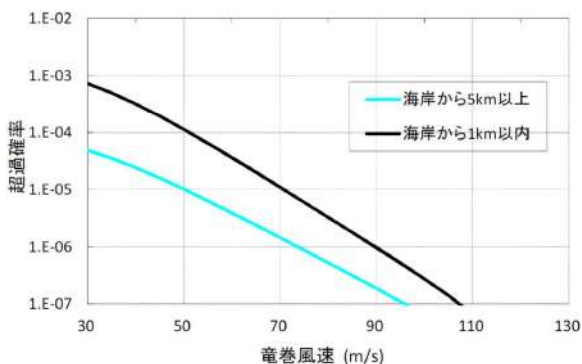


図8 ハザード算定結果（本解析コード）

表8 検証結果の比較

ケース	年超過確率 10 ⁻⁵ 相当風速		差 (②/①)
	①参考文献1	②本解析コード	
CASE-A 海岸から1km以内	70.9m/s	70.7m/s	0.997
CASE-B 海岸から5km以上	52.0m/s	50.1m/s	0.963

ただし、表7に示すとおり、計算条件の一部は不明であることから、検証結果の妥当性について考察する。

まず、移動方向については、例えば移動方向と竜巻風速に相関があるとする、ある特定の方向から移動してくる竜巻は強い（風速が大きい）傾向にあるということになるが、実際には参考文献1に記載のと

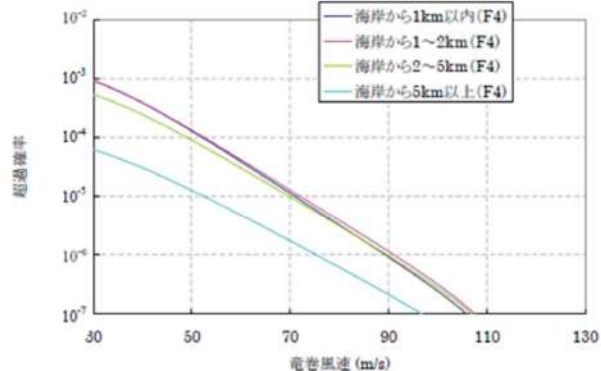


図7 ハザード算定結果（参考文献1）

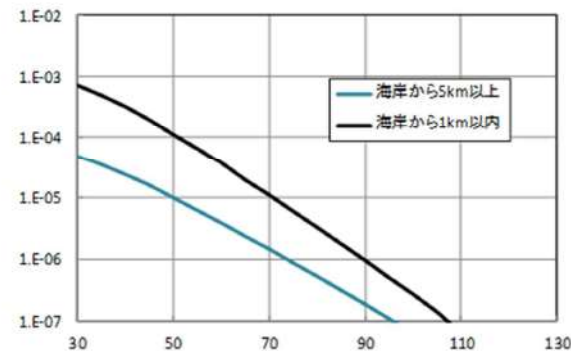


図8 ハザード算定結果（本解析コード）

表8 検証結果の比較

ケース	年超過確率10 ⁻⁵ 相当風速		差 (②/①)
	①参考文献1	②本解析コード	
CASE-A 海岸から1km以内	70.9m/s	70.7m/s	0.997
CASE-B 海岸から5km以上	52.0m/s	50.1m/s	0.963

ただし、表7に示すとおり、計算条件の一部は不明であることから、検証結果の妥当性について考察する。

まず、移動方向については、例えば移動方向と竜巻風速に相関があるとする、ある特定の方向から移動してくる竜巻は強い（風速が大きい）傾向にあるということになるが、実際には参考文献1に記載のと

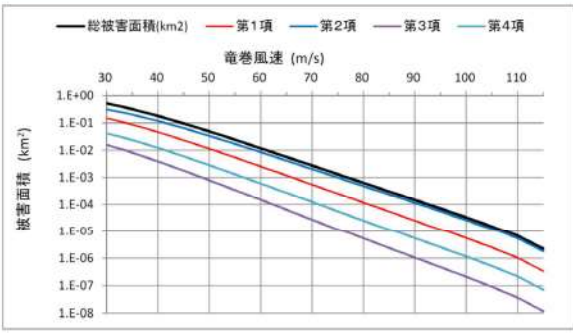
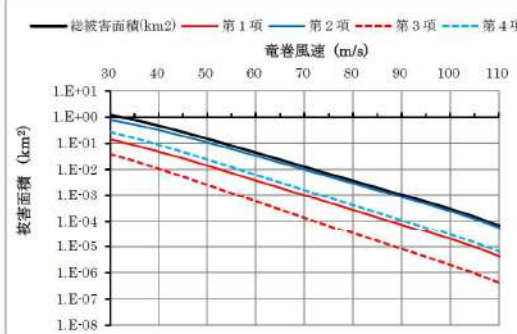
赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（竜巻：別添資料1 添付資料3.14）

大阪発電所3/4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
<p>おり、移動方向との相関は見受けられない。従って、移動方向の取扱いの差異がハザードに与える影響はほとんど無いと考えられる。</p> <p>次に、ハザードへの寄与という観点で、竜巻パラメータの評価を行う。移動方向を考慮しない場合の被害面積の期待値の算定式が、上述した式(10)であり再掲する。</p> $E[DA(V_0)] = \int_0^\infty \int_0^\infty \int_0^\infty W(V_0) l f(V, w, l) dV dw dl$ $+ D_0 \int_0^\infty \int_0^\infty l f(V, l) dV dl + D_0 \int_0^\infty \int_0^\infty W(V_0) f(V, w) dV dw$ $+ (D_0^2 \pi / 4) \int_{V_0}^\infty f(V) dV$ <p>ここで、</p> <p>第1項：$\int_0^\infty \int_0^\infty \int_0^\infty W(V_0) l f(V, w, l) dV dw dl$</p> <p>第2項：$D_0 \int_0^\infty \int_0^\infty l f(V, l) dV dl$</p> <p>第3項：$D_0 \int_0^\infty \int_0^\infty W(V_0) f(V, w) dV dw$</p> <p>第4項：$(D_0^2 \pi / 4) \int_{V_0}^\infty f(V) dV$</p>		<p>おり、移動方向との相関は見受けられない。したがって、移動方向の取扱いの差異がハザードに与える影響はほとんど無いと考えられる。</p> <p>次に、ハザードへの寄与という観点で、竜巻パラメータの評価を行う。移動方向を考慮しない場合の被害面積の期待値の算定式が、上述した式(10)であり再掲する。</p> $E[DA(V_0)] = \int_0^\infty \int_0^\infty \int_0^\infty W(V_0) l f(V, w, l) dV dw dl$ $+ D_0 \int_0^\infty \int_0^\infty l f(V, l) dV dl + D_0 \int_0^\infty \int_0^\infty W(V_0) f(V, w) dV dw$ $+ (D_0^2 \pi / 4) \int_{V_0}^\infty f(V) dV$ <p>ここで、</p> <p>第1項：$\int_0^\infty \int_0^\infty \int_0^\infty W(V_0) l f(V, w, l) dV dw dl$</p> <p>第2項：$D_0 \int_0^\infty \int_0^\infty l f(V, l) dV dl$</p> <p>第3項：$D_0 \int_0^\infty \int_0^\infty W(V_0) f(V, w) dV dw$</p> <p>第4項：$(D_0^2 \pi / 4) \int_{V_0}^\infty f(V) dV$</p>	

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（竜巻：別添資料1 添付資料3.14）

大飯発電所3/4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
<p>として、大飯原子力発電所の竜巻影響評価における、被害面積期待値の算定結果を図9に示す。この図より、例えば、竜巻風速70m/sのところを見ると、第1～4項に対応する面積がそれぞれ、$5.48 \times 10^{-4} \text{km}^2$、$2.04 \times 10^{-3} \text{km}^2$、$2.78 \times 10^{-5} \text{km}^2$、$1.24 \times 10^{-4} \text{km}^2$、第1～4項を足し合わせて$2.74 \times 10^{-3} \text{km}^2$、となっており、第1項及び第2項が支配的な要因であることがわかる。</p> <p>これは、第1項と第2項には被害長さが関係していることに起因している。被害長さはkm単位の数値であり、第3項及び第4項に關係する被害幅や施設規模など100m単位の数値とオーダーが異なるため、寄与度に差が生じている。従って、表7において条件の整合が確認できないV_{min}（被害幅のパラメータの一つ）や施設規模の差異がハザードに与える影響は小さいと考えられる。</p> <p>以上より、風速と被害長さに関する条件は合致していることから、ハザード計算は一定の再現性は有していると考えられる。</p>	<p>女川原子力発電所2号炉</p>	<p>として、泊発電所の竜巻影響評価における、被害面積期待値の算定結果を図9に示す。この図より、例えば、竜巻風速70m/sのところを見ると、第1～4項に対応する面積がそれぞれ、$1.01 \times 10^{-4} \text{km}^2$、$9.87 \times 10^{-3} \text{km}^2$、$1.37 \times 10^{-4} \text{km}^2$、$1.60 \times 10^{-3} \text{km}^2$、第1～4項を足し合わせて$1.26 \times 10^{-2} \text{km}^2$、となっており、第1項が支配的な要因であることがわかる。</p> <p>これは、第1項と第2項には被害長さが関係していることに起因している。被害長さはkm単位の数値であり、第3項及び第4項に關係する被害幅や施設規模等100m単位の数値とオーダーが異なるため、寄与度に差が生じている。したがって、表7において条件の整合が確認できないV_{min}（被害幅のパラメータの一つ）や施設規模の差異がハザードに与える影響は小さいと考えられる。</p> <p>以上より、風速と被害長さに関する条件は合致していることから、ハザード計算は一定の再現性は有していると考えられる。</p>	<p>【大飯】 プラント名称の差異</p> <p>【大飯】 評価結果の相違 ・ハザード評価結果の相違によるもの</p> <p>【大飯】 記載方針の相違 ・泊は図9より、支配的な第1項のみを記載（実質的な相違なし）</p>
 <p>図9 被害面積期待値（海岸線から陸側海側それぞれ5kmを対象としたケース）</p>	<p>女川原子力発電所2号炉</p>	 <p>図9 被害面積期待値（海岸線から陸側海側それぞれ5kmを対象としたケース）</p>	
<p>（参考）当社竜巻影響評価に基づくV_{min}と施設規模の影響度についてV_{min}と施設規模の影響度について、当社の竜巻影響評価をもとに評価すると、大飯原子力発電所の竜巻影響評価では、V_{min}を25m/sにて検討しているが、V_{min}を17m/sとした場合に例えば、海岸線から陸側海側それぞれ5kmを対象としたケースでは、ハザード曲線の10^{-5}相当風速は、57.2m/s ($V_{min}=17\text{m/s}$の場合)、57.6m/s ($V_{min}=25\text{m/s}$の場合)であり、V_{min}の8m/sの差異がハザードでは0.4m/s程度の影響を与えている。</p> <p>施設規模の影響については、大飯原子力発電所は$D_0=350\text{m}$で評価を行っているが上記と同様に例えば$D_0=370\text{m}$とした場合、海岸線から陸側海側それぞれ5kmを対象としたケースのハザード曲線の10^{-5}相当風速で比較すると、57.6m/s ($D_0=350\text{m}$の場合)、57.9m/s ($D_0=370\text{m}$の場合)であり、D_0の20mの差異がハザードでは0.3m/s程度の影響を与えている。</p> <p>V_{min}と施設規模の差異を定量的に評価することは困難であるものの、これらの評価結果から類推すると、10^{-5}相当風速で数m/s程度の差異が生じる可能性があると考えられる。</p>	<p>女川原子力発電所2号炉</p>	<p>（参考）当社竜巻影響評価に基づくV_{min}と施設規模の影響度についてV_{min}と施設規模の影響度について、当社の竜巻影響評価を基に評価すると、泊発電所の竜巻影響評価では、V_{min}を25m/sにて検討しているが、V_{min}を17m/sとした場合に例えば、海岸線から陸側海側それぞれ5kmを対象としたケースでは、ハザード曲線の10^{-5}相当風速は、67.7m/s ($V_{min}=17\text{m/s}$の場合)、67.9m/s ($V_{min}=25\text{m/s}$の場合)であり、V_{min}の8m/sの差異がハザードでは0.2m/s程度の影響を与えている。</p> <p>施設規模の影響については、泊発電所は$D_0=920\text{m}$で評価を行っているが上記と同様に例えば$D_0=940\text{m}$とした場合、海岸線から陸側海側それぞれ5kmを対象としたケースのハザード曲線の10^{-5}相当風速で比較すると、67.9m/s ($D_0=920\text{m}$の場合)、68.1m/s ($D_0=940\text{m}$の場合)であり、D_0の20mの差異がハザードでは0.2m/s程度の影響を与えている。</p> <p>V_{min}と施設規模の差異を定量的に評価することは困難であるものの、これらの評価結果から類推すると、10^{-5}相当風速で数m/s程度の差異が生じる可能性があると考えられる。</p>	<p>【大飯】 プラント名称の相違</p> <p>【大飯】 評価結果の相違 ・ハザード評価結果の相違によるもの</p>

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（竜巻：別添資料1 添付資料3.14）

大飯発電所3/4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
<p>6. 妥当性確認 「竜巻ハザード評価プログラム」は、竜巻最大風速のハザード曲線を算定するために使用している。 本解析コードは、竜巻最大風速のハザード曲線の算定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。また、竜巻最大風速110m/s程度の範囲においては算定結果が妥当であることを確認している。以上より、本計算機コードを用いることは妥当である。</p> <p>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 (2) 豊川裕之・柳井春夫編著：医学・保健学の例題による統計学，現代数学社，1982</p>		<p>6. 妥当性確認 「竜巻ハザード評価プログラム」は、竜巻最大風速のハザード曲線を算定するために使用している。 本解析コードは、竜巻最大風速のハザード曲線の算定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。また、竜巻最大風速110m/s程度の範囲においては算定結果が妥当であることを確認している。以上より、本計算機コードを用いることは妥当である。</p> <p>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 (2) 豊川裕之・柳井晴夫編著：医学・保健学の例題による統計学，現代数学社，1982</p>	<p>【大飯】 記載の適正化</p>

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

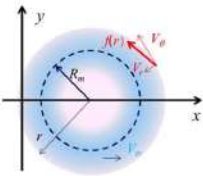
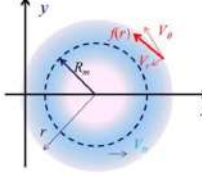
大飯発電所3/4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由																																																																								
<p>(2) 竜巻により発生する飛来物の速度及び飛散距離の評価</p> <table border="1" data-bbox="78 284 694 1093"> <thead> <tr> <th>項目</th> <th>コード名</th> <th>tornado_missile</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>開発機関</td> <td></td> <td>鹿島建設㈱</td> </tr> <tr> <td>開発時期</td> <td></td> <td>2013年</td> </tr> <tr> <td>使用したバージョン</td> <td></td> <td>Ver.1.1.0</td> </tr> <tr> <td>使用目的</td> <td></td> <td>選定理由：解析時の検証済みの最新バージョンであるため</td> </tr> <tr> <td>コードの概要</td> <td></td> <td>竜巻により発生する飛来物の速度及び飛散距離の評価 空気中の物体が受ける抗力による運動を計算することで、竜巻による風速場の中の飛来物の軌跡を解析することができる解析コード。 飛来物の速度、飛散距離及び飛散高さ等を算出する。仮定する風速場は鉛直方向には構造が変化しないランキン渦とする。 tornado_missileは鹿島建設（株）が開発されたコードあり、竜巻により発生する飛来物の速度及び飛散距離の評価に使用している。 【検証の内容】 本解析コードの検証の内容は次のとおりである。 ・Simiu & Scanlan⁹⁾ による解析結果、及び、江口ほか（竜中研）²⁾ による解析結果と、同じ条件下で、竜巻風速場での飛来物軌跡の解析を実施し、概ね一致した結果を得ていることから、本解析コードの妥当性を確認した。 1) E. Simiu & R.H. Scanlan: Wind Effect on Structures, Wiley, 1977 2) 江口謙、杉本聡一郎、服部康男、平口博丸：移動ランキン渦モデルによる飛来物の速度の評価、日本流体学会年会 2013 【妥当性確認】 tornado_missileを、竜巻により発生する飛来物の速度及び飛散距離の評価に使用することは、次のとおり妥当である。 ・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。 ・評価は妥当性を確認している範囲内で行うようになっている。 なお、一部の飛来物について空力パラメータの値が適用範囲を上回るものがあるが、個別に飛来物の速度から得られる飛来時の運動エネルギー、貫通力等を評価し、竜巻防護施設に影響がないことを確認している。 既工認での使用実績はない。 なお、今回使用しているバージョンは最新バージョンと一致している。</td> </tr> <tr> <td>検証及び妥当性確認の内容</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>その他（工認実績等）</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	項目	コード名	tornado_missile	開発機関		鹿島建設㈱	開発時期		2013年	使用したバージョン		Ver.1.1.0	使用目的		選定理由：解析時の検証済みの最新バージョンであるため	コードの概要		竜巻により発生する飛来物の速度及び飛散距離の評価 空気中の物体が受ける抗力による運動を計算することで、竜巻による風速場の中の飛来物の軌跡を解析することができる解析コード。 飛来物の速度、飛散距離及び飛散高さ等を算出する。仮定する風速場は鉛直方向には構造が変化しないランキン渦とする。 tornado_missileは鹿島建設（株）が開発されたコードあり、竜巻により発生する飛来物の速度及び飛散距離の評価に使用している。 【検証の内容】 本解析コードの検証の内容は次のとおりである。 ・Simiu & Scanlan ⁹⁾ による解析結果、及び、江口ほか（竜中研） ²⁾ による解析結果と、同じ条件下で、竜巻風速場での飛来物軌跡の解析を実施し、概ね一致した結果を得ていることから、本解析コードの妥当性を確認した。 1) E. Simiu & R.H. Scanlan: Wind Effect on Structures, Wiley, 1977 2) 江口謙、杉本聡一郎、服部康男、平口博丸：移動ランキン渦モデルによる飛来物の速度の評価、日本流体学会年会 2013 【妥当性確認】 tornado_missileを、竜巻により発生する飛来物の速度及び飛散距離の評価に使用することは、次のとおり妥当である。 ・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。 ・評価は妥当性を確認している範囲内で行うようになっている。 なお、一部の飛来物について空力パラメータの値が適用範囲を上回るものがあるが、個別に飛来物の速度から得られる飛来時の運動エネルギー、貫通力等を評価し、竜巻防護施設に影響がないことを確認している。 既工認での使用実績はない。 なお、今回使用しているバージョンは最新バージョンと一致している。	検証及び妥当性確認の内容			その他（工認実績等）			<p>【伊方発電所3号炉 別添1 資料12より引用】</p> <p>III. 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</p> <table border="1" data-bbox="728 295 1310 1093"> <thead> <tr> <th>項目</th> <th>コード名</th> <th>TONBOS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>開発機関</td> <td></td> <td>一般財団法人 電力中央研究所</td> </tr> <tr> <td>開発時期</td> <td></td> <td>2013年</td> </tr> <tr> <td>使用したバージョン</td> <td></td> <td>Ver.1</td> </tr> <tr> <td>使用目的</td> <td></td> <td>選定理由：解析時の最新バージョン</td> </tr> <tr> <td>コードの概要</td> <td></td> <td>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 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。 空気中の物体が受ける抗力による運動を計算することで、竜巻による風速場の中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。 仮定する風速場は、鉛直方向には構造が変化しないランキン渦としている。</td> </tr> <tr> <td>検証及び妥当性確認の内容</td> <td></td> <td>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。 【検証の内容】 本解析コードの検証の内容は次の通りである。 ・Simiu & Scanlan⁹⁾ による解析結果と同じ条件下で、竜巻風速場での飛来物軌跡の解析を実施し、概ね一致した結果を得ていることから、本解析コードの妥当性を確認した。 ※：E. Simiu & R.H. Scanlan: Wind Effect on Structures, Wiley, 1977 【妥当性確認】 TONBOSを、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することは、次のとおり妥当である。 ・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。 ・評価は妥当性を確認している範囲内で行うようになっている。 既工認での実績はない。 なお、最新バージョンまで算出に影響のある変更がないことを確認している。</td> </tr> <tr> <td>その他（工認実績等）</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	項目	コード名	TONBOS	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.1	使用目的		選定理由：解析時の最新バージョン	コードの概要		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 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。 空気中の物体が受ける抗力による運動を計算することで、竜巻による風速場の中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。 仮定する風速場は、鉛直方向には構造が変化しないランキン渦としている。	検証及び妥当性確認の内容		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。 【検証の内容】 本解析コードの検証の内容は次の通りである。 ・Simiu & Scanlan ⁹⁾ による解析結果と同じ条件下で、竜巻風速場での飛来物軌跡の解析を実施し、概ね一致した結果を得ていることから、本解析コードの妥当性を確認した。 ※：E. Simiu & R.H. Scanlan: Wind Effect on Structures, Wiley, 1977 【妥当性確認】 TONBOSを、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することは、次のとおり妥当である。 ・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。 ・評価は妥当性を確認している範囲内で行うようになっている。 既工認での実績はない。 なお、最新バージョンまで算出に影響のある変更がないことを確認している。	その他（工認実績等）			<p>(2) 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</p> <table border="1" data-bbox="1355 295 1948 1109"> <thead> <tr> <th>項目</th> <th>コード名</th> <th>TONBOS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>開発機関</td> <td></td> <td>一般財団法人 電力中央研究所</td> </tr> <tr> <td>開発時期</td> <td></td> <td>2013年</td> </tr> <tr> <td>使用したバージョン</td> <td></td> <td>Ver.3</td> </tr> <tr> <td>使用目的</td> <td></td> <td>選定理由：解析時の最新バージョン</td> </tr> <tr> <td>コードの概要</td> <td></td> <td>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 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。 空気中の物体が受ける抗力による運動を計算することで、竜巻による風速場の中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。 仮定する風速場は、鉛直方向には構造が変化しないランキン渦としている。</td> </tr> <tr> <td>検証及び妥当性確認の内容</td> <td></td> <td>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。 【検証の内容】 本解析コードの検証の内容は次の通りである。 ・Simiu & Scanlan⁹⁾ による解析結果と同じ条件下で、竜巻風速場での飛来物軌跡の解析を実施し、概ね一致した結果を得ていることから、本解析コードの妥当性を確認した。 ※：E. Simiu & R.H. Scanlan: Wind Effect on Structures, Wiley, 1977 【妥当性確認】 TONBOSを、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することは、次のとおり妥当である。 ・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。 ・評価は妥当性を確認している範囲内で行うようになっている。 既工認での実績はない。 なお、最新バージョンまで算出に影響のある変更がないことを確認している。</td> </tr> <tr> <td>その他（工認実績等）</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	項目	コード名	TONBOS	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	使用目的		選定理由：解析時の最新バージョン	コードの概要		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 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。 空気中の物体が受ける抗力による運動を計算することで、竜巻による風速場の中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。 仮定する風速場は、鉛直方向には構造が変化しないランキン渦としている。	検証及び妥当性確認の内容		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。 【検証の内容】 本解析コードの検証の内容は次の通りである。 ・Simiu & Scanlan ⁹⁾ による解析結果と同じ条件下で、竜巻風速場での飛来物軌跡の解析を実施し、概ね一致した結果を得ていることから、本解析コードの妥当性を確認した。 ※：E. Simiu & R.H. Scanlan: Wind Effect on Structures, Wiley, 1977 【妥当性確認】 TONBOSを、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することは、次のとおり妥当である。 ・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。 ・評価は妥当性を確認している範囲内で行うようになっている。 既工認での実績はない。 なお、最新バージョンまで算出に影響のある変更がないことを確認している。	その他（工認実績等）			<p>【大飯】評価方針の相違・泊では飛来物の評価を行うソフトとして、大飯と異なるものを使用している。なお、泊で使用している「TONBOS」は伊方発電所3号炉で使用実績があり、女川欄に伊方審査実績を引用した。 【伊方】 Verの差異については、最新バージョンを使用しており、伊方のVer.1との差はフジタモデルへの対応等であり、ランキン渦の評価については影響ないVer変更である。</p>
項目	コード名	tornado_missile																																																																									
開発機関		鹿島建設㈱																																																																									
開発時期		2013年																																																																									
使用したバージョン		Ver.1.1.0																																																																									
使用目的		選定理由：解析時の検証済みの最新バージョンであるため																																																																									
コードの概要		竜巻により発生する飛来物の速度及び飛散距離の評価 空気中の物体が受ける抗力による運動を計算することで、竜巻による風速場の中の飛来物の軌跡を解析することができる解析コード。 飛来物の速度、飛散距離及び飛散高さ等を算出する。仮定する風速場は鉛直方向には構造が変化しないランキン渦とする。 tornado_missileは鹿島建設（株）が開発されたコードあり、竜巻により発生する飛来物の速度及び飛散距離の評価に使用している。 【検証の内容】 本解析コードの検証の内容は次のとおりである。 ・Simiu & Scanlan ⁹⁾ による解析結果、及び、江口ほか（竜中研） ²⁾ による解析結果と、同じ条件下で、竜巻風速場での飛来物軌跡の解析を実施し、概ね一致した結果を得ていることから、本解析コードの妥当性を確認した。 1) E. Simiu & R.H. Scanlan: Wind Effect on Structures, Wiley, 1977 2) 江口謙、杉本聡一郎、服部康男、平口博丸：移動ランキン渦モデルによる飛来物の速度の評価、日本流体学会年会 2013 【妥当性確認】 tornado_missileを、竜巻により発生する飛来物の速度及び飛散距離の評価に使用することは、次のとおり妥当である。 ・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。 ・評価は妥当性を確認している範囲内で行うようになっている。 なお、一部の飛来物について空力パラメータの値が適用範囲を上回るものがあるが、個別に飛来物の速度から得られる飛来時の運動エネルギー、貫通力等を評価し、竜巻防護施設に影響がないことを確認している。 既工認での使用実績はない。 なお、今回使用しているバージョンは最新バージョンと一致している。																																																																									
検証及び妥当性確認の内容																																																																											
その他（工認実績等）																																																																											
項目	コード名	TONBOS																																																																									
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.1																																																																									
使用目的		選定理由：解析時の最新バージョン																																																																									
コードの概要		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 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。 空気中の物体が受ける抗力による運動を計算することで、竜巻による風速場の中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。 仮定する風速場は、鉛直方向には構造が変化しないランキン渦としている。																																																																									
検証及び妥当性確認の内容		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。 【検証の内容】 本解析コードの検証の内容は次の通りである。 ・Simiu & Scanlan ⁹⁾ による解析結果と同じ条件下で、竜巻風速場での飛来物軌跡の解析を実施し、概ね一致した結果を得ていることから、本解析コードの妥当性を確認した。 ※：E. Simiu & R.H. Scanlan: Wind Effect on Structures, Wiley, 1977 【妥当性確認】 TONBOSを、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することは、次のとおり妥当である。 ・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。 ・評価は妥当性を確認している範囲内で行うようになっている。 既工認での実績はない。 なお、最新バージョンまで算出に影響のある変更がないことを確認している。																																																																									
その他（工認実績等）																																																																											
項目	コード名	TONBOS																																																																									
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																																																																									
使用目的		選定理由：解析時の最新バージョン																																																																									
コードの概要		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 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。 空気中の物体が受ける抗力による運動を計算することで、竜巻による風速場の中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。 仮定する風速場は、鉛直方向には構造が変化しないランキン渦としている。																																																																									
検証及び妥当性確認の内容		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。 【検証の内容】 本解析コードの検証の内容は次の通りである。 ・Simiu & Scanlan ⁹⁾ による解析結果と同じ条件下で、竜巻風速場での飛来物軌跡の解析を実施し、概ね一致した結果を得ていることから、本解析コードの妥当性を確認した。 ※：E. Simiu & R.H. Scanlan: Wind Effect on Structures, Wiley, 1977 【妥当性確認】 TONBOSを、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することは、次のとおり妥当である。 ・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。 ・評価は妥当性を確認している範囲内で行うようになっている。 既工認での実績はない。 なお、最新バージョンまで算出に影響のある変更がないことを確認している。																																																																									
その他（工認実績等）																																																																											

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（竜巻：別添資料1 添付資料3.14）

大飯発電所3/4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
<p>計算機コードの概要及び検証と妥当性確認の内容説明</p> <p>Tornado_missile</p>	<p>【伊方発電所3号炉 別添1 資料12より引用】</p> <p>計算機コードの概要及び検証と妥当性確認の内容説明</p> <p>TONBOS</p> <p>目次</p> <p>1. 概要 資料 12-42</p> <p>2. 本計算機コードの特徴 資料 12-42</p> <p>3. 解析手法 資料 12-43</p> <p>3. 1 基礎方程式 資料 12-43</p> <p>3. 2 飛来物運動方程式の時間積分法 資料 12-44</p> <p>3. 3 評価条件 資料 12-46</p> <p>3. 4 適用範囲 資料 12-47</p> <p>4. 解析フローチャート 資料 12-48</p> <p>5. コードの検証 資料 12-49</p> <p>5. 1 移動する竜巻での検証 資料 12-49</p> <p>5. 2 国内最大級相当条件での比較 資料 12-50</p> <p>5. 3 飛散距離及び飛散高さについて 資料 12-51</p> <p>6. 妥当性確認 資料 12-51</p> <p>7. その他 資料 12-52</p> <p>7. 1 飛来物の速度及び飛散距離等の評価について 資料 12-52</p> <p>8. 参考文献 資料 12-53</p> <p>9. 付録 資料 12-54</p>	<p>計算機コードの概要及び検証と妥当性確認の内容説明</p> <p>TONBOS</p> <p>目次</p> <p>1. 概要 添付資料 3.15-23</p> <p>2. 本計算機コードの特徴 添付資料 3.15-23</p> <p>3. 解析手法 添付資料 3.15-24</p> <p>3. 1 基礎方程式 添付資料 3.15-24</p> <p>3. 2 飛来物運動方程式の時間積分法 添付資料 3.15-25</p> <p>3. 3 評価条件 添付資料 3.15-27</p> <p>3. 4 適用範囲 添付資料 3.15-28</p> <p>4. 解析フローチャート 添付資料 3.15-29</p> <p>5. コードの検証 添付資料 3.15-29</p> <p>5. 1 移動する竜巻での検証 添付資料 3.15-30</p> <p>5. 2 国内最大級相当条件での比較 添付資料 3.15-31</p> <p>5. 3 飛散距離及び飛散高さについて 添付資料 3.15-32</p> <p>6. 妥当性確認 添付資料 3.15-32</p> <p>7. その他 添付資料 3.15-34</p> <p>7. 1 飛来物の速度及び飛散距離等の評価について 添付資料 3.15-34</p> <p>8. 参考文献 添付資料 3.15-36</p> <p>9. 付録 添付資料 3.15-37</p>	<p>【大飯】評価方針の相違・泊では飛来物の評価を行うソフトとして、大飯と異なるものを使用している。なお、泊で使用している「TONBOS」は伊方発電所3号炉で使用実績があり、女川欄に伊方審査実績を引用した。</p>

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

大飯発電所3/4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
<p>1. 概要 本資料は、竜巻により発生する飛来物の速度及び飛散距離の評価に使用する計算機コード tornado_missile の概要を説明したものである。</p> <p>本解析は、新規制基準で新たに評価を要する事となった竜巻影響評価のうち、飛来物の速度及び飛散距離の評価を行うものであり、竜巻による風速場は鉛直方向には構造が変化しないランキン渦が移動するものとして定め、飛来物を質点系モデルとして、飛来物が抗力を受けて運動する軌跡に対する運動方程式を解くことが可能な計算機コードを適用したものである。</p> <p>2. 特徴 tornado_missile は、鹿島建設株式会社に開発され保守されている、空気中の物体が受ける抗力による運動を計算し、飛来物の速度、飛散距離及び飛散高さを算定する計算機コードである。 tornado_missile での解析手法は、Simiu & Scanlan^[1]及び Simiu & Cordes^[2]をもとにしており、鉛直方向には構造が変化しないランキン渦が移動する風速場を仮定し、時刻 t における竜巻中心位置 $XT(t)$ より $r(t)$ の位置における風速場の中で、質点系にモデル化した飛来物が抗力を受けて運動する状態の軌跡を計算することで、飛来物の速度、飛散距離及び飛散高さを評価する事が可能である。</p> <p>3. 解析手法 3.1 風速場評価の理論式 風速場は鉛直方向に構造が変化しないランキン渦とする。 最大接線風速半径 R_m、最大接線風速 V_{Rm}、竜巻中心の移動速度 VT をもとに、時刻 t において竜巻中心 $XT(t)$ から $r(t)$ の位置での竜巻による風速場を、Simiu & Cordes 及び Simiu & Scanlan をもとに式 (1) ~ (5) のように与える。</p> <div style="border: 2px solid red; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p>接線風速： $V_s(r(t)) = (r(t)/R_m)V_{Rm}$ ($r(t) < R_m$ の範囲) (1)</p> <p>$V_s(r(t)) = (R_m/r(t))V_{Rm}$ ($r(t) \geq R_m$ の範囲) (2)</p> <p>半径方向成分： $V_r(r(t)) = \frac{1}{\sqrt{5}}V_s(r(t))$ (3)</p> <p>接線方向成分： $V_\theta(r(t)) = \frac{2}{\sqrt{5}}V_s(r(t))$ (4)</p> <p>鉛直方向成分： $V_z(r(t)) = \frac{4}{3\sqrt{5}}V_s(r(t))$ (接線方向成分の 2/3) (5)</p> </div>	<p>【伊方発電所3号炉 別添1 資料12より引用】</p> <p>1. 概要 本資料は、一般財団法人電力中央研究所にて開発・保守されている計算機コード「TONBOS」の概要である。 TONBOS は、新規制基準で新たに評価を要することとなった竜巻影響評価のうち、飛来物の速度及び飛散距離等を算出することを目的として、今回初めて使用する解析コードである。</p> <p>本解析は、新規制基準で新たに評価を要することとなった竜巻影響評価のうち、飛来物の速度及び飛散距離等の評価を行うものであり、竜巻による風速場は鉛直方向には構造が変化しないランキン渦が移動するものとして定め、飛来物を質点系モデルとして、飛来物が（流体）抗力と重力を受けて運動する軌跡に対する運動方程式を解くことが可能な計算機コードを適用したものである。</p> <p>2. 本計算機コードの特徴 TONBOS は、竜巻による風速場は鉛直方向には構造が変化しないランキン渦が移動するものとして定め、飛来物を質点系モデルとして、飛来物が（流体）抗力と重力を受けて運動する軌跡に対する運動方程式を解くことにより、飛来物の速度、飛散距離及び飛散高さを算定する計算機コードである。</p> <p>3. 解析手法 3.1 基礎方程式 (a) 竜巻の風速場 竜巻の風速場は x 軸方向に一定速度 V_{tr} で移動するランキン渦でモデル化する。ランキン渦の接線風速（周方向風速） V_θ、径方向（中心方向）風速 V_r、上昇風速 V_z は E. Simiu and M. Cordes⁽¹⁾ と同様に以下の式で定義する（図1）。</p> $V_r = af(r) \quad (1a)$ $V_\theta = bf(r) \quad (1b)$ $V_z = cf(r) \quad (1c)$  <p>図1 移動ランキン渦モデル</p>	<p>1. 概要 本資料は、一般財団法人電力中央研究所にて開発・保守されている計算機コード「TONBOS」の概要である。 TONBOS は、新規制基準で新たに評価を要することとなった竜巻影響評価のうち、飛来物の速度及び飛散距離等を算出することを目的として使用する解析コードである。</p> <p>本解析は、新規制基準で新たに評価を要することとなった竜巻影響評価のうち、飛来物の速度及び飛散距離等の評価を行うものであり、竜巻による風速場は鉛直方向には構造が変化しないランキン渦が移動するものとして定め、飛来物を質点系モデルとして、飛来物が（流体）抗力と重力を受けて運動する軌跡に対する運動方程式を解くことにより、飛来物の速度、飛散距離及び飛散高さを算定する計算機コードである。</p> <p>2. 本計算機コードの特徴 TONBOS は、竜巻による風速場は鉛直方向には構造が変化しないランキン渦が移動するものとして定め、飛来物を質点系モデルとして、飛来物が（流体）抗力と重力を受けて運動する軌跡に対する運動方程式を解くことにより、飛来物の速度、飛散距離及び飛散高さを算定する計算機コードである。</p> <p>3. 解析手法 3.1 基礎方程式 (a) 竜巻の風速場 竜巻の風速場は x 軸方向に一定速度 V_{tr} で移動するランキン渦でモデル化する。ランキン渦の接線風速（周方向風速） V_θ、径方向（中心方向）風速 V_r、上昇風速 V_z は E. Simiu and M. Cordes⁽¹⁾ と同様に以下の式で定義する（図1）。</p> $V_r = af(r) \quad (1a)$ $V_\theta = bf(r) \quad (1b)$ $V_z = cf(r) \quad (1c)$  <p>図1 移動ランキン渦モデル</p>	<p>【大飯】評価方針の相違・泊では飛来物の評価を行うソフトとして、大飯と異なるものを使用している。なお、泊で使用している「TONBOS」は伊方発電所3号炉で使用実績があり、女川欄に伊方審査実績を引用した。</p>

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（竜巻：別添資料1 添付資料3.14）

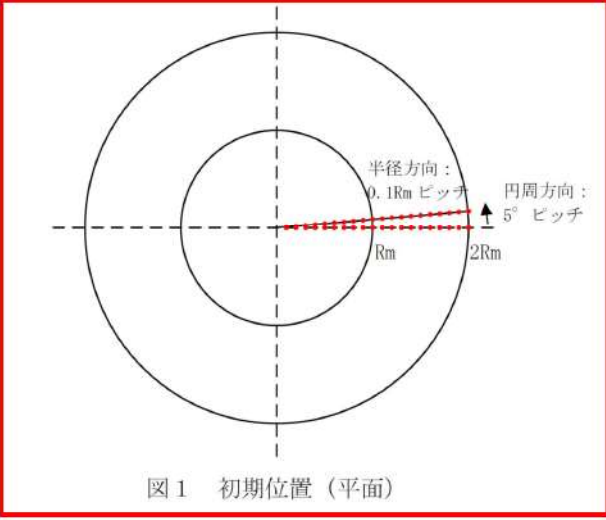
大飯発電所3/4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
<p>ここで、時刻tでの飛来物位置を$X(t)=(x(t),y(t),z(t))$で与えた場合、竜巻の中心と飛来物位置との関係は式(6)～(8)で示される。</p> <p>竜巻中心：$(X_T(t),0,Z)=(\ell \cdot V_T,0,Z)$ (6)</p> <p>竜巻中心と飛来物位置の距離：$r(t)^2=(x(t)-X_T(t))^2+y(t)^2$ (7)</p> <p>竜巻中心と飛来物位置がなす角度：$\cos\theta(t)=\frac{x(t)-X_T(t)}{r(t)}$、$\sin\theta(t)=\frac{y(t)}{r(t)}$ (8)</p>	<p>【伊方発電所3号炉 別添1 資料1.2より引用】</p> <p>ただし、$a=1/\sqrt{5}$、$b=2/\sqrt{5}$、$c=4/3\sqrt{5}$と定義し、周方向風速V_θと径方向風速V_rを合成した渦の水平速度$f(r)=(V_\theta^2+V_r^2)^{1/2}$は、以下の式で定義される。</p> $f(r)=\begin{cases} \frac{r}{R_m}V_m & \text{if } 0 \leq r \leq R_m \\ \frac{R_m}{r}V_m & \text{if } R_m \leq r \end{cases} \quad (2)$	<p>ただし、$a=1/\sqrt{5}$、$b=2/\sqrt{5}$、$c=4/3\sqrt{5}$と定義し、周方向風速V_θと径方向風速V_rを合成した渦の水平速度$f(r)=(V_\theta^2+V_r^2)^{1/2}$は、以下の式で定義される。</p> $f(r)=\begin{cases} \frac{r}{R_m}V_m & \text{if } 0 \leq r \leq R_m \\ \frac{R_m}{r}V_m & \text{if } R_m \leq r \end{cases} \quad (2)$	<p>【大飯】評価方針の相違・泊では飛来物の評価を行うソフトとして、大飯と異なるものを使用している。なお、泊で使用している「TOMBOS」は伊方発電所3号炉で使用実績があり、女川欄に伊方審査実績を引用した。</p>
<p>これらをもとに、時刻tに飛来物が受けるX方向風速、Y方向風速、Z方向風速は式(9)～(11)にて与えられる。</p>	<p>ここで、rは渦中心からの距離、R_mは最大風速半径（渦の水平風速が最大となる半径）、V_mは渦の最大水平風速である。</p> <p>時刻$t=0$で竜巻中心は原点に位置するものとし、竜巻の風速場は飛来物の影響を受けないと仮定すると、時刻tにおける竜巻の風速場V_wの各風速成分(u,v,w)は式(1a)-(1c)、(2)などから以下ようになる。</p>	<p>ここで、rは渦中心からの距離、R_mは最大風速半径（渦の水平風速が最大となる半径）、V_mは渦の最大水平風速である。</p> <p>時刻$t=0$で竜巻中心は原点に位置するものとし、竜巻の風速場は飛来物の影響を受けないと仮定すると、時刻tにおける竜巻の風速場V_wの各風速成分(u,v,w)は式(1a)-(1c)、(2)等から以下ようになる。</p>	
<p>X方向風速：$V_x(x(t),y(t))=-V_\theta(t)\sin\theta(t)-V_r(t)\cos\theta(t)+V_T$ (9)</p> <p>Y方向風速：$V_y(x(t),y(t))=+V_\theta(t)\cos\theta(t)-V_r(t)\sin\theta(t)$ (10)</p> <p>Z方向風速：$V_z(x(t),y(t))=\frac{4}{3\sqrt{5}}V_s(r(t))$ (11)</p>	$\begin{pmatrix} u \\ v \\ w \end{pmatrix} = \frac{f(r)}{r} \begin{pmatrix} -a(x-V_T t) - by \\ -ay + b(x-V_T t) \\ cr \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} V_{Tr} \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} \quad (3)$	$\begin{pmatrix} u \\ v \\ w \end{pmatrix} = \frac{f(r)}{r} \begin{pmatrix} -a(x-V_T t) - by \\ -ay + b(x-V_T t) \\ cr \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} V_{Tr} \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} \quad (3)$	
<p>3.2 飛来物評価の理論式</p> <p>質点系にモデル化した飛来物は相対速度の2乗に比例した抗力を受けるものとする。</p> <p>3.1項にて与えた風速場の中での飛来物の運動は式(12)で示される。</p>	<p>ただし、渦中心からの距離rは以下で与えられる。</p> $r = \sqrt{(x-V_T t)^2 + y^2} \quad (4)$ <p>なお、静止する観測者からみた最大風速V_Dは、以下で計算される。</p> $V_D = V_m + V_T$	<p>ただし、渦中心からの距離rは以下で与えられる。</p> $r = \sqrt{(x-V_T t)^2 + y^2} \quad (4)$ <p>なお、静止する観測者からみた最大風速V_Dは、以下で計算される。</p> $V_D = V_m + V_T \quad (5)$	
$m\ddot{X}(t) = \frac{1}{2}\rho C_D A \{V(x(t)) - \dot{X}(t)\} V(x(t)) - \dot{X}(t) - mgJ \quad (12)$	<p>(b) 飛来物の運動</p> <p>飛来物の運動は、既往研究(1)-(6)と同様に方向性がない平均的な抗力（抗力係数一定）と重力のみが外力として作用すると仮定する。この場合の飛来物の運動方程式は以下ようになる。</p>	<p>(b) 飛来物の運動</p> <p>飛来物の運動は、既往研究(1)-(6)と同様に方向性がない平均的な抗力（抗力係数一定）と重力のみが外力として作用すると仮定する。この場合の飛来物の運動方程式は以下ようになる。</p>	
<p>ここで、飛来物の質量m、代表面積A、抗力係数C_D、時刻tでの飛来物位置$X(t)$、速度$\dot{X}(t)$、加速度$\ddot{X}(t)$、時刻tでの飛来物位置での風速$V(x(t))$、空気密度ρ、重力加速度g、ベクトルJはZ方向のみ1とする。</p> <p>尚、抗力係数C_Dは3方向の面積で重みつけた平均とする。</p> <p>上式の各成分を表示すると式(13)～(15)となる。</p> $\ddot{x}(t) = \frac{1}{2} \frac{\rho C_D A}{m} (V_x(t) - \dot{x}(t)) V(x(t)) - \dot{X}(t) \quad (13)$ $\ddot{y}(t) = \frac{1}{2} \frac{\rho C_D A}{m} (V_y(t) - \dot{y}(t)) V(x(t)) - \dot{X}(t) \quad (14)$ $\ddot{z}(t) = \frac{1}{2} \frac{\rho C_D A}{m} (V_z(t) - \dot{z}(t)) V(x(t)) - \dot{X}(t) - g \quad (15)$ <p>ここで、$V(x(t)) - \dot{X}(t) = \sqrt{(V_x(t) - \dot{x}(t))^2 + (V_y(t) - \dot{y}(t))^2 + (V_z(t) - \dot{z}(t))^2}$ (16)</p>	$\frac{d\mathbf{V}_M}{dt} = \frac{1}{2} \rho \frac{C_D A}{m} \mathbf{V}_w - \mathbf{V}_M (\mathbf{V}_w - \mathbf{V}_M) - g\mathbf{k} \quad (6)$	$\frac{d\mathbf{V}_M}{dt} = \frac{1}{2} \rho \frac{C_D A}{m} \mathbf{V}_w - \mathbf{V}_M (\mathbf{V}_w - \mathbf{V}_M) - g\mathbf{k} \quad (6)$	
<p>飛散距離及び飛散高さの評価においては、時間刻みを設定し、上式を離散化することで計算を行う。離散化表示は式(17)～(19)となる。計算は陽解法で実施している。</p> <p>$/n-1$ は$n-1$ステップでの値、$/n$ はnステップでの値を示す。</p>			

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

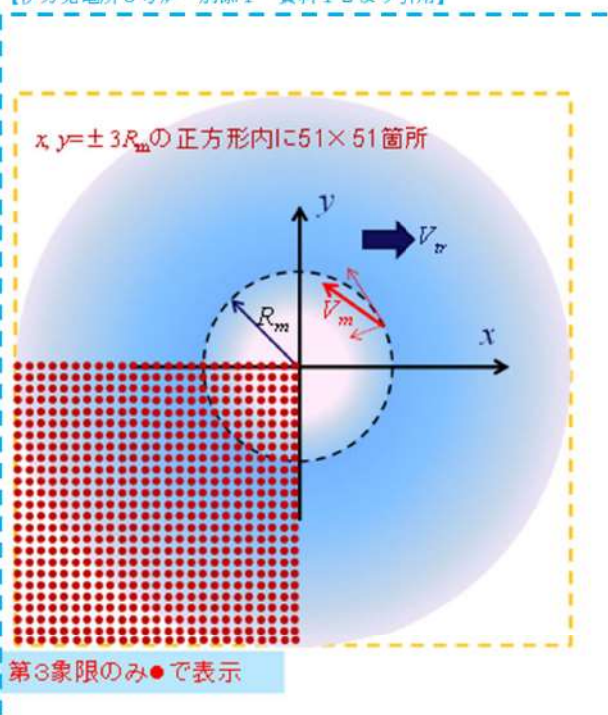
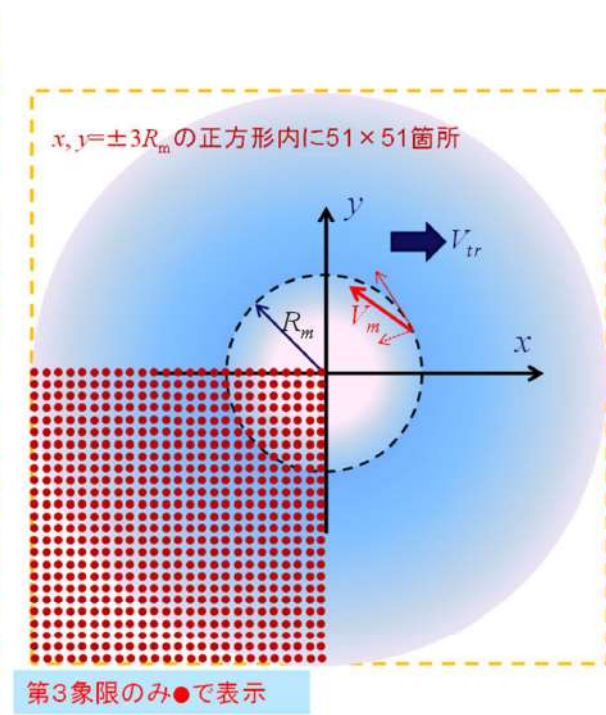
第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（竜巻：別添資料1 添付資料3.14）

大飯発電所3/4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
<div style="border: 2px solid red; padding: 5px;"> $\dot{x}_n = \dot{x}_{n-1} + \Delta t \left\{ \frac{1}{2} \frac{\rho C_D A}{m} (V_{x/n-1} - \dot{x}_{n-1}) V_{rel} \right\}$ (17) $\dot{y}_n = \dot{y}_{n-1} + \Delta t \left\{ \frac{1}{2} \frac{\rho C_D A}{m} (V_{y/n-1} - \dot{y}_{n-1}) V_{rel} \right\}$ (18) $\dot{z}_n = \dot{z}_{n-1} + \Delta t \left\{ \frac{1}{2} \frac{\rho C_D A}{m} (V_{z/n-1} - \dot{z}_{n-1}) V_{rel} - g \right\}$ (19) $\text{ここで、 } V_{rel} = \sqrt{(V_{x/n-1} - \dot{x}_{n-1})^2 + (V_{y/n-1} - \dot{y}_{n-1})^2 + (V_{z/n-1} - \dot{z}_{n-1})^2}$ (20) </div> <p>位置の更新は式(21)～(23)となる。</p> <div style="border: 2px solid red; padding: 5px;"> $x_n = x_{n-1} + \Delta t \cdot \dot{x}_n$ (21) $y_n = y_{n-1} + \Delta t \cdot \dot{y}_n$ (22) $z_n = z_{n-1} + \Delta t \cdot \dot{z}_n$ (23) </div> <p>飛散距離は式(24)となる。</p> <div style="border: 2px solid red; padding: 5px;"> $H_n = \sqrt{(x_n - x_1)^2 + (y_n - y_1)^2}$ (24) </div> <p>3.3 評価条件 以下の初期条件を設定する。 ・初期位置 図1に示すとおり、水平方向には竜巻の中心より2Rmの円領域内で、半径方向については20分割、円周方向については360度を72分割した位置の1,440か所とし、鉛直方向については高さ40mにあるものとする。</p>	<div style="border: 2px dashed blue; padding: 5px;"> <p>【伊方発電所3号炉 別添1 資料1.2より引用】</p> <p>ここで、各変数は以下で定義する。 V_M：飛来物の速度ベクトル V_w：風速ベクトル（ランキン渦風速と移動速度の和） ρ：空気密度 C_D：飛来物の平均抗力係数 A：飛来物の代表見附面積 m：飛来物の質量 g：重力加速度 k：鉛直上向き単位ベクトル</p> <p>3.2 飛来物運動方程式の時間積分法 時刻tにおける竜巻の風速場$V_w=(u, v, w)$は式(3)で与えられるので、式(6)を時間積分することによって、飛来物の速度と位置の時刻歴を求めることができる。 線形加速度法では、時刻τから時刻$\tau + \Delta\tau$における加速度が線形に変化するものと仮定する。つまり、式(6)において、以下の式が成立する。</p> $\frac{dV_M(t)}{dt} = -A(\tau) \frac{t-\tau-\Delta\tau}{\Delta\tau} + A(\tau+\Delta\tau) \frac{t-\tau}{\Delta\tau}$ (7) <p>ここで、ベクトル$A(\tau)$は式(6)の右辺を表す。 式(7)を時間積分すると、以下を得る。</p> $V_M(t) = V_M(\tau) + A(\tau) \frac{\Delta\tau}{2} - A(\tau) \frac{(t-\tau-\Delta\tau)^2}{2\Delta\tau} + A(\tau+\Delta\tau) \frac{(t-\tau)^2}{2\Delta\tau}$ (8) <p>さらに、式(8)を時間積分すると、以下を得る。</p> $X_M(t) = X_M(\tau) - A(\tau) \frac{(\Delta\tau)^2}{6} + \left[V_M(\tau) + A(\tau) \frac{\Delta\tau}{2} \right] (t-\tau) - A(\tau) \frac{(t-\tau-\Delta\tau)^3}{6\Delta\tau} + A(\tau+\Delta\tau) \frac{(t-\tau)^3}{6\Delta\tau}$ (9) <p>したがって、時刻$t = \tau + \Delta\tau$における速度と位置は以下で与えられる。</p> </div>	<p>ここで、各変数は以下で定義する。 V_M：飛来物の速度ベクトル V_w：風速ベクトル（ランキン渦風速と移動速度の和） ρ：空気密度 C_D：飛来物の平均抗力係数 A：飛来物の代表見附面積 m：飛来物の質量 g：重力加速度 k：鉛直上向き単位ベクトル</p> <p>3.2 飛来物運動方程式の時間積分法 時刻tにおける竜巻の風速場$V_w=(u, v, w)$は式(3)で与えられるので、式(6)を時間積分することによって、飛来物の速度と位置の時刻歴を求めることができる。 線形加速度法では、時刻τから時刻$\tau + \Delta\tau$における加速度が線形に変化するものと仮定する。つまり、式(6)において、以下の式が成立する。</p> $\frac{dV_M(t)}{dt} = -A(\tau) \frac{t-\tau-\Delta\tau}{\Delta\tau} + A(\tau+\Delta\tau) \frac{t-\tau}{\Delta\tau}$ (7) <p>ここで、ベクトル$A(\tau)$は式(6)の右辺を表す。 式(7)を時間積分すると、以下を得る。</p> $V_M(t) = V_M(\tau) + A(\tau) \frac{\Delta\tau}{2} - A(\tau) \frac{(t-\tau-\Delta\tau)^2}{2\Delta\tau} + A(\tau+\Delta\tau) \frac{(t-\tau)^2}{2\Delta\tau}$ (8) <p>さらに、式(8)を時間積分すると、以下を得る。</p> $X_M(t) = X_M(\tau) - A(\tau) \frac{(\Delta\tau)^2}{6} + \left[V_M(\tau) + A(\tau) \frac{\Delta\tau}{2} \right] (t-\tau) - A(\tau) \frac{(t-\tau-\Delta\tau)^3}{6\Delta\tau} + A(\tau+\Delta\tau) \frac{(t-\tau)^3}{6\Delta\tau}$ (9) <p>したがって、時刻$t = \tau + \Delta\tau$における速度と位置は以下で与えられる。</p>	<p>【大飯】評価方針の相違・泊では飛来物の評価を行うソフトとして、大飯と異なるものを使用している。なお、泊で使用している「TOMBOS」は伊方発電所3号炉で使用実績があり、女川欄に伊方審査実績を引用した。</p>

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

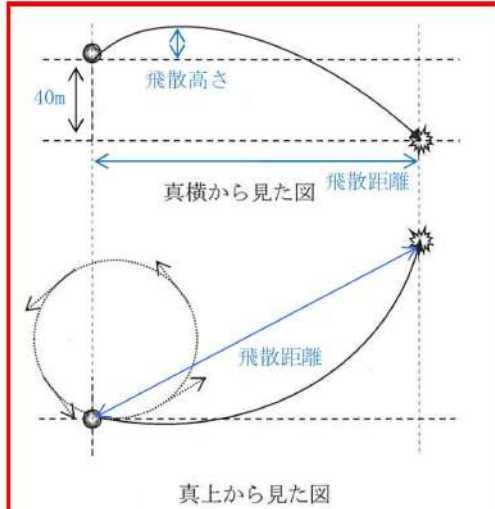
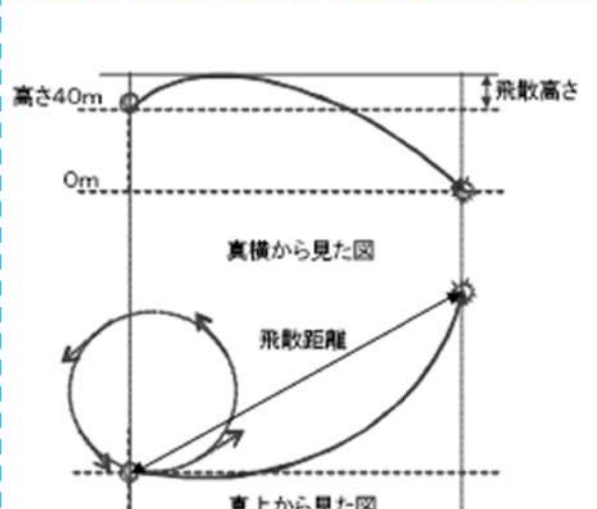
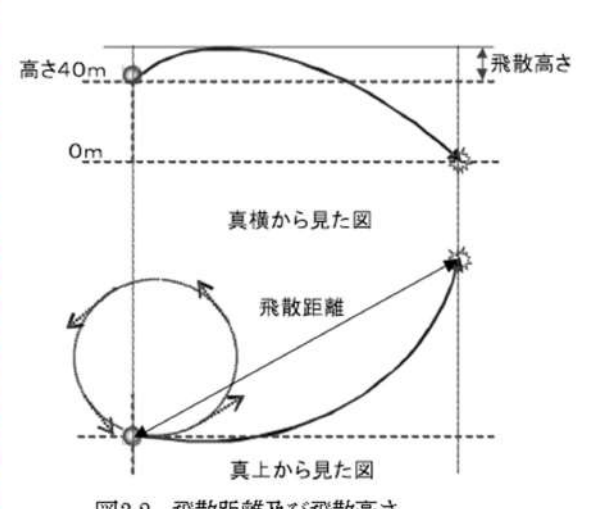
大飯発電所3/4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
<div data-bbox="85 156 689 678" style="border: 2px solid red; padding: 5px;">  <p style="text-align: center;">図1 初期位置（平面）</p> </div> <p style="color: red; margin-top: 10px;">・初期速度 0m/s とする。</p>	<p>【伊方発電所3号炉 別添1 資料1.2より引用】</p> $\mathbf{V}_M(\tau + \Delta\tau) = \mathbf{V}_M(\tau) + \frac{\Delta\tau}{2} [\mathbf{A}(\tau) + \mathbf{A}(\tau + \Delta\tau)] \quad (10)$ $\mathbf{X}_M(\tau + \Delta\tau) = \mathbf{X}_M(\tau) + \mathbf{V}_M(\tau)\Delta\tau + \mathbf{A}(\tau) \frac{\Delta\tau^2}{3} + \mathbf{A}(\tau + \Delta\tau) \frac{\Delta\tau^2}{6} \quad (11)$ <p>式(10), (11)の右辺は以下の時刻 $\tau + \Delta\tau$ における加速度 $\mathbf{A}(\tau + \Delta\tau)$ を含んでいる。</p> $\mathbf{A}(\tau + \Delta\tau) = k \mathbf{V}_w(\tau + \Delta\tau) - \mathbf{V}_M(\tau + \Delta\tau) \times \{\mathbf{V}_w(\tau + \Delta\tau) - \mathbf{V}_M(\tau + \Delta\tau)\} - g\mathbf{k} \quad (12)$ <p>ここで、$k = \rho C_D A / 2m$ を表す。 このため、非線形式(12)では竜巻風速場も未知であるので、これも同時に連成させる必要がある。これらの方程式を Newton-Raphson 法で求解し、時間積分を実施する。 時刻 $\tau + \Delta\tau$ において飛来物速度 $\mathbf{V}_M(\tau + \Delta\tau)$ とその位置 $\mathbf{X}_M(\tau + \Delta\tau) = (X_M, Y_M, Z_M)$ を求めるために満足すべき式は、式(10), (11), (12)及び以下の竜巻の風速場のモデル方程式である。</p> $\mathbf{V}_w = \frac{f(r_M)}{r_M} \begin{pmatrix} -a\{x_M - V_r(\tau + \Delta\tau)\} - by_M \\ -ay_M + b\{x_M - V_r(\tau + \Delta\tau)\} \\ cr_M \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} V_r \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} \quad (13)$ $r_M = \sqrt{\{x_M - (\tau + \Delta\tau)V_r\}^2 + y_M^2} \quad (14)$ <p>3.3 評価条件 以下の初期条件を設定する。 ・竜巻風速場（図3.1） 竜巻の最大水平風速（V_m）が85m/sとなる風速場を設定する。 竜巻移動速度（V_{tr}）は15m/sとする。 最大風速半径（R_m）は30mとする。 高さ40mに51×51ケの物体を配置する。</p>	$\mathbf{V}_M(\tau + \Delta\tau) = \mathbf{V}_M(\tau) + \frac{\Delta\tau}{2} [\mathbf{A}(\tau) + \mathbf{A}(\tau + \Delta\tau)] \quad (10)$ $\mathbf{X}_M(\tau + \Delta\tau) = \mathbf{X}_M(\tau) + \mathbf{V}_M(\tau)\Delta\tau + \mathbf{A}(\tau) \frac{\Delta\tau^2}{3} + \mathbf{A}(\tau + \Delta\tau) \frac{\Delta\tau^2}{6} \quad (11)$ <p>式(10), (11)の右辺は以下の時刻 $\tau + \Delta\tau$ における加速度 $\mathbf{A}(\tau + \Delta\tau)$ を含んでいる。</p> $\mathbf{A}(\tau + \Delta\tau) = k \mathbf{V}_w(\tau + \Delta\tau) - \mathbf{V}_M(\tau + \Delta\tau) \times \{\mathbf{V}_w(\tau + \Delta\tau) - \mathbf{V}_M(\tau + \Delta\tau)\} - g\mathbf{k} \quad (12)$ <p>ここで、$k = \rho C_D A / 2m$ を表す。 このため、非線形式(12)では竜巻風速場も未知であるので、これも同時に連成させる必要がある。これらの方程式を Newton-Raphson 法で求解し、時間積分を実施する。 時刻 $\tau + \Delta\tau$ において飛来物速度 $\mathbf{V}_M(\tau + \Delta\tau)$ とその位置 $\mathbf{X}_M(\tau + \Delta\tau) = (X_M, Y_M, Z_M)$ を求めるために満足すべき式は、式(10), (11), (12)及び以下の竜巻の風速場のモデル方程式である。</p> $\mathbf{V}_w = \frac{f(r_M)}{r_M} \begin{pmatrix} -a\{x_M - V_r(\tau + \Delta\tau)\} - by_M \\ -ay_M + b\{x_M - V_r(\tau + \Delta\tau)\} \\ cr_M \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} V_r \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} \quad (13)$ $r_M = \sqrt{\{x_M - (\tau + \Delta\tau)V_r\}^2 + y_M^2} \quad (14)$ <p>3.3 評価条件 以下の初期条件を設定する。 ・竜巻風速場（図3.1） 竜巻の最大水平風速（V_m）が85m/sとなる風速場を設定する。 竜巻移動速度（V_{tr}）は15m/sとする。 最大風速半径（R_m）は30mとする。 高さ40mに51×51ケの物体を配置する。</p>	<p>【大飯】評価方針の相違・泊では飛来物の評価を行うソフトとして、大飯と異なるものを使用している。なお、泊で使用している「TOMBOS」は伊方発電所3号炉で使用実績があり、女川欄に伊方審査実績を引用した。</p>

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

大飯発電所3/4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
<p>・飛散距離及び飛散高さ 図2に示すとおり、飛散距離は初期位置からの距離とし、飛来物が地表面に落ちた場合は、それ以上移動しないものとする。飛散高さは40m以上の位置に上がる場合は40mからの相対高さとし、40mより上がらない場合は0mとする。 1,440か所の算出結果のうち、飛来物の速度及び飛散距離の最大値を解析結果として採用する。</p>	<p>【伊方発電所3号炉 別添1 資料1.2より引用】</p>  <p>図3.1 竜巻の風速場及び初期物体位置</p> <p>・飛散距離及び飛散高さ 図3.2に示すとおり、飛散距離は初期位置からの距離とし、飛来物が地表面に落ちた場合は、それ以上移動しないものとする。飛散高さは40m以上の位置に上がる場合は40mからの相対高さとし、40mより上がらない場合は0mとする。 2,601ヶ（51×51）の算出結果のうち、飛来物の速度及び飛散距離の最大値を解析結果として採用する。</p>	 <p>図3.1 竜巻の風速場及び初期物体位置</p> <p>・飛散距離及び飛散高さ 図3.2に示すとおり、飛散距離は初期位置からの距離とし、飛来物が地表面に落ちた場合は、それ以上移動しないものとする。飛散高さは40m以上の位置に上がる場合は40mからの相対高さとし、40mより上がらない場合は0mとする。 2,601ヶ（51×51）の算出結果のうち、飛来物の速度及び飛散距離の最大値を解析結果として採用する。</p>	<p>相違理由</p> <p>【大飯】ソフトの違いによる評価点の違い。</p>

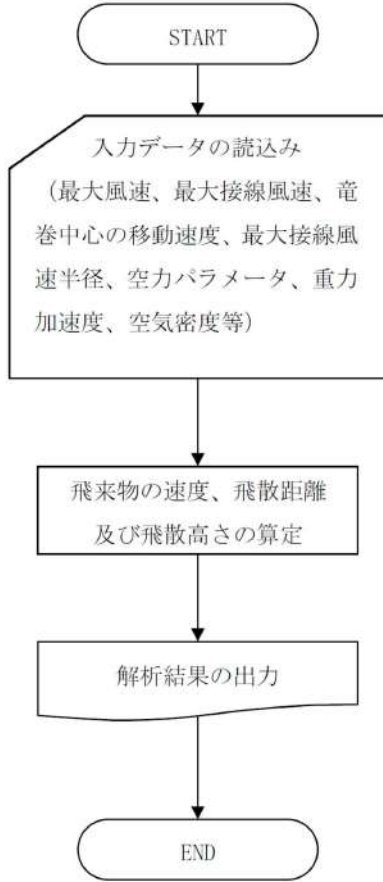
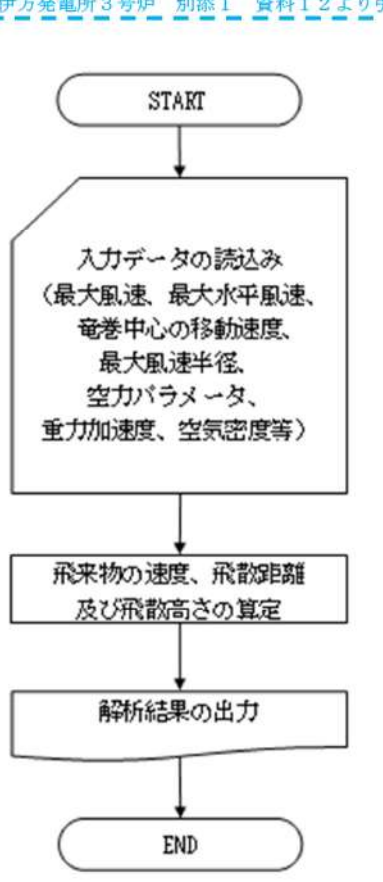

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（竜巻：別添資料1 添付資料3.14）

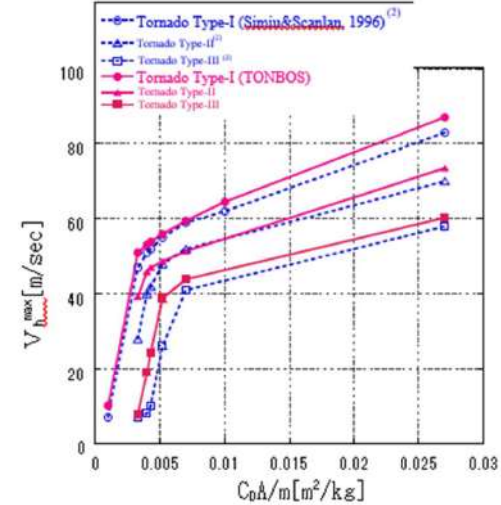
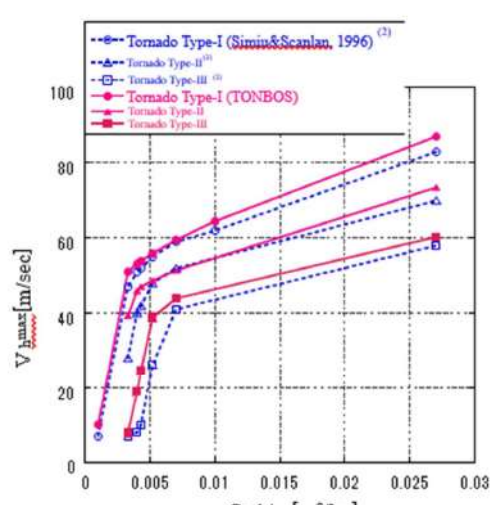
大阪発電所3/4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
 <p>図2 飛散距離及び飛散高さ</p> <p>3.4 適用範囲 解析は、以下の条件下で実施することとする。 ・最大風速：150m/s 以下を原則とする。 ・最大接線風速：最大風速との比が0.85 を原則とする。 ・竜巻中心の移動速度：最大風速との比が0.15 を原則とする。 ・最大接線風速半径：30m を原則とする。 ・空力パラメータ：0.025m²/kg 以下。 ・解析時間刻み：0.01 秒以下。 ・重力加速度、空気密度は、それぞれ9.80665m/s²、1.22kg/m³ を原則とする。 なお、空力パラメータの値が非常に大きくなれば、飛来物の速度は最大風速に収束し、飛散距離は発散し無限大に近づいていく。このような場合、飛来物は、竜巻の移動とともに動く状態であると考えられる。</p> <p>4. 解析フローチャート 解析フローチャートを図3に示す。</p>	<p>【伊方発電所3号炉 別添1 資料1.2より引用】</p>  <p>図3.2 飛散距離及び飛散高さ</p> <p>3.4 適用範囲 解析は以下の条件で実施することとする。 ・最大風速：150m/s を原則とする。 ・最大水平風速：本解析では最大風速との比を0.85 とする。（これに限定する必要はない。） ・竜巻中心の移動速度：本解析では最大風速の比を0.15 とする。（これに限定する必要はない。） ・最大風速半径：本解析では30m とする。（これに限定する必要はない。） ・空力パラメータ：制限はない。 ・解析時間刻み：0.01 秒以下 ・重力加速度：9.8m/s² ・空気密度：1.22kg/m³</p> <p>4. 解析フローチャート 図4.1に解析フローチャートを示す。</p>	 <p>図3.2 飛散距離及び飛散高さ</p> <p>3.4 適用範囲 解析は以下の条件で実施することとする。 ・最大風速：150m/s を原則とする。 ・最大水平風速：本解析では最大風速との比を0.85 とする。（これに限定する必要はない。） ・竜巻中心の移動速度：本解析では最大風速の比を0.15 とする。（これに限定する必要はない。） ・最大風速半径：本解析では30m とする。（これに限定する必要はない。） ・空力パラメータ：制限はない。 ・解析時間刻み：0.01 秒以下 ・重力加速度：9.8m/s² ・空気密度：1.22kg/m³</p> <p>4. 解析フローチャート 図4.1に解析フローチャートを示す。</p>	<p>【大阪】評価方針の相違・泊では飛来物の評価を行うソフトとして、大阪と異なるものを使用している。なお、泊で使用している「TOMBOS」は伊方発電所3号炉で使用実績があり、女川欄に伊方審査実績を引用した。</p>

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（竜巻：別添資料1 添付資料3.14）

大飯発電所3/4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
 <p>START</p> <p>入力データの読み込み (最大風速、最大接線風速、竜巻中心の移動速度、最大接線風速半径、空力パラメータ、重力加速度、空気密度等)</p> <p>飛来物の速度、飛散距離及び飛散高さの算定</p> <p>解析結果の出力</p> <p>END</p> <p>図3 解析フローチャート</p>	<p>【伊方発電所3号炉 別添1 資料1.2より引用】</p>  <p>START</p> <p>入力データの読み込み (最大風速、最大水平風速、竜巻中心の移動速度、最大風速半径、空力パラメータ、重力加速度、空気密度等)</p> <p>飛来物の速度、飛散距離及び飛散高さの算定</p> <p>解析結果の出力</p> <p>END</p> <p>図4.1 解析フローチャート</p>	 <p>START</p> <p>入力データの読み込み (最大風速、最大水平風速、竜巻中心の移動速度、最大風速半径、空力パラメータ、重力加速度、空気密度等)</p> <p>飛来物の速度、飛散距離及び飛散高さの算定</p> <p>解析結果の出力</p> <p>END</p> <p>図4.1 解析フローチャート</p>	<p>【大飯】評価方針の相違・泊では飛来物の評価を行うソフトとして、大飯と異なるものを使用している。なお、泊で使用している「TOMBOS」は伊方発電所3号炉で使用実績が</p>
<p>5. 検証と妥当性確認</p> <p>5.1 コードバージョン</p> <p>検証と妥当性確認に使用したコードバージョンを以下に示す。 tornado_missile Ver.1.1.0</p> <p>5.2 検証結果</p> <p>前記(12)式で示した運動方程式は、流体中の質点が相対速度の2乗に比例した抗力を受けることを示すごく一般的なものであり、一定風速下では理論解が得られるが、竜巻のような移動する渦の風速場では理論解を得ることはできず、数値解析によって求めることとなる。</p>	<p>5. コードの検証</p> <p>5.1 移動する竜巻での検証</p> <p>Simiu and Scanlan⁽²⁾は、初速ゼロの飛来物が座標(Rm, 0, 40)[単位:m]に位置するものとして飛来物の運動を計算し、飛来物が地上に落下するまでに達した最大の水平速度を「飛来物最大水平速度」と定義して数値解析結果を得ている。そこで、これと同様に表5.1に示す3種類の竜巻条件(Tornado Type-I, -II, -III)を与えて、TONBOSによって「飛来物最大水平速度」V_{hmax}を求めた。</p>	<p>5. コードの検証</p> <p>5.1 移動する竜巻での検証</p> <p>Simiu and Scanlan⁽²⁾は、初速ゼロの飛来物が座標(Rm, 0, 40)[単位:m]に位置するものとして飛来物の運動を計算し、飛来物が地上に落下するまでに達した最大の水平速度を「飛来物最大水平速度」と定義して数値解析結果を得ている。そこで、これと同様に表5.1に示す3種類の竜巻条件(Tornado Type-I, -II, -III)を与えて、TONBOSによって「飛来物最大水平速度」V_{hmax}を求めた。</p>	

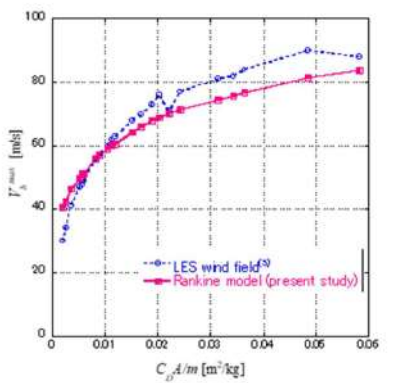
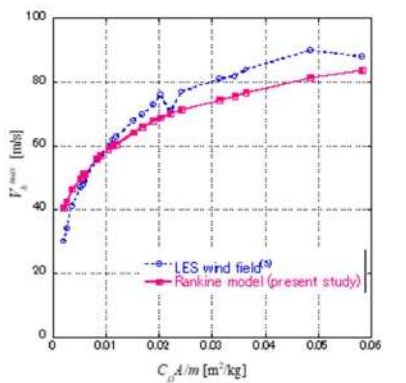
赤字: 設備, 運用又は体制の相違 (設計方針の相違)
 青字: 記載箇所又は記載内容の相違 (記載方針の相違)
 緑字: 記載表現, 設備名称の相違 (実質的な相違なし)

大飯発電所3/4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由																																
<p>また、現状の竜巻の研究において、竜巻の風速場等の実態は正確には解明されていないがランキン渦状の風速分布を示すことは広く認められている。一方で、竜巻内の飛来物の速度や飛散距離を実験等にて実証した例は殆どなく、十分に信頼できる段階には至っていない。</p> <p>しかし、本解析の目的は、飛来物の速度や飛散距離を算出し、その値をもとに竜巻から防護すべき施設の評価や防護に必要となる対策内容を判断するためのものであることから、本解析の結果については実現象に対する精度よりも、保守性を示すことで計算機コードの妥当性を確認することが重要である。</p> <p>そこで、実績がある計算機コードによる結果と比較することで、本コードの妥当性を検証した。</p> <p>具体的には、tornado_missile の検証及び妥当性確認について Simiu & Scanlan による解析結果及び江口ほか (電中研) [3]による解析結果に対し、同じ条件下の竜巻風速場での飛来物軌跡の解析を実施し、飛来物の速度、飛散距離の解析結果が概ね一致することを確認した。なお、Simiu & Scanlan では飛来物の速度の解析結果のみが示されていることから、Simiu & Scanlan に対しては飛来物の速度の比較のみを行った。また、江口ほか (電中研) に対しては飛来物の速度及び飛散距離の比較を行った。Simiu & Scanlan 及び江口ほか (電中研) の飛来物の速度の解析結果との比較検証を図4、また、江口ほか (電中研) の飛散距離の解析結果との比較検証を図5に示す。</p> <p>(1) 飛来物の速度の比較検証</p> <p>a. Simiu & Scanlan の飛来物の速度との比較検証</p> <p>(a) Simiu & Scanlan の信頼性について</p> <p>Simiu は、米国原子力学会による「原子力発電所での竜巻、ハリケーン及び直進性の突風の特性を定める米国内基準」(ANSI/ANS-2.3-2011) [4]作成のワーキンググループのメンバーであり、また、FEMA による「公共安全室のための設計と建設」 [5]の第一版作成時に参画する等、米国において竜巻等の突風に対する基準・指針策定に関与してきた人物である。</p> <p>米国原子力規制委員会のNRC-SRP-3.5.1.4 (1981年) [6]では、竜巻飛来物に考慮すべき速度として、米国商務省国立標準局 (National Bureau of Standards) 在籍のSimiu & Cordes (1976年)による飛来物の速度の評価結果を引用している。その後、米国原子力規制委員会では、設計竜巻の最大風速と飛来物の速度について見直し、Regulatory Guide 1.76 (2007年、NRC-RG-1.76) [7]として、原子力発電所のための設計竜巻と竜巻飛来物を示しなおした。そのNRC-RG-1.76では、飛来物の速度の評価法については、Simiu & Scanlan による著書(第三版1996年)を引用している。すなわち、Simiu & Cordes、Simiu & Scanlan による飛来物の速度の評価法は、米国のように大きな竜巻が発生する地域における原子力発電所に対しても、考慮すべき飛来物の速度評価に十分信頼度がある結果をもたらすものとする。</p> <p>Simiu & Scanlan による著書は、風が受ける構造物に対する影響評価法を示す代表的な書籍である。その中で、竜巻による構造物の影響</p>	<p>【伊方発電所3号炉 別添1 資料1.2より引用】</p> <p>なお、表5.1の各条件は文献⁽²⁾のTable 3.5.1(p.127)に記載されている値を[mph]から[m/s]へ、[ft]から[m]に換算したものである。物体特性値 C_{pA}/m については、文献⁽²⁾のTable 16.3.1 (p.565)に掲載されている値 ($C_{pA}/m=0.0033, 0.0040, 0.0043, 0.0052, 0.0070, 0.0270[m^2/kg]$) 及びTable 16.3.2 (p.567, Tornado Type-I)のケース(a)に掲載されている値 ($C_{pA}/m=0.001, 0.01[m^2/kg]$) を選定して検証した。なお、全ケースで時間ステップ Δt を0.01[s]に設定した。また、空気密度 ρ は1.226[kg/m³]、重力加速度 g は9.8[m/s²]とした。</p> <p>図5.1に物体特性 C_{pA}/m の各値に対する「飛来物最大水平速度」 V_{hmax} を文献⁽²⁾の結果と比較して示す。本数値解析の V_{hmax} の結果は文献⁽²⁾よりもやや大きい傾向[*]にある。評価においては保守側となる。</p> <p>表5.1 3種類の竜巻条件 (Tornado Type-I, -II, -III)</p> <table border="1" data-bbox="719 592 1321 708"> <thead> <tr> <th>竜巻条件</th> <th>最大水平風速 V_m [m/s]</th> <th>竜巻中心の移動速度 V_{tr} [m/s]</th> <th>最大風速半径 R_m [m/s]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Tornado Type-I</td> <td>129.6</td> <td>31.3</td> <td>45.7</td> </tr> <tr> <td>Tornado Type-II</td> <td>107.3</td> <td>26.8</td> <td>45.7</td> </tr> <tr> <td>Tornado Type-III</td> <td>84.9</td> <td>22.4</td> <td>45.7</td> </tr> </tbody> </table> <p>※: 数値解析法の違いによる相違と考えられる。</p>  <p>図5.1 Simiu&Scanlan との比較</p>	竜巻条件	最大水平風速 V_m [m/s]	竜巻中心の移動速度 V_{tr} [m/s]	最大風速半径 R_m [m/s]	Tornado Type-I	129.6	31.3	45.7	Tornado Type-II	107.3	26.8	45.7	Tornado Type-III	84.9	22.4	45.7	<p>なお、表5.1の各条件は文献⁽²⁾のTable 3.5.1(p.127)に記載されている値を[mph]から[m/s]へ、[ft]から[m]に換算したものである。物体特性値 C_{pA}/m については、文献⁽²⁾のTable 16.3.1 (p.565)に掲載されている値 ($C_{pA}/m=0.0033, 0.0040, 0.0043, 0.0052, 0.0070, 0.0270[m^2/kg]$) 及びTable 16.3.2 (p.567, Tornado Type-I)のケース(a)に掲載されている値 ($C_{pA}/m=0.001, 0.01[m^2/kg]$) を選定して検証した。なお、全ケースで時間ステップ Δt を0.01[s]に設定した。また、空気密度 ρ は1.226[kg/m³]、重力加速度 g は9.8[m/s²]とした。</p> <p>図5.1に物体特性 C_{pA}/m の各値に対する「飛来物最大水平速度」 V_{hmax} を文献⁽²⁾の結果と比較して示す。本数値解析の V_{hmax} の結果は文献⁽²⁾よりもやや大きい傾向[*]にある。評価においては保守側となる。</p> <p>表5.1 3種類の竜巻条件 (Tornado Type-I, -II, -III)</p> <table border="1" data-bbox="1348 592 1951 708"> <thead> <tr> <th>竜巻条件</th> <th>最大水平風速 V_m [m/s]</th> <th>竜巻中心の移動速度 V_{tr} [m/s]</th> <th>最大風速半径 R_m [m/s]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Tornado Type-I</td> <td>129.6</td> <td>31.3</td> <td>45.7</td> </tr> <tr> <td>Tornado Type-II</td> <td>107.3</td> <td>26.8</td> <td>45.7</td> </tr> <tr> <td>Tornado Type-III</td> <td>84.9</td> <td>22.4</td> <td>45.7</td> </tr> </tbody> </table> <p>※: 数値解析法の違いによる相違と考えられる。</p>  <p>図5.1 Simiu&Scanlan との比較</p>	竜巻条件	最大水平風速 V_m [m/s]	竜巻中心の移動速度 V_{tr} [m/s]	最大風速半径 R_m [m/s]	Tornado Type-I	129.6	31.3	45.7	Tornado Type-II	107.3	26.8	45.7	Tornado Type-III	84.9	22.4	45.7	<p>あり、女川欄に伊方審査実績を引用した。</p> <p>【大飯】評価方針の相違・泊では飛来物の評価を行うソフトとして、大飯と異なるものを使用している。なお、泊で使用している「TOMBOS」は伊方発電所3号炉で使用実績があり、女川欄に伊方審査実績を引用した。</p>
竜巻条件	最大水平風速 V_m [m/s]	竜巻中心の移動速度 V_{tr} [m/s]	最大風速半径 R_m [m/s]																																
Tornado Type-I	129.6	31.3	45.7																																
Tornado Type-II	107.3	26.8	45.7																																
Tornado Type-III	84.9	22.4	45.7																																
竜巻条件	最大水平風速 V_m [m/s]	竜巻中心の移動速度 V_{tr} [m/s]	最大風速半径 R_m [m/s]																																
Tornado Type-I	129.6	31.3	45.7																																
Tornado Type-II	107.3	26.8	45.7																																
Tornado Type-III	84.9	22.4	45.7																																

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

泊発電所3号炉 DB基準適合性 比較表

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（竜巻：別添資料1 添付資料3.14）

大飯発電所3/4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由												
<p>評価方法を示しており、竜巻による風速場について本資料の3.1項に示すランキン渦でモデル化し、その風速場で飛来物が受ける力のつり合いについて本資料の3.2項に示す相対速度の2乗に比例した抗力を受けて定式化することを示している。また、これらの定式化に従って評価した結果については、Simiu & Cordesの結果を引用し、360mph、300mph、240mphの最大風速を有する竜巻に対して、空力パラメータと飛来物の速度の関係を示している。</p> <p>竜巻による飛来物の速度について、Simiu & Scanlanによると、文献^{[3]~[4]}をもとに、実際の風速場ではランキン渦モデルで定式化する場合よりも最大接線風速半径内では半径方向の風速は遅く、鉛直方向の風速についても彼らが設定した風速よりも遅い。そのため、実際の飛来物は計算結果より早く落下し、飛来物の速度も小さいとしている。これらから、tornado_missileによって得られる飛来物の速度等についても、実際よりも保守側であると考える。</p> <p>なお、Simiu & Scanlanによる著書では、評価の概要とある条件（最大風速が360mph、300mph、240mph時で、最大接線風速半径が45.7m（推定値）の場合、等）における飛来物の速度の算出結果が示されているが、その解析コード等の詳細が公開されていないため、設計に用いる設計竜巻の最大風速100m/sの評価には用いることができない。よって、Simiu & Scanlanで示されている風速場や飛来物が受ける力の釣り合い等の考え方に基づき開発したtornado_missileを用いた評価を行った。</p> <p>(b) Simiu & Scanlanとtornado_missileの飛来物の速度の比較結果について</p> <p>tornado_missileとSimiu & Scanlanの解析結果を比較するために、Simiu & Scanlanが示す飛来物の速度の評価時と同等の条件をtornado_missileに与えて解析を実施し、両者の解析結果を比較することで、妥当性検証を実施した。評価条件を表1に、比較の結果を図4に示す。</p> <p>Simiu & Scanlanにおいて、空気密度等の評価条件が明らかとなっていないが、日本と米国で大きな差はないと考えられることから、tornado_missileでは一般的な値を採用した。</p> <p>図4に示すように、tornado_missileの空力パラメータに対する飛来物の速度の解析結果である青●及び青■は、Simiu & Scanlanによる結果である青点線と比較し、例えば、竜巻の最大風速が107.3m/sの場合において、空力パラメータ0.006m²/kgでは飛来物の速度が40~45m/sとなること、空力パラメータが0.02m²/kgでは、飛来物の速度が50~55m/sになること等、空力パラメータと飛来物の速度の非線形な特性が、両者で概ね一致することを確認している。</p> <p>なお、tornado_missileによる結果は、Simiu & Scanlanによる結果よりも、やや大きくなる傾向があり、保守側の結果を示している。その差は、表1に示す「不明」の条件等による差に起因していると考えられ、tornado_missileの評価結果がSimiu & Scanlanの評価結果よりやや大きめの値を示すことから、tornado_missileにて設定した評価条件は保守的であると考える。</p>	<p>【伊方発電所3号炉 別添1 資料1.2より引用】</p> <p>5. 2 国内最大級相当条件での比較</p> <p>『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。（以下、「文献⁽⁴⁾」という。）』のp.237に示されている竜巻条件に相当する計算条件（表5.2）をTONBOSに与えて、「飛来物最大水平速度」$V_{h,max}$を求めた。文献⁽⁴⁾の竜巻風速場の生成方法は文献⁽³⁾と同様にLES解析結果に基づくものであるが、高さ40[m]のx, y方向に±3Rmの正方形の25×25箇所から飛来物を複数回、放出して$V_{h,max}$を求めている。TONBOSでも、同様の位置から飛来物を放出して$V_{h,max}$を計算した。図5.2に物体特性$C_D A/m$の各値に対する$V_{h,max}$を文献⁽⁴⁾の結果と比較して示す。物体特性$C_D A/m$が小さい条件では、文献⁽⁴⁾の$V_{h,max}$は本数値解析の$V_{h,max}$の結果よりも小さい傾向にあるが、物体特性$C_D A/m$が大きい条件では逆の傾向となる。しかしながら、両者は良く整合することが分かる。</p> <p>物体特性$C_D A/m$の大小によって$V_{h,max}$の相対的な大小が逆転する理由としては、$C_D A/m$が小さい場合は、LES解析の風速場の上昇速度がランキン渦に比べ小さく、水平方向に十分加速される前に早く落下するが、$C_D A/m$が大きい場合は、物体が飛散しやすいため気流中の滞在時間が長くなり、LES解析の風速場の乱れの影響を受けて大きな飛来物速度となるためと考えられる。</p> <p>表5.2 竜巻条件</p> <table border="1" data-bbox="728 869 1310 957"> <thead> <tr> <th>最大接線風速 [m/s]</th> <th>竜巻移動速度 $V_{\tau,r}$ [m/s]</th> <th>最大風速半径 R_m [m/s]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>84</td> <td>16</td> <td>30</td> </tr> </tbody> </table>  <p>図5.2 文献(4)との比較</p>	最大接線風速 [m/s]	竜巻移動速度 $V_{\tau,r}$ [m/s]	最大風速半径 R_m [m/s]	84	16	30	<p>5. 2 国内最大級相当条件での比較</p> <p>『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。（以下、「文献⁽⁴⁾」という。）』のp.237に示されている竜巻条件に相当する計算条件（表5.2）をTONBOSに与えて、「飛来物最大水平速度」$V_{h,max}$を求めた。文献⁽⁴⁾の竜巻風速場の生成方法は文献⁽³⁾と同様にLES解析結果に基づくものであるが、高さ40[m]のx, y方向に±3Rmの正方形の25×25箇所から飛来物を複数回、放出して$V_{h,max}$を求めている。TONBOSでも、同様の位置から飛来物を放出して$V_{h,max}$を計算した。図5.2に物体特性$C_D A/m$の各値に対する$V_{h,max}$を文献⁽⁴⁾の結果と比較して示す。物体特性$C_D A/m$が小さい条件では、文献⁽⁴⁾の$V_{h,max}$は本数値解析の$V_{h,max}$の結果よりも小さい傾向にあるが、物体特性$C_D A/m$が大きい条件では逆の傾向となる。しかしながら、両者は良く整合することが分かる。</p> <p>物体特性$C_D A/m$の大小によって$V_{h,max}$の相対的な大小が逆転する理由としては、$C_D A/m$が小さい場合は、LES解析の風速場の上昇速度がランキン渦に比べ小さく、水平方向に十分加速される前に早く落下するが、$C_D A/m$が大きい場合は、物体が飛散しやすいため気流中の滞在時間が長くなり、LES解析の風速場の乱れの影響を受けて大きな飛来物速度となるためと考えられる。</p> <p>表5.2 竜巻条件</p> <table border="1" data-bbox="1355 869 1937 957"> <thead> <tr> <th>最大接線風速 [m/s]</th> <th>竜巻移動速度 $V_{\tau,r}$ [m/s]</th> <th>最大風速半径 R_m [m/s]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>84</td> <td>16</td> <td>30</td> </tr> </tbody> </table>  <p>図5.2 文献(4)との比較</p>	最大接線風速 [m/s]	竜巻移動速度 $V_{\tau,r}$ [m/s]	最大風速半径 R_m [m/s]	84	16	30	<p>【大飯】評価方針の相違・泊では飛来物の評価を行うソフトとして、大飯と異なるものを使用している。なお、泊で使用している「TONBOS」は伊方発電所3号炉で使用実績があり、女川欄に伊方審査実績を引用した。</p>
最大接線風速 [m/s]	竜巻移動速度 $V_{\tau,r}$ [m/s]	最大風速半径 R_m [m/s]													
84	16	30													
最大接線風速 [m/s]	竜巻移動速度 $V_{\tau,r}$ [m/s]	最大風速半径 R_m [m/s]													
84	16	30													

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（竜巻：別添資料1 添付資料3.14）

大飯発電所3/4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由																																																																					
<p>b. 江口ほか（電中研）の飛来物の速度との比較検証</p> <p>(a) 江口ほか（電中研）の信頼性について</p> <p>江口ほか（電中研）による計算機コードは、Simiu & Cordes と同様の飛来物の速度を求めるものである。本解析コードは、非定常風速場を用いる既往研究^{[10][16]}の解析結果と概ね一致することが検証されている。</p> <p>(b) 江口ほか（電中研）と tornado_missile の飛来物の速度の比較結果について</p> <p>江口ほか（電中研）は Simiu & Scanlan による飛来物の速度の評価と同等の条件を与えた飛来物の速度の解析を行った。それと同等の条件を tornado_missile に与えて解析を実施し、両者の解析結果を比較することで、妥当性検証を実施した。</p> <p>評価条件を表1に、比較の結果を図4に示す。図4に tornado_missile より算出した空力パラメータに対する飛来物の速度を示す。青●及び青■は、江口ほか（電中研）による解析結果の赤実線にあり、両者が概ね一致することを確認している。なお、tornado_missile 及び江口ほか（電中研）による結果は、前述のとおり、Simiu & Scanlan の結果よりやや大きめの飛来物の速度となり、保守側の値を示す。</p>	<p>【伊方発電所3号炉 別添1 資料1.2より引用】</p> <p>（備考）「日本流体力学会年会、江口謙、杉本聡一郎、服部康男、平口博丸：移動ランキン渦モデルによる竜巻飛来物の速度の評価、2013。」より抜粋。</p> <p>5. 3 飛散距離及び飛散高さについて</p> <p>飛散距離及び飛散高さについては、米国の解析結果では示されていないが、飛来物速度を積分することによりそれぞれの位置（飛散距離及び飛散高さ）が算出できる。飛来物速度が5. 1及び5. 2項で妥当であると検証していることから、飛散距離及び飛散高さについても妥当であると考えられる。</p> <p>6. 妥当性確認</p> <p>TONBOS を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することは次のとおり妥当である。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・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。 ・評価は妥当性を確認している範囲内で行うようにしている。 <p>7. その他</p> <p>7. 1 飛来物の速度及び飛散距離等の評価について</p> <p>TONBOS を用いた解析により、空力パラメータと飛来物が地上に落下するまでに達した最大の水平速度 V_{h-max}、最大飛散距離（x-y 平面での初期位置と落下位置の距離で最大のもの）、最大高さ（全飛来物のうちで上昇量が最大のもの）の相関を算出している。（図7.1～7.2(a), (b)）この相関を用いて発電所構内にある物品の飛来物の速度及び飛散距離等の評価を実施している。（詳細は「別添3：固定、固縛又は竜巻防護施設から隔離する対象物の選定プロセスについて」参照）</p>	<p>（備考）「日本流体力学会年会、江口謙、杉本聡一郎、服部康男、平口博丸：移動ランキン渦モデルによる竜巻飛来物の速度の評価、2013。」より抜粋。</p> <p>5. 3 飛散距離及び飛散高さについて</p> <p>飛散距離及び飛散高さについては、米国の解析結果では示されていないが、飛来物速度を積分することによりそれぞれの位置（飛散距離及び飛散高さ）が算出できる。飛来物速度が5. 1及び5. 2項で妥当であると検証していることから、飛散距離及び飛散高さについても妥当であると考えられる。</p> <p>6. 妥当性確認</p> <p>TONBOS を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することは次のとおり妥当である。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・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。 ・評価は妥当性を確認している範囲内で行うようにしている。 <p>7. その他</p> <p>7. 1 飛来物の速度及び飛散距離等の評価について</p> <p>TONBOS を用いた解析により、空力パラメータと飛来物が地上に落下するまでに達した最大の水平速度 V_{h-max}、最大飛散距離（x-y 平面での初期位置と落下位置の距離で最大のもの）、最大高さ（全飛来物のうちで上昇量が最大のもの）の相関を算出している。（図7.1～7.2(a), (b)）この相関を用いて発電所構内にある物品の飛来物の速度及び飛散距離等の評価を実施している。</p>	<p>【大飯】評価方針の相違・泊では飛来物の評価を行うソフトとして、大飯と異なるものを使用している。なお、泊で使用している「TONBOS」は伊方発電所3号炉で使用実績があり、女川欄に伊方審査実績を引用した。</p>																																																																					
<p>表1 評価条件</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2"></th> <th colspan="2">本検討 (tornado_missile)</th> <th colspan="2">Simiu & Scanlan</th> <th colspan="2">江口ほか (電中研)</th> </tr> <tr> <th>I</th> <th>III</th> <th>I</th> <th>III</th> <th>I</th> <th>III</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>最大風速</td> <td>160.9m/s</td> <td>107.3m/s</td> <td>360mph</td> <td>240mph</td> <td>160.9m/s</td> <td>107.3m/s</td> </tr> <tr> <td>最大接線風速</td> <td>129.6m/s</td> <td>84.9m/s</td> <td>290mph</td> <td>190mph</td> <td>129.6m/s</td> <td>84.9 m/s</td> </tr> <tr> <td>竜巻中心の移動速度</td> <td>31.3m/s</td> <td>22.4m/s</td> <td>70mph</td> <td>50mph</td> <td>31.3 m/s</td> <td>22.4 m/s</td> </tr> <tr> <td>最大接線風速半径</td> <td>45.7m</td> <td>45.7m (推定値)</td> <td></td> <td></td> <td>45.7m</td> <td></td> </tr> <tr> <td>空気密度</td> <td>1.226kg/m³</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>1.226kg/m³</td> <td></td> </tr> <tr> <td>飛来物初期位置 (x, y, z)</td> <td>45.7m, 0, 40m</td> <td>150ft, 0, 40m</td> <td></td> <td></td> <td>45.7m, 0, 40m</td> <td></td> </tr> <tr> <td>解析時間刻み</td> <td>0.01s</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>0.01s</td> <td></td> </tr> <tr> <td>重力加速度</td> <td>9.8m/s²</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>9.8m/s²</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>*評価条件を明確にしているが、空気密度、重力加速度については、日本と米国で大きな差がないと考える。 **数値解析法及びその評価条件については明確にしている。</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p>● Tornado Type-I (tornado_missile)</p> <p>■ Tornado Type-III</p> <p>○ Tornado Type-I (Simiu&Scanlan, 1996)</p> <p>▲ Tornado Type-II</p> <p>□ Tornado Type-III</p> <p>● Tornado Type-I (江口ほか(電中研))</p> <p>▲ Tornado Type-II</p> <p>■ Tornado Type-III</p> </div>		本検討 (tornado_missile)		Simiu & Scanlan		江口ほか (電中研)		I	III	I	III	I	III	最大風速	160.9m/s	107.3m/s	360mph	240mph	160.9m/s	107.3m/s	最大接線風速	129.6m/s	84.9m/s	290mph	190mph	129.6m/s	84.9 m/s	竜巻中心の移動速度	31.3m/s	22.4m/s	70mph	50mph	31.3 m/s	22.4 m/s	最大接線風速半径	45.7m	45.7m (推定値)			45.7m		空気密度	1.226kg/m ³				1.226kg/m ³		飛来物初期位置 (x, y, z)	45.7m, 0, 40m	150ft, 0, 40m			45.7m, 0, 40m		解析時間刻み	0.01s				0.01s		重力加速度	9.8m/s ²				9.8m/s ²				<p>【伊方】記載方針の相違</p>
		本検討 (tornado_missile)		Simiu & Scanlan		江口ほか (電中研)																																																																		
	I	III	I	III	I	III																																																																		
最大風速	160.9m/s	107.3m/s	360mph	240mph	160.9m/s	107.3m/s																																																																		
最大接線風速	129.6m/s	84.9m/s	290mph	190mph	129.6m/s	84.9 m/s																																																																		
竜巻中心の移動速度	31.3m/s	22.4m/s	70mph	50mph	31.3 m/s	22.4 m/s																																																																		
最大接線風速半径	45.7m	45.7m (推定値)			45.7m																																																																			
空気密度	1.226kg/m ³				1.226kg/m ³																																																																			
飛来物初期位置 (x, y, z)	45.7m, 0, 40m	150ft, 0, 40m			45.7m, 0, 40m																																																																			
解析時間刻み	0.01s				0.01s																																																																			
重力加速度	9.8m/s ²				9.8m/s ²																																																																			

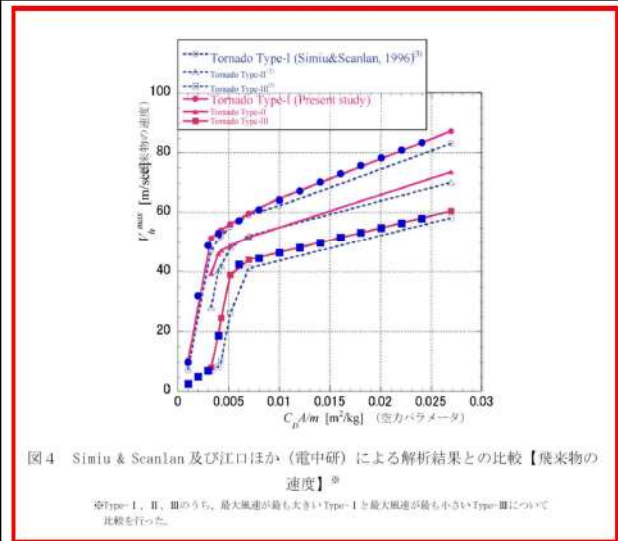
赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

大飯発電所3/4号炉

女川原子力発電所2号炉

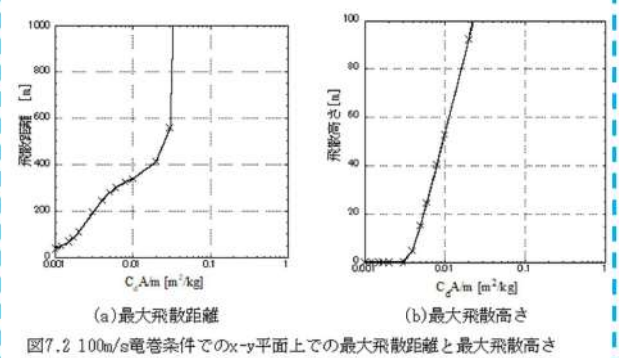
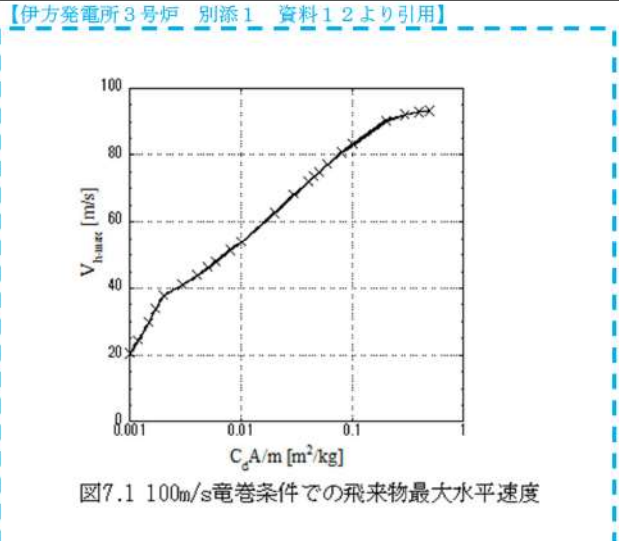
泊発電所3号炉

相違理由

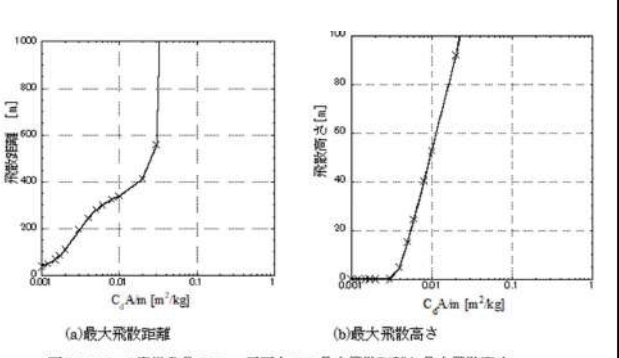
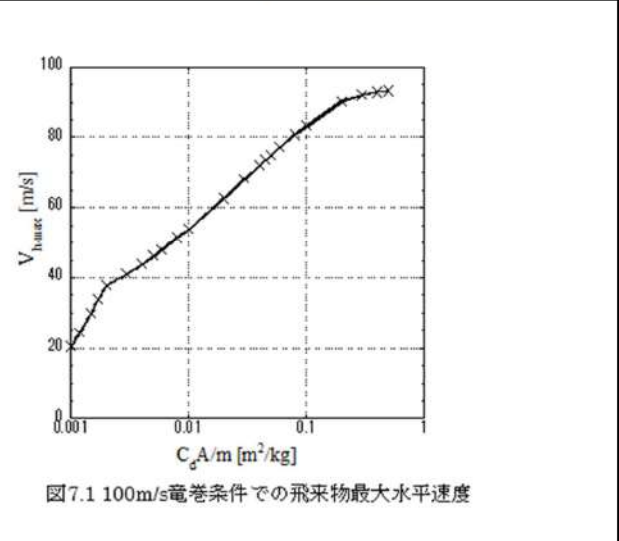


(2) 飛散距離の比較検証
 江口ほか（電中研）が示す飛散距離の評価時と同等の条件を tornado_missile に与えて解析を実施し、両者の解析結果を比較することで、妥当性検証を実施した。
 比較の結果を図5に示す。図5に tornado_missile より算出した空力パラメータに対する飛散距離を示す。青◆は、江口ほか（電中研）による解析結果の赤実線にあり、両者が概ね一致を示すことを確認している。

	本検討 (tornado_missile)	江口ほか (電中研)
最大風速	100m/s	100m/s
最大接線風速	85m/s	85m/s
竜巻中心の移動速度	15m/s	15m/s
最大接線風速半径	30.0m	30.0m
空気密度	1.22kg/m ³	1.22kg/m ³
飛来物初期高さ	40m	40m
解析時間刻み	0.01s	0.01s
重力加速度	9.8m/s ²	9.8m/s ²



8. 参考文献
 (1) Simiu, E. and Cordes, M., NBSIR 76-1050. Tornado-Borne Missile Speeds, 1976.
 (2) Simiu, E. and Scanlan, R. H., Wind Effects on Structures: Fundamentals and Applications to Design, 3rd Edition, John Wiley & Sons, Hoboken, NJ, August 1996.



8. 参考文献
 (1) Simiu, E. and Cordes, M., NBSIR 76-1050. Tornado-Borne Missile Speeds, 1976.
 (2) Simiu, E. and Scanlan, R. H., Wind Effects on Structures: Fundamentals and Applications to Design, 3rd Edition, John Wiley & Sons, Hoboken, NJ, August 1996.

【大飯】評価方針の相違・泊では飛来物の評価を行うソフトとして、大飯と異なるものを使用している。なお、泊で使用している「TOMBOS」は伊方発電所3号炉で使用実績があり、女川欄に伊方審査実績を引用した。

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（竜巻：別添資料1 添付資料3.14）

大飯発電所3/4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
 <p>図5 江口ほか（電中研）による解析結果との比較【飛散距離】</p> <p>(3) 陽解法の精度について tornado_missile においては、時間的な変化を逐次解析する直接時間積分法として陽解法を用いた解析を行っている。 陽解法の精度については、江口ほか（電中研）でも同様に陽解法が用いられており、陽解法による解析結果と陰解法による解析結果を比較し、解析時間刻みを0.1s以下にすれば、陰解法に対する陽解法の相対誤差は1%以下に抑えることができるとしている。 従って、tornado_missile と陰解法を用いた江口ほか（電中研）による解析結果が概ね一致していること（図4及び図5参照）、及び本解析における tornado_missile の解析時間刻みは0.01sとしていることから、陽解法が起因する誤差は十分小さいと考える。</p> <p>5.3 妥当性確認結果 tornado_missile を、竜巻により発生する飛来物の速度及び飛散距離の評価に使用することは、次のとおり妥当である。 ・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。 ・評価は妥当性を確認している範囲内で行うようにしている。 なお、一部の飛来物について空力パラメータの値が3.4項で示す適用範囲の0.025m²/kgを上回るものがある。空力パラメータが大きくなると飛散距離は発散する（図5参照）が、これに該当する飛来物は受圧面積に対し質量が非常に小さいものであることから構造物への衝突による影響は小さく、個別に飛来物の速度から得られる飛来時の運動エネルギー、貫通力等々を評価し、竜巻防護施設に影響がないことを確認している。</p> <p>6. 参考文献 [1] E. Simiu & R.H. Scanlan: Wind Effects on Structures, Wiley, 1977, (3rd.Edition 1996).</p>	<p>【伊方発電所3号炉 別添1 資料1.2より引用】</p> <p>(3) Maruyama, T., Simulation of flying debris using a numerically generated tornado-like vortex. Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics, vol.99(4), pp.249-256, 2011.</p> <p>(4) 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.</p> <p>(5) U.S. NUCLEAR REGULATORY COMMISSION: REGULATORY GUIDE 1.76, Design-Basis Tornado and Tornado Missiles for Nuclear Power Plants, Revision 1, March 2007.</p> <p>(6) 丸山敬, “数値的に生成された竜巻状の渦の性質”, 京都大学防災研究所年報, 第 53 号 B, 平成 22 年 6 月.</p> <p>9. 付録 (付録1) E. Simiu & R.H. Scanlan: Wind Effects on Structures, Wiley, 1977, (3rd. Edition 1996). (付録2) 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 (付録3) 日本流体力学会年会, 江口譲, 杉本聡一郎, 服部康男, 平口博丸: 移動ランキン渦モデルによる飛来物の速度の評価, 2013</p>	<p>(3) Maruyama, T., Simulation of flying debris using a numerically generated tornado-like vortex. Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics, vol.99(4), pp.249-256, 2011.</p> <p>(4) 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.</p> <p>(5) U.S. NUCLEAR REGULATORY COMMISSION: REGULATORY GUIDE 1.76, Design-Basis Tornado and Tornado Missiles for Nuclear Power Plants, Revision 1, March 2007.</p> <p>(6) 丸山敬, “数値的に生成された竜巻状の渦の性質”, 京都大学防災研究所年報, 第 53 号 B, 平成 22 年 6 月.</p> <p>9. 付録 (付録1) E. Simiu & R.H. Scanlan: Wind Effects on Structures, Wiley, 1977, (3rd. Edition 1996). (付録2) 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 (付録3) 日本流体力学会年会, 江口譲, 杉本聡一郎, 服部康男, 平口博丸: 移動ランキン渦モデルによる飛来物の速度の評価, 2013</p>	<p>【大飯】評価方針の相違・泊では飛来物の評価を行うソフトとして、大飯と異なるものを使用している。なお、泊で使用している「TOMBOS」は伊方発電所3号炉で使用実績があり、女川欄に伊方審査実績を引用した。</p>

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（竜巻：別添資料1 添付資料3.14）

大飯発電所3/4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
<p>[2] E. Simiu & M. Cordes: Tornado-Borne Missile Speeds, NBSIR 76-1050, 1976.</p> <p>[3] 日本流体力学会年会、江口譲、杉本聡一郎、服部康男、平口博丸：移動ランキン渦モデルによる竜巻飛来物の速度の評価、2013.</p> <p>[4] 米国原子力学会（American Nuclear Society）：American National Standard estimating tornado, hurricane, and extreme straight line wind characteristics at nuclear facility sites, ANSI/ANS-2.3-2011,2011.</p> <p>[5] 米国連邦緊急事態管理庁 Federal Emergency Management Agency of the United States, FEMA): Design and Construction Guidance for Community Safe Rooms,FEMA 361, Second Edition, 2008.</p> <p>[6] 米国原子力規制委員会（U.S. Nuclear Regulatory Commission）：Standard Review Plan 3.5.1.4 Missile Generated by Natural Phenomena, NUREG-0800,1981.</p> <p>[7] 米国原子力規制委員会（U.S. Nuclear Regulatory Commission）：Design-basis Tornado and Tornado Missiles for Nuclear Power Plants, Regulatory Guide,1.76, 2007.</p> <p>[8] D.F. Paddleford, Characteristics of Tornado Generated Missiles, Report No.WCAP-7897, Westinghouse Electric Corp., Pittsburgh, Pa., 1969.</p> <p>[9] A.J.H.Lee, Design Parameters for Tornado Generated Missiles, Topical Report No. GAI-TR-102, Gilbert Associates, Inc., Reading, Pa., 1975.</p> <p>[10] The Generation of Missiles by Tornadoes, Report No. TVA-TR74-1, Tennessee Valley Authority, Knoxville, 1974.</p> <p>[11] R.C.Lotti, Velocities of Tornado-Generated Missiles, Report No. ETR-1003,Ebasco Services, Inc., New York, 1975.</p> <p>[12] D.R. Beeth and S. H. Hobbs, Jr., Analysis of Tornado Generated Missiles,Report No.BSR-001, Brown and Root, Inc., Houston, TX, 1975.</p> <p>[13] B.L. Meyers and W.M. Morrow, Tornado Missile Risk Model, Report No.BC-TOP-10, Bechtel Power Corp., San Francisco, CA, 1975.</p> <p>[14] A. K. Battacharya. R.C. Boritz, and P.K. Niyogi, Charatristics of Tornado Generated Missiles, Report No. VEC-TR-002-0, United Engineers and Constructors, Inc., Philadelphia, 1975.</p> <p>[15] 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</p> <p>[16] 丸山敬、“数値的に生成された竜巻状の渦の性質” 京都大学防災研究所年報、第 53 号 B,平成 22 年 6 月</p> <p>7. 付録 付録1 E. Simiu & R.H. Scanlan: Wind Effects on Structures, Wiley, 1977,(3rd. Edition 1996).</p>			<p>【大飯】評価方針の相違・泊では飛来物の評価を行うソフトとして、大飯と異なるものを使用している。なお、泊で使用している「TOMBOS」は伊方発電所3号炉で使用実績があり、女川欄に伊方審査実績を引用した。</p>

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（竜巻：別添資料1 添付資料3.14）

大飯発電所3 / 4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由														
<p>付録2 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</p> <p>付録3 日本流体力学会年会、江口譲、杉本聡一郎、服部康男、平口博丸：移動ランキン渦モデルによる飛来物の速度の評価、2013.</p> <p>(3) 3次元有限要素法による衝突解析(竜巻飛来物影響評価)</p>			<p>【大飯】使用している解析コードの相違</p>														
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 15%;">コード名</th> <th style="width: 85%;">LS-DYNA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>開発機関</td> <td>Livermore Software Technology Corporation</td> </tr> <tr> <td>開発時期</td> <td>1987年</td> </tr> <tr> <td>使用したバージョン</td> <td>Ver. R7.1.2</td> </tr> <tr> <td>使用目的</td> <td>3次元有限要素法による衝突解析(竜巻飛来物影響評価)</td> </tr> <tr> <td>コードの概要</td> <td> <p>LS-DYNAは、Lawrence Livermore 研究所により開発・公開された陽解法有限要素法 DYNA3D を基に開発された構造解析用の汎用市販コードである。</p> <p>機械・土木・建築、その他の広範な分野に及び要素群、非線形モデルを多数サポートしており、国内外を問わず多くの利用実績がある。陽的時間積分を用いており、衝突問題など短時間の動的現象シミュレーションに適している。</p> <p>また、大変形の非線形問題への適用が容易である点に特徴がある。衝突問題や動的加重を受ける構造物の応力、ひずみや加速度応答などを算出する。</p> </td> </tr> <tr> <td>検証(Verification)及び妥当性確認(Validation)</td> <td> <p>LS-DYNA Ver. R7.1.2は、ディーゼル発電機室水密扉及び永久構台の3次元有限要素法による衝突解析に使用している。</p> <p>【検証(Verification)】</p> <p>本解析コードの検証の内容は、以下のとおりである。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・「基礎からの衝突工学(森北出版(株))」の例題と LS-DYNA Ver. 971 Ver. R7.1.1により解析した衝撃力を比較し、良く一致することを確認している。 ・本コードの運用環境について、開発機関から提示された要件を満たしていることを確認している。 <p>【妥当性確認(Validation)】</p> <p>本解析コードの妥当性確認の内容は、以下のとおりである。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・本解析コードは、自動車、航空機などの様々な分野における使用実績を有しており、妥当性は十分に確認されている。 ・開発機関が提示するマニュアルにより、本解析コードの適正な用途、適用範囲を確認している。 </td> </tr> </tbody> </table>	コード名	LS-DYNA	開発機関	Livermore Software Technology Corporation	開発時期	1987年	使用したバージョン	Ver. R7.1.2	使用目的	3次元有限要素法による衝突解析(竜巻飛来物影響評価)	コードの概要	<p>LS-DYNAは、Lawrence Livermore 研究所により開発・公開された陽解法有限要素法 DYNA3D を基に開発された構造解析用の汎用市販コードである。</p> <p>機械・土木・建築、その他の広範な分野に及び要素群、非線形モデルを多数サポートしており、国内外を問わず多くの利用実績がある。陽的時間積分を用いており、衝突問題など短時間の動的現象シミュレーションに適している。</p> <p>また、大変形の非線形問題への適用が容易である点に特徴がある。衝突問題や動的加重を受ける構造物の応力、ひずみや加速度応答などを算出する。</p>	検証(Verification)及び妥当性確認(Validation)	<p>LS-DYNA Ver. R7.1.2は、ディーゼル発電機室水密扉及び永久構台の3次元有限要素法による衝突解析に使用している。</p> <p>【検証(Verification)】</p> <p>本解析コードの検証の内容は、以下のとおりである。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・「基礎からの衝突工学(森北出版(株))」の例題と LS-DYNA Ver. 971 Ver. R7.1.1により解析した衝撃力を比較し、良く一致することを確認している。 ・本コードの運用環境について、開発機関から提示された要件を満たしていることを確認している。 <p>【妥当性確認(Validation)】</p> <p>本解析コードの妥当性確認の内容は、以下のとおりである。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・本解析コードは、自動車、航空機などの様々な分野における使用実績を有しており、妥当性は十分に確認されている。 ・開発機関が提示するマニュアルにより、本解析コードの適正な用途、適用範囲を確認している。 			
コード名	LS-DYNA																
開発機関	Livermore Software Technology Corporation																
開発時期	1987年																
使用したバージョン	Ver. R7.1.2																
使用目的	3次元有限要素法による衝突解析(竜巻飛来物影響評価)																
コードの概要	<p>LS-DYNAは、Lawrence Livermore 研究所により開発・公開された陽解法有限要素法 DYNA3D を基に開発された構造解析用の汎用市販コードである。</p> <p>機械・土木・建築、その他の広範な分野に及び要素群、非線形モデルを多数サポートしており、国内外を問わず多くの利用実績がある。陽的時間積分を用いており、衝突問題など短時間の動的現象シミュレーションに適している。</p> <p>また、大変形の非線形問題への適用が容易である点に特徴がある。衝突問題や動的加重を受ける構造物の応力、ひずみや加速度応答などを算出する。</p>																
検証(Verification)及び妥当性確認(Validation)	<p>LS-DYNA Ver. R7.1.2は、ディーゼル発電機室水密扉及び永久構台の3次元有限要素法による衝突解析に使用している。</p> <p>【検証(Verification)】</p> <p>本解析コードの検証の内容は、以下のとおりである。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・「基礎からの衝突工学(森北出版(株))」の例題と LS-DYNA Ver. 971 Ver. R7.1.1により解析した衝撃力を比較し、良く一致することを確認している。 ・本コードの運用環境について、開発機関から提示された要件を満たしていることを確認している。 <p>【妥当性確認(Validation)】</p> <p>本解析コードの妥当性確認の内容は、以下のとおりである。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・本解析コードは、自動車、航空機などの様々な分野における使用実績を有しており、妥当性は十分に確認されている。 ・開発機関が提示するマニュアルにより、本解析コードの適正な用途、適用範囲を確認している。 																

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（竜巻：別添資料1 添付資料3.14）

大飯発電所3/4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由																		
<div data-bbox="89 151 694 422" style="border: 2px solid red; padding: 5px;"> <ul style="list-style-type: none"> ・ Norwegian University of Science and Technology により、薄板鋼管の軸方向圧縮破壊試験のシミュレーション解析が行なわれており、解析結果と実験結果が概ね一致することを確認している。 ・ 本評価で行なう3次元有限要素法による動的解析（衝突解析）の用途、適用範囲が上述の妥当性確認の範囲内にあることを確認している。 ・ 本評価において使用するバージョンのうち Ver.R7.1.2 は、既工事計画において使用されているものと異なるが、バージョンの変更において解析機能に影響のある変更が行なわれていないことを確認している。 </div> <p>1. 一般事項</p> <p>LS-DYNA は Lawrence Livermore 研究所により開発された、公開コードである陽解法有限要素法 DYNA3D を基に開発され、1987 年に Livermore Software Technology Corporation により、商用版としてリリースされた。</p> <p>LS-DYNA は、空間の離散化と陽的時間積分法（陽解法）をベースとした非線形問題解法用の汎用プログラムである。ソルバーは有限要素法の離散化と中央差分法を適用した陽解法による時間積分をベースとする。また、Newmark β 法等を適用した陰解法（陰解法：時間積分を伴う動的問題と時間積分をしない静的問題に対応）を選択することも可能であり、衝突問題や成形問題等の複雑な物理表現を効率よく解析できる。ソルバーの特徴となる陽解法と陰解法の概要を第1表に示す。</p> <p>陽解法、陰解法による非線形動的解析のほか、熱解析、流体-構造連成解析等、様々な解析が可能である。また、梁要素、シェル要素、ソリッド要素等多くの要素を用いることができ、機械、土木・建築分野のほか、防衛、自動車、船舶等多分野で幅広く用いられている。</p> <p>本解析は、規範範囲拡大に伴う新たな解析として竜巻防護ネット（架構）、建屋の構造解析（衝突解析）を行うものであり、一般的な物体の運動方程式に基づいた解析に基づいた解法に、衝突物・被衝突物の非線形要素を考慮した解析とする。竜巻防護ネット（架構）、建屋に対する飛来物の衝突評価を実施する必要があるため、短時間の動的現象を模擬できるコードとして本コードを用いている。</p> <div data-bbox="89 1165 694 1460" style="border: 2px solid red; padding: 5px;"> <p>第1表 LS-DYNA で適用する解析法の概要</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>陽解法</th> <th>陰解法</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>解法</td> <td>中央差分法</td> <td>修正 Newton 法、Newmark β 法など</td> </tr> <tr> <td>非線形問題への適用性</td> <td>・ 収束計算が必要ない。 ・ 時間増分が細かい。</td> <td>・ 収束計算が必要となる。 ・ 時間増分は得たい振動周期による。</td> </tr> <tr> <td>安定解の条件</td> <td>時間増分を細かくすることで解の信頼性を確保</td> <td>収束判定条件により解の信頼性を確保</td> </tr> <tr> <td>計算時間</td> <td>1 タイムステップごとの計算時間は短いが多量のタイムステップが必要である。</td> <td>1 タイムステップごとの求解に時間を要するが、総タイムステップは少ない。</td> </tr> <tr> <td>得意とする解析領域</td> <td>衝撃解析</td> <td>・ 振動解析（Newmark β 法） ・ 静的解析（修正 Newton 法）</td> </tr> </tbody> </table> </div>		陽解法	陰解法	解法	中央差分法	修正 Newton 法、Newmark β 法など	非線形問題への適用性	・ 収束計算が必要ない。 ・ 時間増分が細かい。	・ 収束計算が必要となる。 ・ 時間増分は得たい振動周期による。	安定解の条件	時間増分を細かくすることで解の信頼性を確保	収束判定条件により解の信頼性を確保	計算時間	1 タイムステップごとの計算時間は短いが多量のタイムステップが必要である。	1 タイムステップごとの求解に時間を要するが、総タイムステップは少ない。	得意とする解析領域	衝撃解析	・ 振動解析（Newmark β 法） ・ 静的解析（修正 Newton 法）			<p>【大飯】使用している解析コードの相違</p>
	陽解法	陰解法																			
解法	中央差分法	修正 Newton 法、Newmark β 法など																			
非線形問題への適用性	・ 収束計算が必要ない。 ・ 時間増分が細かい。	・ 収束計算が必要となる。 ・ 時間増分は得たい振動周期による。																			
安定解の条件	時間増分を細かくすることで解の信頼性を確保	収束判定条件により解の信頼性を確保																			
計算時間	1 タイムステップごとの計算時間は短いが多量のタイムステップが必要である。	1 タイムステップごとの求解に時間を要するが、総タイムステップは少ない。																			
得意とする解析領域	衝撃解析	・ 振動解析（Newmark β 法） ・ 静的解析（修正 Newton 法）																			

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（竜巻：別添資料1 添付資料3.14）

大飯発電所3/4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由														
<p>2. 解析コードの特徴</p> <p>(1) 解析機能</p> <p>第2表に示すように、多くの解析機能が用意されている。</p> <div data-bbox="85 295 698 651" style="border: 2px solid red; padding: 5px;"> <p style="text-align: center;">第2表 使用コードの解析機能</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 60%;">解析機能</th> <th style="width: 40%;">備考</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> <ul style="list-style-type: none"> ・有限要素法 ・陽的時間積分法（陽解法） ・非線形現象への対応（材料非線形・幾何学的非線形・境界条件非線形） ・動解析（衝撃問題） ・陰的解法（静的応力解析、固有値解析） </td> <td style="vertical-align: top;">今回の評価に関連する。</td> </tr> <tr> <td> <ul style="list-style-type: none"> ・弾静的解析（塑性加工問題） ・熱構造連成解析 ・流体構造連成解析 ・音響解析 </td> <td style="vertical-align: top;">今回の評価に関係しない。</td> </tr> </tbody> </table> </div> <p>(2) 要素の種類</p> <p>主な要素を以下に示す。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・はり要素 ・シェル要素（3角形、4角形、軸対象等） ・ソリッド要素（4面体、6面体等） ・スプリング、ダンパー要素 <p>(3) 解析規模</p> <p>並列計算や領域分割法ができ、多自由度又は大規模な構造を解くことが可能である。</p> <p>(4) プリポスト</p> <p>LS-DYNA は数値解析のみを受け持つ。HyperMesh やMSC/Patran 等の汎用プリソフトにより解析前のモデル化を行いLS-DYNA で読み込み可能なインプットファイルを作成する。LS-DYNA で作成されたアウトプットファイルは、LS-DYNA 開発元が提供しているLSPrePostにて解析後の結果表示を行う。</p> <p>また、今回の解析における本解析コードのバージョン、件名、使用要素及び評価内容を第3表に示す。</p> <div data-bbox="85 1284 698 1407" style="border: 2px solid red; padding: 5px;"> <p style="text-align: center;">第3表 使用件名</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 15%;">バージョン</th> <th style="width: 30%;">件名</th> <th style="width: 15%;">使用要素</th> <th style="width: 40%;">評価内容</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Ver. R7.1.2</td> <td>ディーゼル発電機室水密扉 永久構造</td> <td style="text-align: center;">-</td> <td>衝突解析 (竜巻飛来物影響評価)</td> </tr> </tbody> </table> </div> <p>3. 解析手法</p>	解析機能	備考	<ul style="list-style-type: none"> ・有限要素法 ・陽的時間積分法（陽解法） ・非線形現象への対応（材料非線形・幾何学的非線形・境界条件非線形） ・動解析（衝撃問題） ・陰的解法（静的応力解析、固有値解析） 	今回の評価に関連する。	<ul style="list-style-type: none"> ・弾静的解析（塑性加工問題） ・熱構造連成解析 ・流体構造連成解析 ・音響解析 	今回の評価に関係しない。	バージョン	件名	使用要素	評価内容	Ver. R7.1.2	ディーゼル発電機室水密扉 永久構造	-	衝突解析 (竜巻飛来物影響評価)			<p>【大飯】使用している解析コードの相違</p>
解析機能	備考																
<ul style="list-style-type: none"> ・有限要素法 ・陽的時間積分法（陽解法） ・非線形現象への対応（材料非線形・幾何学的非線形・境界条件非線形） ・動解析（衝撃問題） ・陰的解法（静的応力解析、固有値解析） 	今回の評価に関連する。																
<ul style="list-style-type: none"> ・弾静的解析（塑性加工問題） ・熱構造連成解析 ・流体構造連成解析 ・音響解析 	今回の評価に関係しない。																
バージョン	件名	使用要素	評価内容														
Ver. R7.1.2	ディーゼル発電機室水密扉 永久構造	-	衝突解析 (竜巻飛来物影響評価)														

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（竜巻：別添資料1 添付資料3.14）

大飯発電所3/4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
<p>LS-DYNA は陽解法及び陰解法に基づくソルバーが各々用意されており、各ソルバーを選択又は並行して使用することができる。本工認資料のために用いた衝突問題では、主に陽解法（陽的時間積分法）に基づいた解析によっている。LS-DYNA による陽解法の計算は第1図に示すフローチャートによる。</p> <div data-bbox="80 320 696 1265" style="border: 2px solid red; padding: 10px;"> <pre> graph TD Start([解析スタート]) --> Init[入力データの読み込み 解析の初期化] Init --> BC[荷重境界条件の適用] BC --> Stress[要素応力の計算] Stress --> Contact[接触力の計算] Contact --> Acc1[速度境界条件を考慮した 節点加速度へ更新] Acc1 --> Acc2[接触、剛体要素、 その他解析条件を考慮した 節点加速度へ更新] Acc2 --> Integ[時間積分による節点速度 及び変位の更新] Integ --> Post[解析結果の 出力ポスト処理] Post --> EndTime{解析終了時間} EndTime -- まだ --> UpdateTime[現在時刻の更新] UpdateTime --> Contact EndTime -- はい --> End([解析終了]) </pre> <p>第1図 LS-DYNAの陽解法計算フローチャート</p> <p>(1) 陽解法のアルゴリズム LS-DYNA の陽解法は、以下に示す中心差分による時間積分を用いている。</p> </div>			<p>【大飯】使用している解析コードの相違</p>

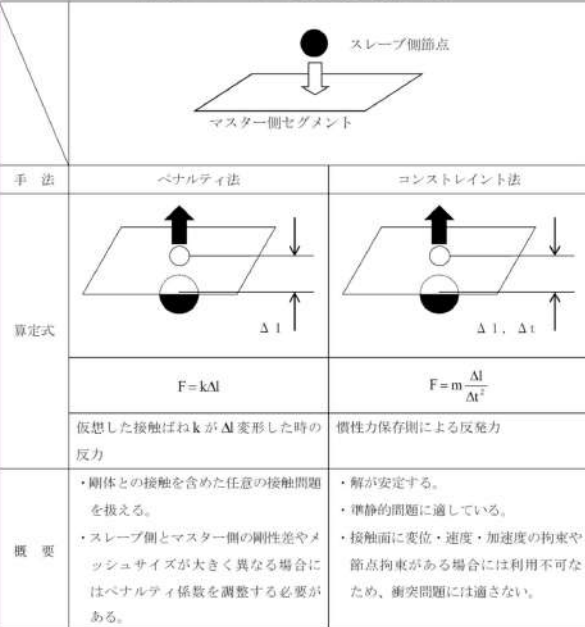
赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（竜巻：別添資料1 添付資料3.14）

大飯発電所3/4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
<p>(a) 第1ステップ</p> <p>nステップの加速度\ddot{u}^nは力の釣合いから(1)式のように求まる。</p> $\ddot{u}^n = M^{-1}\Sigma F^n \quad (1)式$ <p>ここで、Mは対角質量マトリックス ΣF^nは外力、内力等のベクトルの総和</p> <p>(b) 第2ステップ</p> <p>n+1/2ステップの速度$\dot{u}^{n+1/2}$を求める。：(2)式</p> $\dot{u}^{n+1/2} = \dot{u}^{n+1/2} + \ddot{u}^n \Delta t^n \quad (2)式$ <p>(c) 第3ステップ</p> <p>n+1ステップの変位u^{n+1}を求める。：(3)式</p> $u^{n+1} = u^n + \dot{u}^{n+1/2} \Delta t^{n+1/2} \quad (3)式$ <p>第1ステップから第3ステップを繰り返し順次導かれる運動方程式は</p> $m\ddot{u} + ku = F = m \frac{\Delta l}{\Delta t^2}$ <p>と等価となる。</p> <p>未知数である加速度は複数の振動モードが重畳した波形として出力され、応力は物体中の波として伝播する現象が表現される。</p> <p>(2) 接触反力の算定式</p> <p>LS-DYNA では陽解法に基づき、衝突問題や準静的（塑性加工）問題を解くために、接触面に生じる反力を第4表に示すように算定する。</p>			<p>【大飯】使用している解析コードの相違</p>

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（竜巻：別添資料1 添付資料3.14）

大飯発電所3/4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由						
<p>第4表 LS-DYNAにおける接触反力の接触の概念</p>  <p>手法</p> <table border="1" data-bbox="100 343 683 598"> <tr> <td>ペナルティ法</td> <td>コンストレイント法</td> </tr> <tr> <td>$F = k\Delta l$</td> <td>$F = m \frac{\Delta l}{\Delta t^2}$</td> </tr> <tr> <td>仮想した接触ばねkがΔl変形した時の反力</td> <td>慣性力保存則による反発力</td> </tr> </table> <p>概要</p> <ul style="list-style-type: none"> 剛体との接触を含めた任意の接触問題を扱える。 スレーブ側とマスター側の剛性差やメッシュサイズが大きく異なる場合にはペナルティ係数を調整する必要がある。 解が安定する。 準静的問題に適している。 接触面に変位・速度・加速度の拘束や節点拘束がある場合には利用不可なため、衝突問題には適さない。 	ペナルティ法	コンストレイント法	$F = k\Delta l$	$F = m \frac{\Delta l}{\Delta t^2}$	仮想した接触ばねkがΔl変形した時の反力	慣性力保存則による反発力			<p>【大飯】使用している解析コードの相違</p>
ペナルティ法	コンストレイント法								
$F = k\Delta l$	$F = m \frac{\Delta l}{\Delta t^2}$								
仮想した接触ばねkがΔl変形した時の反力	慣性力保存則による反発力								
<p>4. 解析フローチャート</p> <p>解析フローチャートを第2図に示す。</p>									

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（竜巻：別添資料1 添付資料3.14）

大飯発電所3/4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
<div data-bbox="89 151 689 885" style="border: 2px solid red; padding: 5px;"> <p style="text-align: center;">第2図 解析フローチャート</p> </div> <p>5. 検証(Verification)及び妥当性確認(Validation) (1) 検証(Verification) 第3図に示す断面形状の飛来物に対して第5表に示す数値を与え、第4図に示す市販の図書に記載される例題を手計算で解いた結果を第6表に示す。 また、同じ条件をLS-DYNAで解いた結果との比較を第7表に示す。第7表よりLS-DYNAは手計算の結果とよく一致していると言える</p>			<p>【大飯】使用している解析コードの相違</p>

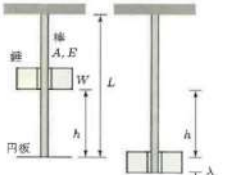
赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（竜巻：別添資料1 添付資料3.14）

大飯発電所3/4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由																																
<div data-bbox="224 151 548 534" style="border: 2px solid red; padding: 5px;"> <p>第3図 飛来物の断面形状</p> </div> <div data-bbox="89 582 694 941" style="border: 2px solid red; padding: 5px;"> <p>第5表 飛来物のパラメータ</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>パラメータ</th> <th>記号</th> <th>数値</th> <th>単位</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>重力加速度</td> <td>g</td> <td>9,806.65</td> <td>mm/s²</td> </tr> <tr> <td>飛来物の質量</td> <td>m</td> <td>0.1352</td> <td>ton</td> </tr> <tr> <td>飛来物の重量</td> <td>W</td> <td>1,325.86</td> <td>N</td> </tr> <tr> <td>飛来物の長さ</td> <td>L</td> <td>4200</td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td>飛来物の縦弾性係数</td> <td>E</td> <td>205,000</td> <td>N/mm²</td> </tr> <tr> <td>飛来物の断面積</td> <td>A</td> <td>4,100.23</td> <td>mm²</td> </tr> <tr> <td>飛来物の速度</td> <td>V₀</td> <td>57,000</td> <td>mm/s</td> </tr> </tbody> </table> </div>	パラメータ	記号	数値	単位	重力加速度	g	9,806.65	mm/s ²	飛来物の質量	m	0.1352	ton	飛来物の重量	W	1,325.86	N	飛来物の長さ	L	4200	mm	飛来物の縦弾性係数	E	205,000	N/mm ²	飛来物の断面積	A	4,100.23	mm ²	飛来物の速度	V ₀	57,000	mm/s			<p>【大飯】使用している解析コードの相違</p>
パラメータ	記号	数値	単位																																
重力加速度	g	9,806.65	mm/s ²																																
飛来物の質量	m	0.1352	ton																																
飛来物の重量	W	1,325.86	N																																
飛来物の長さ	L	4200	mm																																
飛来物の縦弾性係数	E	205,000	N/mm ²																																
飛来物の断面積	A	4,100.23	mm ²																																
飛来物の速度	V ₀	57,000	mm/s																																

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（竜巻：別添資料1 添付資料3.14）

大飯発電所3/4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
<p>例題1 図1.13に示すように、密度ρ、ヤング係数E、断面積A、長さLの細い棒が吊り下げられ、その先端には質量が無視できる円板が取り付けられている。また、穴のあいた重さW（質量で表すと、$m = W/g$）の錘が棒を通して上下に動かせるようになっている。錘を高さhから落とすとき、棒に生じる衝撃応力はいくらになるか。</p>  <p>図1.13 棒への衝撃</p> <p>解 まず、錘を静かに円板の上に置いたとき、棒に働く応力σおよび棒の伸びλは、</p> $\sigma = \frac{W}{A}, \lambda = \frac{LW}{EA}$ <p>で与えられる。</p> <p>次に、錘をもち上げて高さhの位置から離したら、棒にはどれだけの応力が作用するだろうか。この問題は、エネルギー保存の考えから求めることができる。</p> <p>錘が棒の先端の円板に衝突して、棒がλだけ伸びたとする。このとき、錘がもっていた位置エネルギー$W(h + \lambda)$がすべて棒の弾性エネルギーUに変わったと考える（錘は、円板に衝突した後で跳ね返らないとする）と、</p> $U = W(h + \lambda)$ <p>このとき、棒に生じたひずみϵおよび応力σは、</p> $\epsilon = \frac{\lambda}{L}, \sigma = E\epsilon = E \frac{\lambda}{L}$ <p>となる。与えられる。また、棒の単位体積当りの弾性エネルギーdUは、</p> $dU = \frac{\sigma\epsilon}{2} = \frac{1}{2} \left(\frac{\lambda}{L} E \right) \frac{\lambda}{L} = \frac{1}{2} \left(\frac{\lambda}{L} \right)^2 E$ <p>である。したがって、棒全体（体積$V = AL$）にたくわえられる弾性エネルギーは、</p> $U = dU \times V = \frac{1}{2} \left(\frac{\lambda}{L} \right)^2 E \times AL = \frac{1}{2} \left(\frac{EA}{L} \right) \lambda^2$ <p>出所：石川信隆他、基礎からの衝撃工学、森北出版、PP21、2008。 第4図(1/2) 解析例題</p>			<p>【大飯】使用している解析コードの相違</p>

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（竜巻：別添資料1 添付資料3.14）

大飯発電所3/4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由																																
<p>となる。これが錘の位置エネルギーに等しいので、</p> $U = W(h + \lambda) = \frac{EA}{2L} \lambda^2$ <p>λについて整理すると、</p> $\lambda^3 - \frac{2LW}{EA} \lambda - \frac{2LW}{EA} h = 0$ <p>この式を、錘を円板の上に静かに置いたときの棒の静的伸びλ_sを用いて書き直すと、</p> $\lambda^3 - 2\lambda\lambda_s - 2\lambda_s h = 0$ <p>すなわち、棒の伸びλについての2次関数となる。この式を解くと、$\lambda > 0$なので、</p> $\lambda = \lambda_s \left(1 + \sqrt{1 + \frac{2h}{\lambda_s}} \right) \quad (1.4)$ <p>が得られる。錘を落下させたときの棒に生じる衝撃応力$\sigma = E\lambda/L$を用いると、</p> $\sigma = \frac{E\lambda_s}{L} \left(1 + \sqrt{1 + \frac{2h}{\lambda_s}} \right) = \frac{W}{A} \left(1 + \sqrt{1 + \frac{2h}{\lambda_s}} \right) = \sigma_s \left(1 + \sqrt{1 + \frac{2h}{\lambda_s}} \right) \quad (1.5)$ <p>で表される。この例から、衝撃荷重の作用による伸びλおよび応力σは、錘を静かに載せたときの静的伸びλ_sおよび応力σ_sの$(1 + \sqrt{1 + 2h/\lambda_s})$倍の大きさになることがわかる。なお、衝撃ではなく、錘を円板に接した状態($h = 0$)で急に手を離したときは、2倍の大きさの応力が棒に生じる。この場合の載荷状態は急速載荷 (rapid loading) と呼ばれ、作用する荷重を急速荷重 (rapid load) と呼んでいる。</p> <p>出所：石川信隆他，基礎からの衝撃工学，森北出版，PP22，2008。 第4図(2/2) 解析例題</p>			<p>【大飯】使用している解析コードの相違</p>																																
<p>第6表 手計算の結果</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>パラメータ</th> <th>記号</th> <th>数値</th> <th>単位</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>飛来物の自重による応力</td> <td>σ_s</td> <td>0.323362</td> <td>N/mm²</td> </tr> <tr> <td>飛来物の自重による変位量</td> <td>λ_s</td> <td>0.00662498</td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td>飛来物のエネルギー</td> <td>U</td> <td>219,632,000</td> <td>J</td> </tr> <tr> <td>飛来物の想定落下高さ</td> <td>h</td> <td>165,653</td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td>飛来物の衝突時の変位量</td> <td>λ</td> <td>46.8563</td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td>飛来物の衝突時の応力</td> <td>σ</td> <td>2,287.03</td> <td>N/mm²</td> </tr> <tr> <td>飛来物の衝突時の衝撃力</td> <td>P</td> <td>9,377,350</td> <td>N</td> </tr> </tbody> </table>	パラメータ	記号	数値	単位	飛来物の自重による応力	σ_s	0.323362	N/mm ²	飛来物の自重による変位量	λ_s	0.00662498	mm	飛来物のエネルギー	U	219,632,000	J	飛来物の想定落下高さ	h	165,653	mm	飛来物の衝突時の変位量	λ	46.8563	mm	飛来物の衝突時の応力	σ	2,287.03	N/mm ²	飛来物の衝突時の衝撃力	P	9,377,350	N			
パラメータ	記号	数値	単位																																
飛来物の自重による応力	σ_s	0.323362	N/mm ²																																
飛来物の自重による変位量	λ_s	0.00662498	mm																																
飛来物のエネルギー	U	219,632,000	J																																
飛来物の想定落下高さ	h	165,653	mm																																
飛来物の衝突時の変位量	λ	46.8563	mm																																
飛来物の衝突時の応力	σ	2,287.03	N/mm ²																																
飛来物の衝突時の衝撃力	P	9,377,350	N																																
<p>第7表 衝撃力の比較</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>パラメータ</th> <th>数値</th> <th>単位</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>手計算による衝撃力</td> <td>9,377,350</td> <td>N</td> </tr> <tr> <td>LS-DYNAによる衝撃力</td> <td>9,409,650</td> <td>N</td> </tr> </tbody> </table> <p>(2) 妥当性確認(Validation) 飛来物の構造物に対する衝突問題について、Norwegian University</p>	パラメータ	数値	単位	手計算による衝撃力	9,377,350	N	LS-DYNAによる衝撃力	9,409,650	N																										
パラメータ	数値	単位																																	
手計算による衝撃力	9,377,350	N																																	
LS-DYNAによる衝撃力	9,409,650	N																																	

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（竜巻：別添資料1 添付資料3.14）

大飯発電所3/4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由																				
<p>of Science and Technology により、薄板鋼板の軸方向局部圧縮破壊試験シミュレーション解析をLS-DYNAで実施しており、エネルギー吸収、衝突ピーク荷重、衝突時の挙動に注目した衝突問題への適用の妥当性が検証されている。</p> <p>—60×60×1.2の薄板鋼板をモデル化し、裁荷速度を4水準（ほぼ静的、5m/sec、10m/sec、15m/sec）とした実験と解析を比較している。これらの解析ケースを第8表に示す。（出所：Influence of Element Formulation on Axial Crushing of Thin-walled Dual-phase Steel Square Sections; 10th International LS-DYNA Users Conference.）試験後の変形及び解析後の各モデルの変形状態を第5図に示す。</p> <p>検証の結果は第6図に示すように、試験結果と概ね一致しており、解析による検討は可能であると結論付けられている。</p> <div data-bbox="85 560 698 850" style="border: 1px solid red; padding: 5px;"> <p style="text-align: center;">第8表 解析ケース</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Model No.</th> <th>Element type</th> <th>Element size (in terms of mm)</th> <th>Elements in thickness direction</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Model 1</td> <td>Belytschko-Tsay shell element</td> <td>2.9×2.7</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Model 2</td> <td>Belytschko-Tsay shell element with thickness stretching</td> <td>2.9×2.7</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Model 3</td> <td>Fully integrated S/R solid element</td> <td>2×1.8</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Model 4</td> <td>Fully integrated S/R solid element</td> <td>1.5×1.3</td> <td>2</td> </tr> </tbody> </table> </div> <div data-bbox="85 895 698 1155" style="border: 1px solid red; padding: 5px;"> <p style="text-align: center;">第5図 解析ケース</p> </div>	Model No.	Element type	Element size (in terms of mm)	Elements in thickness direction	Model 1	Belytschko-Tsay shell element	2.9×2.7	-	Model 2	Belytschko-Tsay shell element with thickness stretching	2.9×2.7	-	Model 3	Fully integrated S/R solid element	2×1.8	1	Model 4	Fully integrated S/R solid element	1.5×1.3	2			<p>【大飯】使用している解析コードの相違</p>
Model No.	Element type	Element size (in terms of mm)	Elements in thickness direction																				
Model 1	Belytschko-Tsay shell element	2.9×2.7	-																				
Model 2	Belytschko-Tsay shell element with thickness stretching	2.9×2.7	-																				
Model 3	Fully integrated S/R solid element	2×1.8	1																				
Model 4	Fully integrated S/R solid element	1.5×1.3	2																				

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（竜巻：別添資料1 添付資料3.14）

大飯発電所3 / 4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
<div data-bbox="85 148 696 719" style="border: 2px solid red; padding: 5px;"> <p style="text-align: center;">第6図 試験結果と解析結果との比較</p> </div> <p data-bbox="85 751 696 1066"> (3) 評価結果 本解析コードの評価結果は以下の通りである。 ・世界中で自動車や航空機の衝突解析に使用されており、衝突解析に用いる妥当な解析コードとして広く認知されている。 ・「基礎からの衝突工学（森北出版（株）」の例題と LS-DYNA Ver. R7.1.2 により解析した衝撃力を比較し、良く一致することを確認している。 ・Norwegian University of Science and Technology により、薄板鋼管の軸方向圧縮破壊試験の結果と、LS-DYNA によるシミュレーション解析結果の比較が行われており、衝突荷重が模擬できていることを確認している。 </p>			<p data-bbox="1980 172 2154 225">【大飯】使用している解析コードの相違</p>

泊発電所3号炉 DB基準適合性 比較表

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（竜巻：別添資料1 添付資料3.14）

大飯発電所3/4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
<p style="text-align: right;">付録1</p> <div style="border: 2px solid black; width: 100%; height: 100%;"></div> <p style="text-align: center; border: 1px solid black; padding: 2px;">枠囲みの範囲は機密に係る事項のため公開できません。</p>	<p style="text-align: center;">【伊方発電所3号炉 別添1 資料1.2より引用】</p> <p style="text-align: right;">〈付録1〉</p> <div style="border: 2px dashed blue; width: 100%; height: 100%;"></div>	<p style="text-align: right;">〈付録1〉</p> <div style="border: 2px solid black; width: 100%; height: 100%;"></div> <p style="text-align: center; border: 1px solid black; padding: 2px;">枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。</p>	

泊発電所3号炉 DB基準適合性 比較表

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（竜巻：別添資料1 添付資料3.14）

大飯発電所3/4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
<div data-bbox="71 204 672 1117" style="border: 2px solid black; height: 572px;"></div> <div data-bbox="286 1117 672 1145" style="border: 1px solid black; padding: 2px;">枠囲みの範囲は機密に係る事項のため公開できません。</div>	<div data-bbox="703 140 1337 167" style="border: 1px dashed blue; padding: 2px;">【伊方発電所3号炉 別添1 資料1.2より引用】</div> <div data-bbox="734 213 1308 1027" style="border: 2px solid black; height: 510px;"></div>	<div data-bbox="1352 213 1957 1018" style="border: 2px solid black; height: 504px;"></div> <div data-bbox="1563 1034 1957 1056" style="border: 1px solid black; padding: 2px;">枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。</div>	

泊発電所3号炉 DB基準適合性 比較表

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（竜巻：別添資料1 添付資料3.14）

大飯発電所3/4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
<div data-bbox="87 210 654 1110" style="border: 2px solid black; height: 564px; width: 253px;"></div> <div data-bbox="286 1114 683 1142" style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: fit-content; margin-top: 10px;"> 枠囲みの範囲は機密に係る事項のため公開できません。 </div>	<div data-bbox="721 140 1160 169" style="border: 1px dashed blue; padding: 2px;"> 【伊方発電所3号炉 別添1 資料1.2より引用】 </div> <div data-bbox="736 217 1294 1050" style="border: 2px solid black; height: 522px; width: 249px;"></div>	<div data-bbox="1352 207 1953 1037" style="border: 2px solid black; height: 520px; width: 268px;"></div> <div data-bbox="1563 1043 1948 1066" style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: fit-content; margin-top: 10px;"> 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。 </div>	

泊発電所3号炉 DB基準適合性 比較表

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（竜巻：別添資料1 添付資料3.14）

大飯発電所3/4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
<div data-bbox="91 188 663 1075" style="border: 2px solid black; height: 556px; width: 255px;"></div> <div data-bbox="293 1078 683 1107" style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: 174px; margin-top: 5px;"> 枠囲みの範囲は機密に係る事項のため公開できません。 </div>	<div data-bbox="723 145 1160 172" style="border: 1px dashed blue; padding: 2px; margin-bottom: 5px;"> 【伊方発電所3号炉 別添1 資料1.2より引用】 </div> <div data-bbox="736 209 1301 1027" style="border: 2px solid purple; height: 513px; width: 252px;"></div>	<div data-bbox="1352 209 1957 1027" style="border: 2px solid black; height: 513px; width: 270px;"></div> <div data-bbox="1570 1038 1951 1058" style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: 170px; margin-top: 5px;"> 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。 </div>	

泊発電所3号炉 DB基準適合性 比較表

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（竜巻：別添資料1 添付資料3.14）

大飯発電所3/4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
<div data-bbox="85 236 663 1117" style="border: 2px solid black; height: 552px; width: 258px;"></div> <div data-bbox="309 1120 685 1145" style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: fit-content; margin-left: auto; margin-right: auto;">枠囲みの範囲は機密に係る事項のため公開できません。</div>	<div data-bbox="721 140 1160 165" style="border: 1px dashed blue; padding: 2px;">【伊方発電所3号炉 別添1 資料1.2より引用】</div> <div data-bbox="734 229 1299 1056" style="border: 2px solid black; height: 518px; width: 252px;"></div>	<div data-bbox="1348 236 1953 1056" style="border: 2px solid black; height: 514px; width: 270px;"></div> <div data-bbox="1563 1066 1944 1091" style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: fit-content; margin-left: auto; margin-right: auto;">枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。</div>	

泊発電所3号炉 DB基準適合性 比較表

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（竜巻：別添資料1 添付資料3.14）

大飯発電所3/4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
<div data-bbox="85 240 689 1114" style="border: 2px solid black; height: 500px; width: 100%;"></div> <div data-bbox="309 1114 689 1145" style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: fit-content;"> 枠囲みの範囲は機密に係る事項のため公開できません。 </div>	<div data-bbox="721 140 1328 1436" style="border: 2px dashed blue; padding: 5px;"> <div data-bbox="721 140 1328 167" style="border: 1px solid blue; padding: 2px;"> 【伊方発電所3号炉 別添1 資料1.2より引用】 </div> <div data-bbox="741 236 1308 1050" style="border: 2px solid black; height: 500px; width: 100%;"></div> </div>	<div data-bbox="1350 240 1957 1050" style="border: 2px solid black; height: 500px; width: 100%;"></div> <div data-bbox="1563 1066 1957 1090" style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: fit-content;"> 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。 </div>	

泊発電所3号炉 DB基準適合性 比較表

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

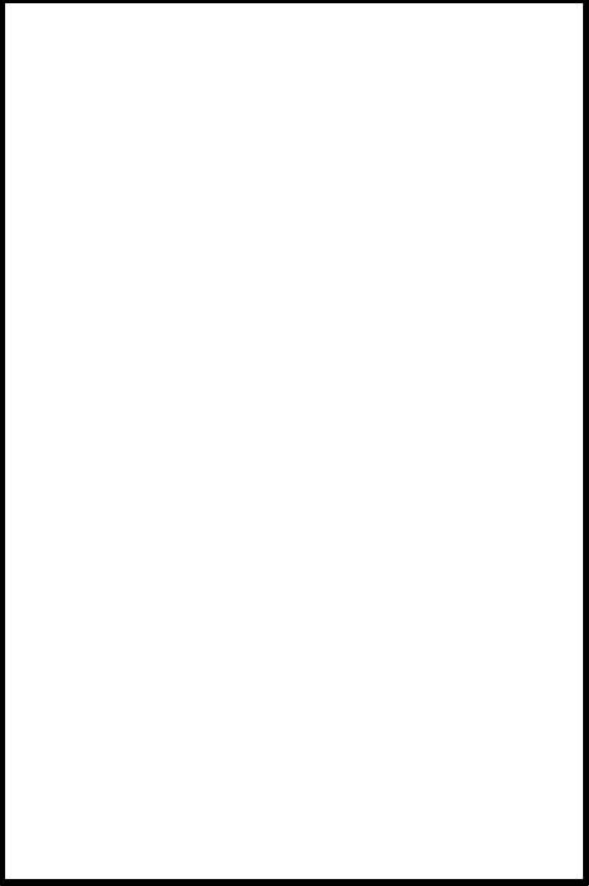
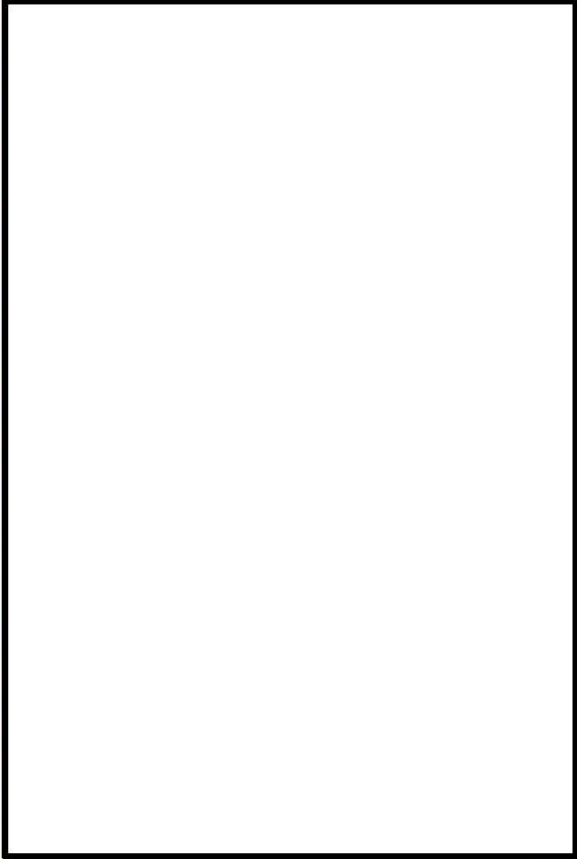
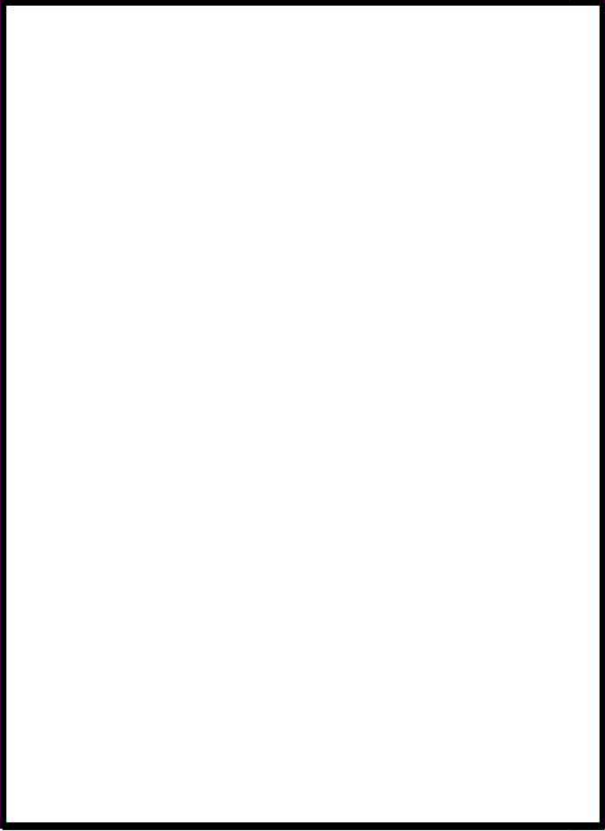

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（竜巻：別添資料1 添付資料3.14）

大飯発電所3/4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
<div data-bbox="85 210 680 1082" style="border: 2px solid black; height: 546px; width: 266px;"></div> <div data-bbox="286 1082 680 1107" style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: 176px; margin-left: 12px;"> 枠囲みの範囲は機密に係る事項のため公開できません。 </div>	<div data-bbox="721 140 1164 172" style="border: 1px dashed blue; padding: 2px;"> 【伊方発電所3号炉 別添1 資料1.2より引用】 </div> <div data-bbox="734 236 1303 1066" style="border: 2px solid black; height: 520px; width: 254px;"></div>	<div data-bbox="1352 236 1944 1066" style="border: 2px solid black; height: 520px; width: 264px;"></div> <div data-bbox="1563 1066 1944 1091" style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: 170px; margin-left: 12px;"> 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。 </div>	

泊発電所3号炉 DB基準適合性 比較表

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（竜巻：別添資料1 添付資料3.14）

大飯発電所3/4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
	<p data-bbox="719 145 1160 172">【伊方発電所3号炉 別添1 資料1.2より引用】</p> 	 <p data-bbox="1563 1050 1944 1070">  特記の内容は機密情報に属しますので公開できません。 </p>	

泊発電所3号炉 DB基準適合性 比較表

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（竜巻：別添資料1 添付資料3.14）

大飯発電所3/4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
<div data-bbox="85 183 678 1106" style="border: 2px solid black; height: 578px; width: 265px;"></div> <div data-bbox="286 1109 683 1136" style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: fit-content;">枠囲みの範囲は機密に係る事項のため公開できません。</div>	<div data-bbox="721 140 1160 167" style="border: 1px dashed blue; padding: 2px;">【伊方発電所3号炉 別添1 資料1.2より引用】</div> <div data-bbox="741 204 1296 1029" style="border: 2px solid black; height: 517px; width: 248px;"></div>	<div data-bbox="1350 204 1955 1037" style="border: 2px solid black; height: 522px; width: 270px;"></div> <div data-bbox="1570 1045 1955 1069" style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: fit-content;">枠囲みの内容は機密情報に類しますので公開できません。</div>	

泊発電所3号炉 DB基準適合性 比較表

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（竜巻：別添資料1 添付資料3.14）

大飯発電所3/4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
<div data-bbox="91 161 680 1050" style="border: 2px solid black; height: 557px; width: 263px;"></div> <div data-bbox="293 1054 680 1082" style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: 173px; margin-left: 10px;"> 枠囲みの範囲は機密に係る事項のため公開できません。 </div>	<div data-bbox="712 161 1330 1401" style="border: 2px dashed blue; height: 777px; width: 276px;"></div>	<div data-bbox="1346 145 1928 1038" style="border: 2px solid black; height: 560px; width: 260px;"></div>	<p data-bbox="1980 233 2101 284">【伊方】 記載方針の相違</p>

泊発電所3号炉 DB基準適合性 比較表

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（竜巻：別添資料1 添付資料3.14）

大飯発電所3/4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
<p style="text-align: right;">付録2</p> <p>平成21～22年度原子力安全基盤調査研究 （平成22年度）</p> <p>竜巻による原子力施設への影響に関する 調査研究</p> <p>平成23年2月 東京工芸大学</p>	<p style="border: 2px dashed blue; padding: 5px;">【伊方発電所3号炉 別添1 資料1.2より引用】</p> <p style="text-align: right;">(付録2)</p> <p>平成21～22年度原子力安全基盤調査研究 （平成22年度）</p> <p>竜巻による原子力施設への影響に関する 調査研究</p> <p>平成23年2月 東京工芸大学</p>	<p style="text-align: right;">(付録2)</p> <p>平成21～22年度原子力安全基盤調査研究 （平成22年度）</p> <p>竜巻による原子力施設への影響に関する 調査研究</p> <p>平成23年2月 東京工芸大学</p>	

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（竜巻：別添資料1 添付資料3.14）

大飯発電所3/4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
<p>2.2.3 竜巻等による飛散物</p> <p>(1) 飛散物の衝撃速度に関する研究のレビュー</p> <p>1) はじめに</p> <p>竜巻中の飛散物の速度に関する研究は種々あるが、建物の壁を貫通するなど、高速の飛散物の速度をビデオ映像などの実際の飛散の様子から求めたものはほとんどない。いずれも被害の状況からの推定値であったり、飛散物を球や平板などの単純な形状と仮定した上で運動方程式をたて、物体が受ける空気力をモデル化して計算で求められたものである。その場合、飛散物の速度は物体の形状、重さ、物体の飛散開始位置（地面からの高さ、竜巻の渦に対する相対的な位置）、初期速度、また、竜巻の渦の移動速度や竜巻中の気流性状の違いによって様々に変化する。文献[1]の第16章3節には、これらについて過去の研究結果や観測結果を調べ、竜巻中の飛散物の速度の算出方法やその結果がよくまとめられているので、以下にその和訳を示す（一部省略、改変を行っている）。</p> <p>2) 竜巻による飛散物の飛散速度、距離の導出方法</p> <p>竜巻による空気力の作用のもとで移動する物体の速度を推定する際には、以下の点について幾つかの仮定を用いる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・物体の空気力特性に関して。 ・気流場の詳細な性状に関して。 ・地面からの高さや竜巻中心からの物体の初期位置、および、物体の初期速度に関して。 <p>原子力発電施設設計に際して一般的に飛散物となる可能性のある物体は、木の厚板や網棧、網管、ボールや自動車などである。以下では、竜巻による飛散物の運動を数値シミュレーションに基づいて解く場合の問題に関する研究をレビューする。</p> <p>3) 運動方程式と空気力学的モデル化</p> <p>物体の運動は、通常3つの運動量の釣り合い式と3つのモーメントの釣り合い式を解くことによって記述することができる。非流線型物体（ブラフボディ）の場合、これらの6つの式を記述する際に主に問題となるのは、空気力をどのように与えればよいか判らないことである。</p> <p>静的な条件下で物体に作用する空気力やモーメントを、風洞実験で平均風向に対して十分細かく風向を変えて測定することは可能である。そのような測定結果に基づき、風向角による空気力やモーメントの変化と対応する空気力係数が得られる。そして、翼理論で用いられるよく知られた方法に従って、空気力やモーメントを計算することができる。たとえば、一様流中で速度Vと風向角αが一定で、翼が時間変化する鉛直方向の動きを$h(t)$と</p>	<p>【伊方発電所3号炉 別添1 資料1.2より引用】</p> <p>2.2.3 竜巻等による飛散物</p> <p>(1) 飛散物の衝撃速度に関する研究のレビュー</p> <p>1) はじめに</p> <p>竜巻中の飛散物の速度に関する研究は種々あるが、建物の壁を貫通するなど、高速の飛散物の速度をビデオ映像などの実際の飛散の様子から求めたものはほとんどない。いずれも被害の状況からの推定値であったり、飛散物を球や平板などの単純な形状と仮定した上で運動方程式をたて、物体が受ける空気力をモデル化して計算で求められたものである。その場合、飛散物の速度は物体の形状、重さ、物体の飛散開始位置（地面からの高さ、竜巻の渦に対する相対的な位置）、初期速度、また、竜巻の渦の移動速度や竜巻中の気流性状の違いによって様々に変化する。文献[1]の第16章3節には、これらについて過去の研究結果や観測結果を調べ、竜巻中の飛散物の速度の算出方法やその結果がよくまとめられているので、以下にその和訳を示す（一部省略、改変を行っている）。</p> <p>2) 竜巻による飛散物の飛散速度、距離の導出方法</p> <p>竜巻による空気力の作用のもとで移動する物体の速度を推定する際には、以下の点について幾つかの仮定を用いる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・物体の空気力特性に関して。 ・気流場の詳細な性状に関して。 ・地面からの高さや竜巻中心からの物体の初期位置、および、物体の初期速度に関して。 <p>原子力発電施設設計に際して一般的に飛散物となる可能性のある物体は、木の厚板や網棧、網管、ボールや自動車などである。以下では、竜巻による飛散物の運動を数値シミュレーションに基づいて解く場合の問題に関する研究をレビューする。</p> <p>3) 運動方程式と空気力学的モデル化</p> <p>物体の運動は、通常3つの運動量の釣り合い式と3つのモーメントの釣り合い式を解くことによって記述することができる。非流線型物体（ブラフボディ）の場合、これらの6つの式を記述する際に主に問題となるのは、空気力をどのように与えればよいか判らないことである。</p> <p>静的な条件下で物体に作用する空気力やモーメントを、風洞実験で平均風向に対して十分細かく風向を変えて測定することは可能である。そのような測定結果に基づき、風向角による空気力やモーメントの変化と対応する空気力係数が得られる。そして、翼理論で用いられるよく知られた方法に従って、空気力やモーメントを計算することができる。たとえば、一様流中で速度Vと風向角αが一定で、翼が時間変化する鉛直方向の動きを$h(t)$と</p>	<p>2.2.3 竜巻等による飛散物</p> <p>(1) 飛散物の衝撃速度に関する研究のレビュー</p> <p>1) はじめに</p> <p>竜巻中の飛散物の速度に関する研究は種々あるが、建物の壁を貫通するなど、高速の飛散物の速度をビデオ映像などの実際の飛散の様子から求めたものはほとんどない。いずれも被害の状況からの推定値であったり、飛散物を球や平板などの単純な形状と仮定した上で運動方程式をたて、物体が受ける空気力をモデル化して計算で求められたものである。その場合、飛散物の速度は物体の形状、重さ、物体の飛散開始位置（地面からの高さ、竜巻の渦に対する相対的な位置）、初期速度、また、竜巻の渦の移動速度や竜巻中の気流性状の違いによって様々に変化する。文献[1]の第16章3節には、これらについて過去の研究結果や観測結果を調べ、竜巻中の飛散物の速度の算出方法やその結果がよくまとめられているので、以下にその和訳を示す（一部省略、改変を行っている）。</p> <p>2) 竜巻による飛散物の飛散速度、距離の導出方法</p> <p>竜巻による空気力の作用のもとで移動する物体の速度を推定する際には、以下の点について幾つかの仮定を用いる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・物体の空気力特性に関して。 ・気流場の詳細な性状に関して。 ・地面からの高さや竜巻中心からの物体の初期位置、および、物体の初期速度に関して。 <p>原子力発電施設設計に際して一般的に飛散物となる可能性のある物体は、木の厚板や網棧、網管、ボールや自動車などである。以下では、竜巻による飛散物の運動を数値シミュレーションに基づいて解く場合の問題に関する研究をレビューする。</p> <p>3) 運動方程式と空気力学的モデル化</p> <p>物体の運動は、通常3つの運動量の釣り合い式と3つのモーメントの釣り合い式を解くことによって記述することができる。非流線型物体（ブラフボディ）の場合、これらの6つの式を記述する際に主に問題となるのは、空気力をどのように与えればよいか判らないことである。</p> <p>静的な条件下で物体に作用する空気力やモーメントを、風洞実験で平均風向に対して十分細かく風向を変えて測定することは可能である。そのような測定結果に基づき、風向角による空気力やモーメントの変化と対応する空気力係数が得られる。そして、翼理論で用いられるよく知られた方法に従って、空気力やモーメントを計算することができる。たとえば、一様流中で速度Vと風向角αが一定で、翼が時間変化する鉛直方向の動きを$h(t)$と</p>	

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（竜巻：別添資料1 添付資料3.14）

大飯発電所3/4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
<p>すれば、揚力係数は</p> $C_L = \frac{dC_L}{d\alpha} \left(\alpha + \frac{1}{V} \frac{dh}{dt} \right) \quad (2.2.3.1)$ <p>と表される。空気力とモーメントを計算するこの方法は、対象となる物体の動きが小さいときに有効であると考えられるが、物体が拘束されずに気流中で運動するときにも、この方法が有効であることを示しておく必要がある。</p> <p>飛散物を6自由度の剛体として空気力学的に記述するモデルとして満足できるものがないため、通常、次式で示される抗力に基づいた質点として飛散物を記述する方法がとられる。</p> $D = \frac{1}{2} \rho C_D A V_w - V_M (V_w - V_M) \quad (2.2.3.2)$ <p>ここで、ρは空気密度、V_wは風速、V_Mは飛散物の速度、Aは適切に選ばれた面積、C_Dは対応する抗力係数である。これは飛散物が運動している間、(1)相対的な速度ベクトル $V_w - V_M$ に対して、一定か、ほぼ一定な姿勢を保つこと、あるいは、(2)抗力 D の表現の中で、大きな誤差を伴わないで、$C_D A$ の値としてある平均値が使えるような tumbling（回転しながら落下する）運動をするときに適切なモデルとなる。竜巻の気流中にある非流線型物体では以下を仮定することは残念ながらほとんど無理であるが、空気力が常に物体の重心に正確に作用するか重心に対してゼロでない空力モーメントによって引き起こされる物体の回転が、物体一流体系に備わっている空気力によって抑制されるならば、流れに対して一定の姿勢を保つことが保証される。したがって、そのような力が作用するかどうかの問題となる。種々の文献をみると、この疑問に対する研究はこれまで徹底的にはなされていない。しかし、簡単な実験によると、プラフボディの場合、空力的な減衰力は不安定化の効果をもっていることがうかがえ、文献[2]の風洞実験でもこの傾向が確かめられている。したがって、竜巻によって生じる可能性のある飛散物は tumbling 運動をするのみならず、</p> <p>式(2.2.3.2)が成り立ち、tumbling 運動をしているときに平均的に流れ直角方向の力がないとすると、飛散物の運動は3自由度系となり以下の関係に支配される。</p> $\frac{dV_M}{dt} = \frac{1}{2} \rho \frac{C_D A}{m} V_w - V_M (V_w - V_M) - gk \quad (2.2.3.3)$ <p>ここで、gは重力加速度、kは鉛直方向の単位ベクトル、mは飛散物の質量である。流れ場と初期条件を与えると式(2.2.3.3)により物体の運動はパラメータ $C_D A/m$ のみに依存する。tumbling 運動をしている物体に対してはこのパラメータの値は、原理的に実験で決定することができるが、残念ながらこれに関して現在のところ使える情報はあまりない。文</p>	<p>【伊方発電所3号炉 別添1 資料1.2より引用】</p> <p>すれば、揚力係数は</p> $C_L = \frac{dC_L}{d\alpha} \left(\alpha + \frac{1}{V} \frac{dh}{dt} \right) \quad (2.2.3.1)$ <p>と表される。空気力とモーメントを計算するこの方法は、対象となる物体の動きが小さいときに有効であると考えられるが、物体が拘束されずに気流中で運動するときにも、この方法が有効であることを示しておく必要がある。</p> <p>飛散物を6自由度の剛体として空気力学的に記述するモデルとして満足できるものがないため、通常、次式で示される抗力に基づいた質点として飛散物を記述する方法がとられる。</p> $D = \frac{1}{2} \rho C_D A V_w - V_M (V_w - V_M) \quad (2.2.3.2)$ <p>ここで、ρは空気密度、V_wは風速、V_Mは飛散物の速度、Aは適切に選ばれた面積、C_Dは対応する抗力係数である。これは飛散物が運動している間、(1)相対的な速度ベクトル $V_w - V_M$ に対して、一定か、ほぼ一定な姿勢を保つこと、あるいは、(2)抗力 D の表現の中で、大きな誤差を伴わないで、$C_D A$ の値としてある平均値が使えるような tumbling（回転しながら落下する）運動をするときに適切なモデルとなる。竜巻の気流中にある非流線型物体では以下を仮定することは残念ながらほとんど無理であるが、空気力が常に物体の重心に正確に作用するか重心に対してゼロでない空力モーメントによって引き起こされる物体の回転が、物体一流体系に備わっている空気力によって抑制されるならば、流れに対して一定の姿勢を保つことが保証される。したがって、そのような力が作用するかどうかの問題となる。種々の文献をみると、この疑問に対する研究はこれまで徹底的にはなされていない。しかし、簡単な実験によると、プラフボディの場合、空力的な減衰力は不安定化の効果をもっていることがうかがえ、文献[2]の風洞実験でもこの傾向が確かめられている。したがって、竜巻によって生じる可能性のある飛散物は tumbling 運動をするのみならず、</p> <p>式(2.2.3.2)が成り立ち、tumbling 運動をしているときに平均的に流れ直角方向の力がないとすると、飛散物の運動は3自由度系となり以下の関係に支配される。</p> $\frac{dV_M}{dt} = \frac{1}{2} \rho \frac{C_D A}{m} V_w - V_M (V_w - V_M) - gk \quad (2.2.3.3)$ <p>ここで、gは重力加速度、kは鉛直方向の単位ベクトル、mは飛散物の質量である。流れ場と初期条件を与えると式(2.2.3.3)により物体の運動はパラメータ $C_D A/m$ のみに依存する。tumbling 運動をしている物体に対してはこのパラメータの値は、原理的に実験で決定することができるが、残念ながらこれに関して現在のところ使える情報はあまりない。文</p>	<p>すれば、揚力係数は</p> $C_L = \frac{dC_L}{d\alpha} \left(\alpha + \frac{1}{V} \frac{dh}{dt} \right) \quad (2.2.3.1)$ <p>と表される。空気力とモーメントを計算するこの方法は、対象となる物体の動きが小さいときに有効であると考えられるが、物体が拘束されずに気流中で運動するときにも、この方法が有効であることを示しておく必要がある。</p> <p>飛散物を6自由度の剛体として空気力学的に記述するモデルとして満足できるものがないため、通常、次式で示される抗力に基づいた質点として飛散物を記述する方法がとられる。</p> $D = \frac{1}{2} \rho C_D A V_w - V_M (V_w - V_M) \quad (2.2.3.2)$ <p>ここで、ρは空気密度、V_wは風速、V_Mは飛散物の速度、Aは適切に選ばれた面積、C_Dは対応する抗力係数である。これは飛散物が運動している間、(1)相対的な速度ベクトル $V_w - V_M$ に対して、一定か、ほぼ一定な姿勢を保つこと、あるいは、(2)抗力 D の表現の中で、大きな誤差を伴わないで、$C_D A$ の値としてある平均値が使えるような tumbling（回転しながら落下する）運動をするときに適切なモデルとなる。竜巻の気流中にある非流線型物体では以下を仮定することは残念ながらほとんど無理であるが、空気力が常に物体の重心に正確に作用するか重心に対してゼロでない空力モーメントによって引き起こされる物体の回転が、物体一流体系に備わっている空気力によって抑制されるならば、流れに対して一定の姿勢を保つことが保証される。したがって、そのような力が作用するかどうかの問題となる。種々の文献をみると、この疑問に対する研究はこれまで徹底的にはなされていない。しかし、簡単な実験によると、プラフボディの場合、空力的な減衰力は不安定化の効果をもっていることがうかがえ、文献[2]の風洞実験でもこの傾向が確かめられている。したがって、竜巻によって生じる可能性のある飛散物は tumbling 運動をするのみならず、</p> <p>式(2.2.3.2)が成り立ち、tumbling 運動をしているときに平均的に流れ直角方向の力がないとすると、飛散物の運動は3自由度系となり以下の関係に支配される。</p> $\frac{dV_M}{dt} = \frac{1}{2} \rho \frac{C_D A}{m} V_w - V_M (V_w - V_M) - gk \quad (2.2.3.3)$ <p>ここで、gは重力加速度、kは鉛直方向の単位ベクトル、mは飛散物の質量である。流れ場と初期条件を与えると式(2.2.3.3)により物体の運動はパラメータ $C_D A/m$ のみに依存する。tumbling 運動をしている物体に対してはこのパラメータの値は、原理的に実験で決定することができるが、残念ながらこれに関して現在のところ使える情報はあまりない。文</p>	<p>相違理由</p>

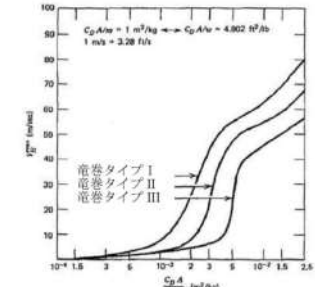
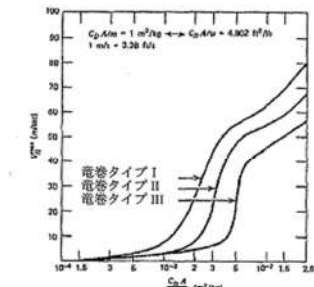
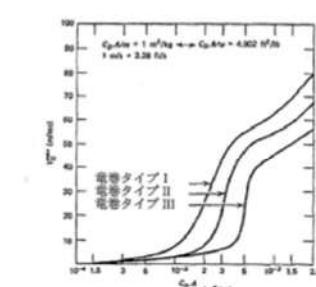
赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

大飯発電所3/4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由																																																																																				
<p>献[3]には音速 0.5 から 3.5 の気流中の tumbling 運動に関する情報が含まれている。文献[3]のデータは文献[4]で、より低い音速領域に外挿されている。それによると、ランダムに tumbling 運動をしている立方体に対して $C_D A$ の値は、ほぼ、“確率的に取りうる可能性のある全ての姿勢に対する投影面積と、対応する静的な抗力係数の積の平均値に等しい”と仮定できる（文献 4）。実験的な情報がこれ以上ないので、$C_D A$ の実効的な値が次式のように表されるとしてもよいであろう。</p> $C_D A = \alpha(C_{D1} A_1 + C_{D2} A_2 + C_{D3} A_3) \quad (2.2.3.4)$ <p>$C_D A = \alpha(C_{D1} A_1 + C_{D2} A_2 + C_{D3} A_3)$ ここで、$C_{Di} A_i$ ($i=1,2,3$) は物体の主軸がベクトル $V_w - V_M$ に平行なときに各軸方向の投影面積と対応する静的な抗力係数の積、α は係数で、厚板、ロッド、パイプ、ボールに対する値としては 0.50、自動車に対しては 0.33 の値をとるとしているが、棒、パイプ、ボールなどの円筒形物体に対する $\alpha=0.50$ は明らかに小さい。</p> <p>4) 計算結果</p> <p>竜巻による飛散物の軌跡と速度を計算し描画する計算プログラムが文献 5) に述べられている。このプログラムは竜巻の風速場のモデルとレイノルズ数の関数として変化する抗力係数を組み込んだサブルーチンを含んでいる。入力文は関連するパラメータと飛散物の運動の初期条件を含んでいる。</p> <p>式(2.2.3.3)において V_M と V_w は絶対座標系で与える。風速 V_w は通常 2 つの速度の和として与えられる。第 1 は、定常的な竜巻の渦による風速で円筒座標系で表される。第 2 は、基準となる絶対座標系に対する竜巻の渦の移動速度である。絶対座標系において V_w を記述する変換は文献[5]で導かれており、計算プログラムに含まれている。</p> <p>表 2.2.3.1 (文献[6]と表 2.2.3.2 に与えられたパラメータを使って、図 2.2.3.1 に示されるアメリカ合衆国における年間超過確率 10^{-7} に相当する竜巻強さの領域分け I, II, III (文献 6) に対応する、タイプ I, II, III (表 1 参照) の竜巻に対して、飛散物の最大水平速度 V_{lim} が計算され、図 2.2.3.2 にパラメータ $C_D A/m$ の関数として与えられている。</p> <table border="1" data-bbox="89 877 672 1053"> <caption>表 2.2.3.1 設計基準竜巻の特性（文献[9]より）</caption> <thead> <tr> <th>領域</th> <th>最大風速 m/s (mph)</th> <th>移動速度 m/s (mph)</th> <th>最大回転風速 m/s (mph)</th> <th>最大回転風速 速半徑 m (ft)</th> <th>気圧下降 mb (psi)</th> <th>気圧下降率 mb/s (psi/s)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>I</td> <td>103 (230)</td> <td>21 (46)</td> <td>82 (184)</td> <td>45.7 (150)</td> <td>83 (1.2)</td> <td>37 (0.5)</td> </tr> <tr> <td>II</td> <td>89 (200)</td> <td>18 (40)</td> <td>72 (160)</td> <td>45.7 (150)</td> <td>63 (0.9)</td> <td>25 (0.4)</td> </tr> <tr> <td>III</td> <td>72 (160)</td> <td>14 (32)</td> <td>57 (128)</td> <td>45.7 (150)</td> <td>40 (0.6)</td> <td>13 (0.2)</td> </tr> </tbody> </table>	領域	最大風速 m/s (mph)	移動速度 m/s (mph)	最大回転風速 m/s (mph)	最大回転風速 速半徑 m (ft)	気圧下降 mb (psi)	気圧下降率 mb/s (psi/s)	I	103 (230)	21 (46)	82 (184)	45.7 (150)	83 (1.2)	37 (0.5)	II	89 (200)	18 (40)	72 (160)	45.7 (150)	63 (0.9)	25 (0.4)	III	72 (160)	14 (32)	57 (128)	45.7 (150)	40 (0.6)	13 (0.2)	<p>【伊方発電所3号炉 別添1 資料12より引用】</p> <p>献[3]には音速 0.5 から 3.5 の気流中の tumbling 運動に関する情報が含まれている。文献[3]のデータは文献[4]で、より低い音速領域に外挿されている。それによると、ランダムに tumbling 運動をしている立方体に対して $C_D A$ の値は、ほぼ、“確率的に取りうる可能性のある全ての姿勢に対する投影面積と、対応する静的な抗力係数の積の平均値に等しい”と仮定できる（文献 4）。実験的な情報がこれ以上ないので、$C_D A$ の実効的な値が次式のように表されるとしてもよいであろう。</p> $C_D A = \alpha(C_{D1} A_1 + C_{D2} A_2 + C_{D3} A_3) \quad (2.2.3.4)$ <p>$C_D A = \alpha(C_{D1} A_1 + C_{D2} A_2 + C_{D3} A_3)$ ここで、$C_{Di} A_i$ ($i=1,2,3$) は物体の主軸がベクトル $V_w - V_M$ に平行なときに各軸方向の投影面積と対応する静的な抗力係数の積、α は係数で、厚板、ロッド、パイプ、ボールに対する値としては 0.50、自動車に対しては 0.33 の値をとるとしているが、棒、パイプ、ボールなどの円筒形物体に対する $\alpha=0.50$ は明らかに小さい。</p> <p>4) 計算結果</p> <p>竜巻による飛散物の軌跡と速度を計算し描画する計算プログラムが文献 5) に述べられている。このプログラムは竜巻の風速場のモデルとレイノルズ数の関数として変化する抗力係数を組み込んだサブルーチンを含んでいる。入力文は関連するパラメータと飛散物の運動の初期条件を含んでいる。</p> <p>式(2.2.3.3)において V_M と V_w は絶対座標系で与える。風速 V_w は通常 2 つの速度の和として与えられる。第 1 は、定常的な竜巻の渦による風速で円筒座標系で表される。第 2 は、基準となる絶対座標系に対する竜巻の渦の移動速度である。絶対座標系において V_w を記述する変換は文献[5]で導かれており、計算プログラムに含まれている。</p> <p>表 2.2.3.1 (文献[6]と表 2.2.3.2 に与えられたパラメータを使って、図 2.2.3.1 に示されるアメリカ合衆国における年間超過確率 10^{-7} に相当する竜巻強さの領域分け I, II, III (文献 6) に対応する、タイプ I, II, III (表 1 参照) の竜巻に対して、飛散物の最大水平速度 V_{lim} が計算され、図 2.2.3.2 にパラメータ $C_D A/m$ の関数として与えられている。</p> <table border="1" data-bbox="728 877 1310 1053"> <caption>表 2.2.3.1 設計基準竜巻の特性（文献[9]より）</caption> <thead> <tr> <th>領域</th> <th>最大風速 m/s (mph)</th> <th>移動速度 m/s (mph)</th> <th>最大回転風速 m/s (mph)</th> <th>最大回転風速 速半徑 m (ft)</th> <th>気圧下降 mb (psi)</th> <th>気圧下降率 mb/s (psi/s)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>I</td> <td>103 (230)</td> <td>21 (46)</td> <td>82 (184)</td> <td>45.7 (150)</td> <td>83 (1.2)</td> <td>37 (0.5)</td> </tr> <tr> <td>II</td> <td>89 (200)</td> <td>18 (40)</td> <td>72 (160)</td> <td>45.7 (150)</td> <td>63 (0.9)</td> <td>25 (0.4)</td> </tr> <tr> <td>III</td> <td>72 (160)</td> <td>14 (32)</td> <td>57 (128)</td> <td>45.7 (150)</td> <td>40 (0.6)</td> <td>13 (0.2)</td> </tr> </tbody> </table>	領域	最大風速 m/s (mph)	移動速度 m/s (mph)	最大回転風速 m/s (mph)	最大回転風速 速半徑 m (ft)	気圧下降 mb (psi)	気圧下降率 mb/s (psi/s)	I	103 (230)	21 (46)	82 (184)	45.7 (150)	83 (1.2)	37 (0.5)	II	89 (200)	18 (40)	72 (160)	45.7 (150)	63 (0.9)	25 (0.4)	III	72 (160)	14 (32)	57 (128)	45.7 (150)	40 (0.6)	13 (0.2)	<p>献[3]には音速 0.5 から 3.5 の気流中の tumbling 運動に関する情報が含まれている。文献[3]のデータは文献[4]で、より低い音速領域に外挿されている。それによると、ランダムに tumbling 運動をしている立方体に対して $C_D A$ の値は、ほぼ、“確率的に取りうる可能性のある全ての姿勢に対する投影面積と、対応する静的な抗力係数の積の平均値に等しい”と仮定できる（文献 4）。実験的な情報がこれ以上ないので、$C_D A$ の実効的な値が次式のように表されるとしてもよいであろう。</p> $C_D A = \alpha(C_{D1} A_1 + C_{D2} A_2 + C_{D3} A_3) \quad (2.2.3.4)$ <p>$C_D A = \alpha(C_{D1} A_1 + C_{D2} A_2 + C_{D3} A_3)$ ここで、$C_{Di} A_i$ ($i=1,2,3$) は物体の主軸がベクトル $V_w - V_M$ に平行なときに各軸方向の投影面積と対応する静的な抗力係数の積、α は係数で、厚板、ロッド、パイプ、ボールに対する値としては 0.50、自動車に対しては 0.33 の値をとるとしているが、棒、パイプ、ボールなどの円筒形物体に対する $\alpha=0.50$ は明らかに小さい。</p> <p>4) 計算結果</p> <p>竜巻による飛散物の軌跡と速度を計算し描画する計算プログラムが文献 5) に述べられている。このプログラムは竜巻の風速場のモデルとレイノルズ数の関数として変化する抗力係数を組み込んだサブルーチンを含んでいる。入力文は関連するパラメータと飛散物の運動の初期条件を含んでいる。</p> <p>式(2.2.3.3)において V_M と V_w は絶対座標系で与える。風速 V_w は通常 2 つの速度の和として与えられる。第 1 は、定常的な竜巻の渦による風速で円筒座標系で表される。第 2 は、基準となる絶対座標系に対する竜巻の渦の移動速度である。絶対座標系において V_w を記述する変換は文献[5]で導かれており、計算プログラムに含まれている。</p> <p>表 2.2.3.1 (文献[6]と表 2.2.3.2 に与えられたパラメータを使って、図 2.2.3.1 に示されるアメリカ合衆国における年間超過確率 10^{-7} に相当する竜巻強さの領域分け I, II, III (文献 6) に対応する、タイプ I, II, III (表 1 参照) の竜巻に対して、飛散物の最大水平速度 V_{lim} が計算され、図 2.2.3.2 にパラメータ $C_D A/m$ の関数として与えられている。</p> <table border="1" data-bbox="1355 845 1937 1013"> <caption>表 2.2.3.1 設計基準竜巻の特性（文献[9]より）</caption> <thead> <tr> <th>領域</th> <th>最大風速 m/s (mph)</th> <th>移動速度 m/s (mph)</th> <th>最大回転風速 m/s (mph)</th> <th>最大回転風速 速半徑 m (ft)</th> <th>気圧下降 mb (psi)</th> <th>気圧下降率 mb/s (psi/s)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>I</td> <td>103 (230)</td> <td>21 (46)</td> <td>82 (184)</td> <td>45.7 (150)</td> <td>83 (1.2)</td> <td>37 (0.5)</td> </tr> <tr> <td>II</td> <td>89 (200)</td> <td>18 (40)</td> <td>72 (160)</td> <td>45.7 (150)</td> <td>63 (0.9)</td> <td>25 (0.4)</td> </tr> <tr> <td>III</td> <td>72 (160)</td> <td>14 (32)</td> <td>57 (128)</td> <td>45.7 (150)</td> <td>40 (0.6)</td> <td>13 (0.2)</td> </tr> </tbody> </table>	領域	最大風速 m/s (mph)	移動速度 m/s (mph)	最大回転風速 m/s (mph)	最大回転風速 速半徑 m (ft)	気圧下降 mb (psi)	気圧下降率 mb/s (psi/s)	I	103 (230)	21 (46)	82 (184)	45.7 (150)	83 (1.2)	37 (0.5)	II	89 (200)	18 (40)	72 (160)	45.7 (150)	63 (0.9)	25 (0.4)	III	72 (160)	14 (32)	57 (128)	45.7 (150)	40 (0.6)	13 (0.2)	
領域	最大風速 m/s (mph)	移動速度 m/s (mph)	最大回転風速 m/s (mph)	最大回転風速 速半徑 m (ft)	気圧下降 mb (psi)	気圧下降率 mb/s (psi/s)																																																																																	
I	103 (230)	21 (46)	82 (184)	45.7 (150)	83 (1.2)	37 (0.5)																																																																																	
II	89 (200)	18 (40)	72 (160)	45.7 (150)	63 (0.9)	25 (0.4)																																																																																	
III	72 (160)	14 (32)	57 (128)	45.7 (150)	40 (0.6)	13 (0.2)																																																																																	
領域	最大風速 m/s (mph)	移動速度 m/s (mph)	最大回転風速 m/s (mph)	最大回転風速 速半徑 m (ft)	気圧下降 mb (psi)	気圧下降率 mb/s (psi/s)																																																																																	
I	103 (230)	21 (46)	82 (184)	45.7 (150)	83 (1.2)	37 (0.5)																																																																																	
II	89 (200)	18 (40)	72 (160)	45.7 (150)	63 (0.9)	25 (0.4)																																																																																	
III	72 (160)	14 (32)	57 (128)	45.7 (150)	40 (0.6)	13 (0.2)																																																																																	
領域	最大風速 m/s (mph)	移動速度 m/s (mph)	最大回転風速 m/s (mph)	最大回転風速 速半徑 m (ft)	気圧下降 mb (psi)	気圧下降率 mb/s (psi/s)																																																																																	
I	103 (230)	21 (46)	82 (184)	45.7 (150)	83 (1.2)	37 (0.5)																																																																																	
II	89 (200)	18 (40)	72 (160)	45.7 (150)	63 (0.9)	25 (0.4)																																																																																	
III	72 (160)	14 (32)	57 (128)	45.7 (150)	40 (0.6)	13 (0.2)																																																																																	

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

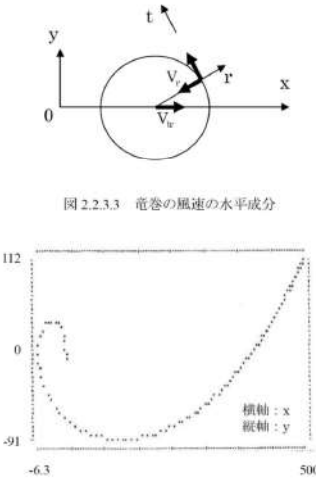
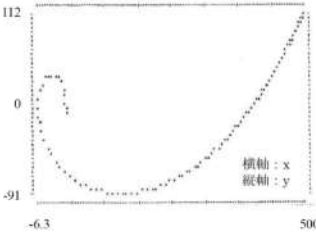
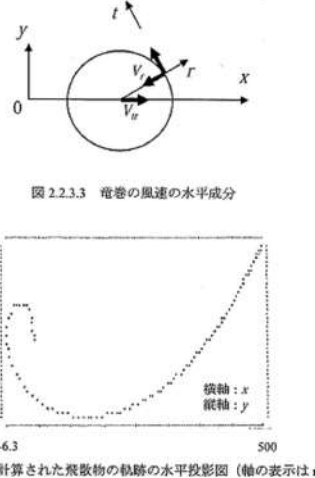
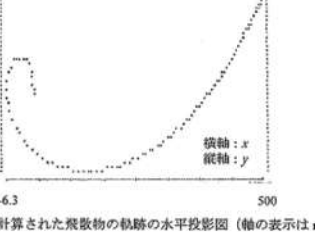
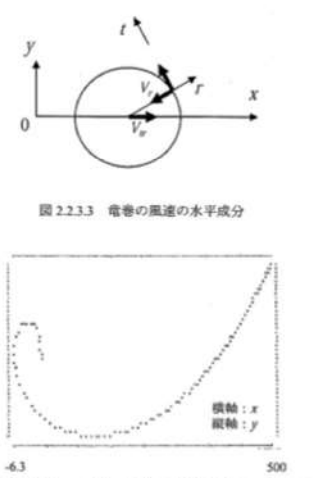
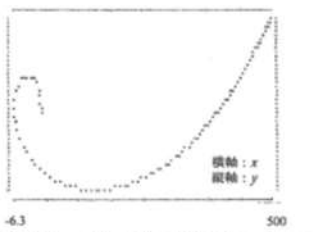
大飯発電所3/4号炉	女川原子力発電所2号炉 【伊方発電所3号炉 別添1 資料1.2より引用】	泊発電所3号炉	相違理由																																																																																																																																																																																																																																																																					
<p>表 2.2.3.2 選ばれた飛散物の特性と最大水平速度</p>	<p>表 2.2.3.2 選ばれた飛散物の特性と最大水平速度</p>	<p>表 2.2.3.2 選ばれた飛散物の特性と最大水平速度</p>																																																																																																																																																																																																																																																																						
<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">大きさ</th> <th rowspan="2">長さ (m/ft)</th> <th rowspan="2">重さ (kg/lb)</th> <th rowspan="2">C₀</th> <th rowspan="2">C₁</th> <th rowspan="2">C₂</th> <th rowspan="2">C₃</th> <th rowspan="2">C₄/w (ft²/lb)</th> <th rowspan="2">C₅/w (m²/kg)</th> <th colspan="3">竜巻タイプ</th> </tr> <tr> <th>Type I</th> <th>Type II</th> <th>Type III</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1 木の棒 3" × 13" × 12" (0.092 m × 0.289 m × 3.05 m)</td> <td>8.2 to 11 (e.g. 9.6)</td> <td>12.2 to 16.3 (e.g. 14.3)</td> <td>2.0</td> <td>2.0</td> <td>2.0</td> <td>0.132</td> <td>0.0270</td> <td>272 ft/s (83 m/s)</td> <td>230 ft/s (70 m/s)</td> <td>190 ft/s (58 m/s)</td> <td></td> </tr> <tr> <td>2 鉄パイプ 6.625" (diam) × 15' length (0.168 m × 4.58 m)</td> <td>18.97</td> <td>28.18</td> <td>0.7</td> <td>2.0</td> <td>0.7</td> <td>0.0212</td> <td>0.0043</td> <td>171 ft/s (52 m/s)</td> <td>138 ft/s (42 m/s)</td> <td>33 ft/s (10 m/s)</td> <td></td> </tr> <tr> <td>3 自動車 16.4" × 6.6" × 4.3" (5 m × 2 m × 1.3m)</td> <td>4000 lb (total wt)</td> <td>1810 kg (total mass)</td> <td>2.0</td> <td>2.0</td> <td>2.0</td> <td>0.0343</td> <td>0.0070</td> <td>193 ft/s (59 m/s)</td> <td>170 ft/s (52 m/s)</td> <td>134 ft/s (41 m/s)</td> <td></td> </tr> <tr> <td>4 鋼棒 1" (diam) × 3' (length) (0.0254 m × 0.915 m)</td> <td>2.67</td> <td>4.0</td> <td>1.2</td> <td>2.0</td> <td>1.2</td> <td>0.0190</td> <td>0.0040</td> <td>167 ft/s (51 m/s)</td> <td>131 ft/s (40 m/s)</td> <td>26 ft/s (8 m/s)</td> <td></td> </tr> <tr> <td>5 鉄パイプ 13.5" (diam) × 35' (length) (0.343 m × 10.67 m)</td> <td>27.5-36.5 (e.g. 32)</td> <td>40.8-54.2 (e.g. 47.5)</td> <td>0.7</td> <td>2.0</td> <td>0.7</td> <td>0.0234</td> <td>0.0052</td> <td>180 ft/s (55 m/s)</td> <td>137 ft/s (42 m/s)</td> <td>85 ft/s (26 m/s)</td> <td></td> </tr> <tr> <td>6 鉄パイプ 12.75" (diam) × 15' (length) (0.32 m × 4.58 m)</td> <td>49.56</td> <td>73.6</td> <td>0.7</td> <td>2.0</td> <td>0.7</td> <td>0.016</td> <td>0.0033</td> <td>154 ft/s (47 m/s)</td> <td>92 ft/s (28 m/s)</td> <td>23 ft/s (7 m/s)</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	大きさ	長さ (m/ft)	重さ (kg/lb)	C ₀	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄ /w (ft ² /lb)	C ₅ /w (m ² /kg)	竜巻タイプ			Type I	Type II	Type III	1 木の棒 3" × 13" × 12" (0.092 m × 0.289 m × 3.05 m)	8.2 to 11 (e.g. 9.6)	12.2 to 16.3 (e.g. 14.3)	2.0	2.0	2.0	0.132	0.0270	272 ft/s (83 m/s)	230 ft/s (70 m/s)	190 ft/s (58 m/s)		2 鉄パイプ 6.625" (diam) × 15' length (0.168 m × 4.58 m)	18.97	28.18	0.7	2.0	0.7	0.0212	0.0043	171 ft/s (52 m/s)	138 ft/s (42 m/s)	33 ft/s (10 m/s)		3 自動車 16.4" × 6.6" × 4.3" (5 m × 2 m × 1.3m)	4000 lb (total wt)	1810 kg (total mass)	2.0	2.0	2.0	0.0343	0.0070	193 ft/s (59 m/s)	170 ft/s (52 m/s)	134 ft/s (41 m/s)		4 鋼棒 1" (diam) × 3' (length) (0.0254 m × 0.915 m)	2.67	4.0	1.2	2.0	1.2	0.0190	0.0040	167 ft/s (51 m/s)	131 ft/s (40 m/s)	26 ft/s (8 m/s)		5 鉄パイプ 13.5" (diam) × 35' (length) (0.343 m × 10.67 m)	27.5-36.5 (e.g. 32)	40.8-54.2 (e.g. 47.5)	0.7	2.0	0.7	0.0234	0.0052	180 ft/s (55 m/s)	137 ft/s (42 m/s)	85 ft/s (26 m/s)		6 鉄パイプ 12.75" (diam) × 15' (length) (0.32 m × 4.58 m)	49.56	73.6	0.7	2.0	0.7	0.016	0.0033	154 ft/s (47 m/s)	92 ft/s (28 m/s)	23 ft/s (7 m/s)		<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">大きさ</th> <th rowspan="2">長さ (m/ft)</th> <th rowspan="2">重さ (kg/lb)</th> <th rowspan="2">C₀</th> <th rowspan="2">C₁</th> <th rowspan="2">C₂</th> <th rowspan="2">C₃</th> <th rowspan="2">C₄/w (ft²/lb)</th> <th rowspan="2">C₅/w (m²/kg)</th> <th colspan="3">竜巻タイプ</th> </tr> <tr> <th>Type I</th> <th>Type II</th> <th>Type III</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1 木の棒 3" × 13" × 12" (0.092 m × 0.289 m × 3.05 m)</td> <td>8.2 to 11 (e.g. 9.6)</td> <td>12.2 to 16.3 (e.g. 14.3)</td> <td>2.0</td> <td>2.0</td> <td>2.0</td> <td>0.132</td> <td>0.0270</td> <td>272 ft/s (83 m/s)</td> <td>230 ft/s (70 m/s)</td> <td>190 ft/s (58 m/s)</td> <td></td> </tr> <tr> <td>2 鉄パイプ 6.625" (diam) × 15' length (0.168 m × 4.58 m)</td> <td>18.97</td> <td>28.18</td> <td>0.7</td> <td>2.0</td> <td>0.7</td> <td>0.0212</td> <td>0.0043</td> <td>171 ft/s (52 m/s)</td> <td>138 ft/s (42 m/s)</td> <td>33 ft/s (10 m/s)</td> <td></td> </tr> <tr> <td>3 自動車 16.4" × 6.6" × 4.3" (5 m × 2 m × 1.3m)</td> <td>4000 lb (total wt)</td> <td>1810 kg (total mass)</td> <td>2.0</td> <td>2.0</td> <td>2.0</td> <td>0.0343</td> <td>0.0070</td> <td>193 ft/s (59 m/s)</td> <td>170 ft/s (52 m/s)</td> <td>134 ft/s (41 m/s)</td> <td></td> </tr> <tr> <td>4 鋼棒 1" (diam) × 3' (length) (0.0254 m × 0.915 m)</td> <td>2.67</td> <td>4.0</td> <td>1.2</td> <td>2.0</td> <td>1.2</td> <td>0.0190</td> <td>0.0040</td> <td>167 ft/s (51 m/s)</td> <td>131 ft/s (40 m/s)</td> <td>26 ft/s (8 m/s)</td> <td></td> </tr> <tr> <td>5 鉄パイプ 13.5" (diam) × 35' (length) (0.343 m × 10.67 m)</td> <td>27.5-36.5 (e.g. 32)</td> <td>40.8-54.2 (e.g. 47.5)</td> <td>0.7</td> <td>2.0</td> <td>0.7</td> <td>0.0234</td> <td>0.0052</td> <td>180 ft/s (55 m/s)</td> <td>137 ft/s (42 m/s)</td> <td>85 ft/s (26 m/s)</td> <td></td> </tr> <tr> <td>6 鉄パイプ 12.75" (diam) × 15' (length) (0.32 m × 4.58 m)</td> <td>49.56</td> <td>73.6</td> <td>0.7</td> <td>2.0</td> <td>0.7</td> <td>0.016</td> <td>0.0033</td> <td>154 ft/s (47 m/s)</td> <td>92 ft/s (28 m/s)</td> <td>23 ft/s (7 m/s)</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	大きさ	長さ (m/ft)	重さ (kg/lb)	C ₀	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄ /w (ft ² /lb)	C ₅ /w (m ² /kg)	竜巻タイプ			Type I	Type II	Type III	1 木の棒 3" × 13" × 12" (0.092 m × 0.289 m × 3.05 m)	8.2 to 11 (e.g. 9.6)	12.2 to 16.3 (e.g. 14.3)	2.0	2.0	2.0	0.132	0.0270	272 ft/s (83 m/s)	230 ft/s (70 m/s)	190 ft/s (58 m/s)		2 鉄パイプ 6.625" (diam) × 15' length (0.168 m × 4.58 m)	18.97	28.18	0.7	2.0	0.7	0.0212	0.0043	171 ft/s (52 m/s)	138 ft/s (42 m/s)	33 ft/s (10 m/s)		3 自動車 16.4" × 6.6" × 4.3" (5 m × 2 m × 1.3m)	4000 lb (total wt)	1810 kg (total mass)	2.0	2.0	2.0	0.0343	0.0070	193 ft/s (59 m/s)	170 ft/s (52 m/s)	134 ft/s (41 m/s)		4 鋼棒 1" (diam) × 3' (length) (0.0254 m × 0.915 m)	2.67	4.0	1.2	2.0	1.2	0.0190	0.0040	167 ft/s (51 m/s)	131 ft/s (40 m/s)	26 ft/s (8 m/s)		5 鉄パイプ 13.5" (diam) × 35' (length) (0.343 m × 10.67 m)	27.5-36.5 (e.g. 32)	40.8-54.2 (e.g. 47.5)	0.7	2.0	0.7	0.0234	0.0052	180 ft/s (55 m/s)	137 ft/s (42 m/s)	85 ft/s (26 m/s)		6 鉄パイプ 12.75" (diam) × 15' (length) (0.32 m × 4.58 m)	49.56	73.6	0.7	2.0	0.7	0.016	0.0033	154 ft/s (47 m/s)	92 ft/s (28 m/s)	23 ft/s (7 m/s)		<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">大きさ</th> <th rowspan="2">長さ (m/ft)</th> <th rowspan="2">重さ (kg/lb)</th> <th rowspan="2">C₀</th> <th rowspan="2">C₁</th> <th rowspan="2">C₂</th> <th rowspan="2">C₃</th> <th rowspan="2">C₄/w (ft²/lb)</th> <th rowspan="2">C₅/w (m²/kg)</th> <th colspan="3">竜巻タイプ</th> </tr> <tr> <th>Type I</th> <th>Type II</th> <th>Type III</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1 木の棒 3" × 13" × 12" (0.092 m × 0.289 m × 3.05 m)</td> <td>8.2 to 11 (e.g. 9.6)</td> <td>12.2 to 16.3 (e.g. 14.3)</td> <td>2.0</td> <td>2.0</td> <td>2.0</td> <td>0.132</td> <td>0.0270</td> <td>272 ft/s (83 m/s)</td> <td>230 ft/s (70 m/s)</td> <td>190 ft/s (58 m/s)</td> <td></td> </tr> <tr> <td>2 鉄パイプ 6.625" (diam) × 15' length (0.168 m × 4.58 m)</td> <td>18.97</td> <td>28.18</td> <td>0.7</td> <td>2.0</td> <td>0.7</td> <td>0.0212</td> <td>0.0043</td> <td>171 ft/s (52 m/s)</td> <td>138 ft/s (42 m/s)</td> <td>33 ft/s (10 m/s)</td> <td></td> </tr> <tr> <td>3 自動車 16.4" × 6.6" × 4.3" (5 m × 2 m × 1.3m)</td> <td>4000 lb (total wt)</td> <td>1810 kg (total mass)</td> <td>2.0</td> <td>2.0</td> <td>2.0</td> <td>0.0343</td> <td>0.0070</td> <td>193 ft/s (59 m/s)</td> <td>170 ft/s (52 m/s)</td> <td>134 ft/s (41 m/s)</td> <td></td> </tr> <tr> <td>4 鋼棒 1" (diam) × 3' (length) (0.0254 m × 0.915 m)</td> <td>2.67</td> <td>4.0</td> <td>1.2</td> <td>2.0</td> <td>1.2</td> <td>0.0190</td> <td>0.0040</td> <td>167 ft/s (51 m/s)</td> <td>131 ft/s (40 m/s)</td> <td>26 ft/s (8 m/s)</td> <td></td> </tr> <tr> <td>5 鉄パイプ 13.5" (diam) × 35' (length) (0.343 m × 10.67 m)</td> <td>27.5-36.5 (e.g. 32)</td> <td>40.8-54.2 (e.g. 47.5)</td> <td>0.7</td> <td>2.0</td> <td>0.7</td> <td>0.0234</td> <td>0.0052</td> <td>180 ft/s (55 m/s)</td> <td>137 ft/s (42 m/s)</td> <td>85 ft/s (26 m/s)</td> <td></td> </tr> <tr> <td>6 鉄パイプ 12.75" (diam) × 15' (length) (0.32 m × 4.58 m)</td> <td>49.56</td> <td>73.6</td> <td>0.7</td> <td>2.0</td> <td>0.7</td> <td>0.016</td> <td>0.0033</td> <td>154 ft/s (47 m/s)</td> <td>92 ft/s (28 m/s)</td> <td>23 ft/s (7 m/s)</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	大きさ	長さ (m/ft)	重さ (kg/lb)	C ₀	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄ /w (ft ² /lb)	C ₅ /w (m ² /kg)	竜巻タイプ			Type I	Type II	Type III	1 木の棒 3" × 13" × 12" (0.092 m × 0.289 m × 3.05 m)	8.2 to 11 (e.g. 9.6)	12.2 to 16.3 (e.g. 14.3)	2.0	2.0	2.0	0.132	0.0270	272 ft/s (83 m/s)	230 ft/s (70 m/s)	190 ft/s (58 m/s)		2 鉄パイプ 6.625" (diam) × 15' length (0.168 m × 4.58 m)	18.97	28.18	0.7	2.0	0.7	0.0212	0.0043	171 ft/s (52 m/s)	138 ft/s (42 m/s)	33 ft/s (10 m/s)		3 自動車 16.4" × 6.6" × 4.3" (5 m × 2 m × 1.3m)	4000 lb (total wt)	1810 kg (total mass)	2.0	2.0	2.0	0.0343	0.0070	193 ft/s (59 m/s)	170 ft/s (52 m/s)	134 ft/s (41 m/s)		4 鋼棒 1" (diam) × 3' (length) (0.0254 m × 0.915 m)	2.67	4.0	1.2	2.0	1.2	0.0190	0.0040	167 ft/s (51 m/s)	131 ft/s (40 m/s)	26 ft/s (8 m/s)		5 鉄パイプ 13.5" (diam) × 35' (length) (0.343 m × 10.67 m)	27.5-36.5 (e.g. 32)	40.8-54.2 (e.g. 47.5)	0.7	2.0	0.7	0.0234	0.0052	180 ft/s (55 m/s)	137 ft/s (42 m/s)	85 ft/s (26 m/s)		6 鉄パイプ 12.75" (diam) × 15' (length) (0.32 m × 4.58 m)	49.56	73.6	0.7	2.0	0.7	0.016	0.0033	154 ft/s (47 m/s)	92 ft/s (28 m/s)	23 ft/s (7 m/s)		
大きさ										長さ (m/ft)	重さ (kg/lb)	C ₀	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄ /w (ft ² /lb)	C ₅ /w (m ² /kg)	竜巻タイプ																																																																																																																																																																																																																																																						
	Type I	Type II	Type III																																																																																																																																																																																																																																																																					
1 木の棒 3" × 13" × 12" (0.092 m × 0.289 m × 3.05 m)	8.2 to 11 (e.g. 9.6)	12.2 to 16.3 (e.g. 14.3)	2.0	2.0	2.0	0.132	0.0270	272 ft/s (83 m/s)	230 ft/s (70 m/s)	190 ft/s (58 m/s)																																																																																																																																																																																																																																																														
2 鉄パイプ 6.625" (diam) × 15' length (0.168 m × 4.58 m)	18.97	28.18	0.7	2.0	0.7	0.0212	0.0043	171 ft/s (52 m/s)	138 ft/s (42 m/s)	33 ft/s (10 m/s)																																																																																																																																																																																																																																																														
3 自動車 16.4" × 6.6" × 4.3" (5 m × 2 m × 1.3m)	4000 lb (total wt)	1810 kg (total mass)	2.0	2.0	2.0	0.0343	0.0070	193 ft/s (59 m/s)	170 ft/s (52 m/s)	134 ft/s (41 m/s)																																																																																																																																																																																																																																																														
4 鋼棒 1" (diam) × 3' (length) (0.0254 m × 0.915 m)	2.67	4.0	1.2	2.0	1.2	0.0190	0.0040	167 ft/s (51 m/s)	131 ft/s (40 m/s)	26 ft/s (8 m/s)																																																																																																																																																																																																																																																														
5 鉄パイプ 13.5" (diam) × 35' (length) (0.343 m × 10.67 m)	27.5-36.5 (e.g. 32)	40.8-54.2 (e.g. 47.5)	0.7	2.0	0.7	0.0234	0.0052	180 ft/s (55 m/s)	137 ft/s (42 m/s)	85 ft/s (26 m/s)																																																																																																																																																																																																																																																														
6 鉄パイプ 12.75" (diam) × 15' (length) (0.32 m × 4.58 m)	49.56	73.6	0.7	2.0	0.7	0.016	0.0033	154 ft/s (47 m/s)	92 ft/s (28 m/s)	23 ft/s (7 m/s)																																																																																																																																																																																																																																																														
大きさ	長さ (m/ft)	重さ (kg/lb)	C ₀	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄ /w (ft ² /lb)	C ₅ /w (m ² /kg)	竜巻タイプ																																																																																																																																																																																																																																																															
									Type I	Type II	Type III																																																																																																																																																																																																																																																													
1 木の棒 3" × 13" × 12" (0.092 m × 0.289 m × 3.05 m)	8.2 to 11 (e.g. 9.6)	12.2 to 16.3 (e.g. 14.3)	2.0	2.0	2.0	0.132	0.0270	272 ft/s (83 m/s)	230 ft/s (70 m/s)	190 ft/s (58 m/s)																																																																																																																																																																																																																																																														
2 鉄パイプ 6.625" (diam) × 15' length (0.168 m × 4.58 m)	18.97	28.18	0.7	2.0	0.7	0.0212	0.0043	171 ft/s (52 m/s)	138 ft/s (42 m/s)	33 ft/s (10 m/s)																																																																																																																																																																																																																																																														
3 自動車 16.4" × 6.6" × 4.3" (5 m × 2 m × 1.3m)	4000 lb (total wt)	1810 kg (total mass)	2.0	2.0	2.0	0.0343	0.0070	193 ft/s (59 m/s)	170 ft/s (52 m/s)	134 ft/s (41 m/s)																																																																																																																																																																																																																																																														
4 鋼棒 1" (diam) × 3' (length) (0.0254 m × 0.915 m)	2.67	4.0	1.2	2.0	1.2	0.0190	0.0040	167 ft/s (51 m/s)	131 ft/s (40 m/s)	26 ft/s (8 m/s)																																																																																																																																																																																																																																																														
5 鉄パイプ 13.5" (diam) × 35' (length) (0.343 m × 10.67 m)	27.5-36.5 (e.g. 32)	40.8-54.2 (e.g. 47.5)	0.7	2.0	0.7	0.0234	0.0052	180 ft/s (55 m/s)	137 ft/s (42 m/s)	85 ft/s (26 m/s)																																																																																																																																																																																																																																																														
6 鉄パイプ 12.75" (diam) × 15' (length) (0.32 m × 4.58 m)	49.56	73.6	0.7	2.0	0.7	0.016	0.0033	154 ft/s (47 m/s)	92 ft/s (28 m/s)	23 ft/s (7 m/s)																																																																																																																																																																																																																																																														
大きさ	長さ (m/ft)	重さ (kg/lb)	C ₀	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄ /w (ft ² /lb)	C ₅ /w (m ² /kg)	竜巻タイプ																																																																																																																																																																																																																																																															
									Type I	Type II	Type III																																																																																																																																																																																																																																																													
1 木の棒 3" × 13" × 12" (0.092 m × 0.289 m × 3.05 m)	8.2 to 11 (e.g. 9.6)	12.2 to 16.3 (e.g. 14.3)	2.0	2.0	2.0	0.132	0.0270	272 ft/s (83 m/s)	230 ft/s (70 m/s)	190 ft/s (58 m/s)																																																																																																																																																																																																																																																														
2 鉄パイプ 6.625" (diam) × 15' length (0.168 m × 4.58 m)	18.97	28.18	0.7	2.0	0.7	0.0212	0.0043	171 ft/s (52 m/s)	138 ft/s (42 m/s)	33 ft/s (10 m/s)																																																																																																																																																																																																																																																														
3 自動車 16.4" × 6.6" × 4.3" (5 m × 2 m × 1.3m)	4000 lb (total wt)	1810 kg (total mass)	2.0	2.0	2.0	0.0343	0.0070	193 ft/s (59 m/s)	170 ft/s (52 m/s)	134 ft/s (41 m/s)																																																																																																																																																																																																																																																														
4 鋼棒 1" (diam) × 3' (length) (0.0254 m × 0.915 m)	2.67	4.0	1.2	2.0	1.2	0.0190	0.0040	167 ft/s (51 m/s)	131 ft/s (40 m/s)	26 ft/s (8 m/s)																																																																																																																																																																																																																																																														
5 鉄パイプ 13.5" (diam) × 35' (length) (0.343 m × 10.67 m)	27.5-36.5 (e.g. 32)	40.8-54.2 (e.g. 47.5)	0.7	2.0	0.7	0.0234	0.0052	180 ft/s (55 m/s)	137 ft/s (42 m/s)	85 ft/s (26 m/s)																																																																																																																																																																																																																																																														
6 鉄パイプ 12.75" (diam) × 15' (length) (0.32 m × 4.58 m)	49.56	73.6	0.7	2.0	0.7	0.016	0.0033	154 ft/s (47 m/s)	92 ft/s (28 m/s)	23 ft/s (7 m/s)																																																																																																																																																																																																																																																														
<p>図 2.2.3.1 文献[6]よりアメリカ合衆国における年間超過確率10^{-7}に相当する竜巻強さの領域に相当する3つの風速の分布を示す。横軸は経度(西経 66~126 度)、縦軸は緯度(北緯 25~49 度)</p>	<p>図 2.2.3.1 文献[6]よりアメリカ合衆国における年間超過確率10^{-7}に相当する竜巻強さの領域に相当する3つの風速の分布を示す。横軸は経度(西経 66~126 度)、縦軸は緯度(北緯 25~49 度)</p>	<p>図 2.2.3.1 文献[6]よりアメリカ合衆国における年間超過確率10^{-7}に相当する竜巻強さの領域に相当する3つの風速の分布を示す。横軸は経度(西経 66~126 度)、縦軸は緯度(北緯 25~49 度)</p>																																																																																																																																																																																																																																																																						
224	224	224																																																																																																																																																																																																																																																																						

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

大飯発電所3/4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
<p style="text-align: center;">大飯発電所3/4号炉</p>  <p>図 2.2.3.2 種々の竜巻のタイプに対して C_0A/m の関数として与えられた飛散物の最大水平速度の変化。</p> <p>これらの計算では以下の仮定が使われている。</p> <ul style="list-style-type: none"> 竜巻の接線方向風速 V_t は式(2.2.3.5)と(2.2.3.6)で記述される。 $V_t = \frac{r}{R_m} V_m \quad (0 \leq r \leq R_m) \quad (2.2.3.5)$ $V_t = \frac{R_m}{r} V_m \quad (R_m < r < \infty) \quad (2.2.3.6)$ <ul style="list-style-type: none"> 径方向風速 V_r と鉛直方向風速 V_z は次のように与える[文献7] $V_r = 0.50 V_t \quad (2.2.3.7)$ $V_z = 0.67 V_t \quad (2.2.3.8)$ <ul style="list-style-type: none"> 径方向成分は図 2.2.3.3 のように渦の中心方向を正とし鉛直方向成分は上方を正とする。 竜巻の渦の移動速度 V_c は図 2.2.3.3 のように x 軸の正方向にとる。 時刻 $t=0$ における初期条件は $x(0) = R_m$, $y(0) = 0$, $z(0) = 40m$, $V_{sx}(0) = V_{sy}(0) = V_{sz}(0) = 0$ ここで、x, y, z は飛散物の重心を通る座標軸で、V_{sx}, V_{sy}, V_{sz} はそれぞれ x, y, z 軸に沿う飛散物の速度である。$t=0$ における竜巻の中心は座標軸の原点にある。タイプ I の竜巻中で $C_0A/m=0.1$ の飛散物で計算された軌跡の水平投影図を図 2.2.3.4 に示す。表 2.2.3.2 には選ばれた飛散物の推定される特性を挙げてある。また、図 2.2.3.2 から得られた対応する水平速度 V_{imax} も示す。 <p style="text-align: center;">225</p>	<p style="text-align: center;">【伊方発電所3号炉 別添1 資料12より引用】</p>  <p>図 2.2.3.2 種々の竜巻のタイプに対して C_0A/m の関数として与えられた飛散物の最大水平速度の変化。</p> <p>これらの計算では以下の仮定が使われている。</p> <ul style="list-style-type: none"> 竜巻の接線方向風速 V_t は式(2.2.3.5)と(2.2.3.6)で記述される。 $V_t = \frac{r}{R_m} V_m \quad (0 \leq r \leq R_m) \quad (2.2.3.5)$ $V_t = \frac{R_m}{r} V_m \quad (R_m < r < \infty) \quad (2.2.3.6)$ <ul style="list-style-type: none"> 径方向風速 V_r と鉛直方向風速 V_z は次のように与える[文献7] $V_r = 0.50 V_t \quad (2.2.3.7)$ $V_z = 0.67 V_t \quad (2.2.3.8)$ <ul style="list-style-type: none"> 径方向成分は図 2.2.3.3 のように渦の中心方向を正とし鉛直方向成分は上方を正とする。 竜巻の渦の移動速度 V_c は図 2.2.3.3 のように x 軸の正方向にとる。 時刻 $t=0$ における初期条件は $x(0) = R_m$, $y(0) = 0$, $z(0) = 40m$, $V_{sx}(0) = V_{sy}(0) = V_{sz}(0) = 0$ ここで、x, y, z は飛散物の重心を通る座標軸で、V_{sx}, V_{sy}, V_{sz} はそれぞれ x, y, z 軸に沿う飛散物の速度である。$t=0$ における竜巻の中心は座標軸の原点にある。タイプ I の竜巻中で $C_0A/m=0.1$ の飛散物で計算された軌跡の水平投影図を図 2.2.3.4 に示す。表 2.2.3.2 には選ばれた飛散物の推定される特性を挙げてある。また、図 2.2.3.2 から得られた対応する水平速度 V_{imax} も示す。 <p style="text-align: center;">225</p> <p style="text-align: center;">R 巻(竜巻)-別添1-資料12-附</p>	 <p>図 2.2.3.2 種々の竜巻のタイプに対して C_0A/m の関数として与えられた飛散物の最大水平速度の変化。</p> <p>これらの計算では以下の仮定が使われている。</p> <ul style="list-style-type: none"> 竜巻の接線方向風速 V_t は式(2.2.3.5)と(2.2.3.6)で記述される。 $V_t = \frac{r}{R_m} V_m \quad (0 \leq r \leq R_m) \quad (2.2.3.5)$ $V_t = \frac{R_m}{r} V_m \quad (R_m < r < \infty) \quad (2.2.3.6)$ <ul style="list-style-type: none"> 径方向風速 V_r と鉛直方向風速 V_z は次のように与える[文献7] $V_r = 0.50 V_t \quad (2.2.3.7)$ $V_z = 0.67 V_t \quad (2.2.3.8)$ <ul style="list-style-type: none"> 径方向成分は図 2.2.3.3 のように渦の中心方向を正とし鉛直方向成分は上方を正とする。 竜巻の渦の移動速度 V_c は図 2.2.3.3 のように x 軸の正方向にとる。 時刻 $t=0$ における初期条件は $x(0) = R_m$, $y(0) = 0$, $z(0) = 40m$, $V_{sx}(0) = V_{sy}(0) = V_{sz}(0) = 0$ ここで、x, y, z は飛散物の重心を通る座標軸で、V_{sx}, V_{sy}, V_{sz} はそれぞれ x, y, z 軸に沿う飛散物の速度である。$t=0$ における竜巻の中心は座標軸の原点にある。タイプ I の竜巻中で $C_0A/m=0.1$ の飛散物で計算された軌跡の水平投影図を図 2.2.3.4 に示す。表 2.2.3.2 には選ばれた飛散物の推定される特性を挙げてある。また、図 2.2.3.2 から得られた対応する水平速度 V_{imax} も示す。 <p style="text-align: center;">225</p>	<p>相違理由</p>

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（竜巻：別添資料1 添付資料3.14）

大飯発電所3/4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
<p style="text-align: center;">大飯発電所3/4号炉</p>  <p style="text-align: center;">図 2.2.3.3 竜巻の風速の水平成分</p>  <p style="text-align: center;">図 2.2.3.4 計算された飛散物の軌跡の水平投影図（軸の表示はm）</p> <p>5) 飛散物の最大水平速度の感度解析</p> <p>運動モデルには不確実性が含まれるので、表に示された推定値の範囲で飛散物の最大水平速度 V_{\max} の感度を調べることは興味のあることである。以下で考察する各ケースにおいて、全ての仮定は図 2.2.3.2 の竜巻のタイプ I に対して用いられたものと同じである。</p> <p>(a) 初期条件 $x(0)$ と $y(0)$</p> <p>$C_D A/m=0.001$ と $C_D A/m=0.1$ で初期条件 $x(0)$、$y(0)$ に対して得られた結果を3種類、表 2.2.3.3 に示す。表中の矢印は接線方向と竜巻の移動方向の風速の方向を示す。 V_{\max} の計算された最大値に対応する初期位置は $C_D A/m$ により変化し、$C_D A/m=0.001$ では位置(c)、$C_D A/m=0.1$ では位置(b)となる。</p> <p style="text-align: center;">226</p>	<p style="text-align: center;">女川原子力発電所2号炉</p> <p style="text-align: center;">【伊方発電所3号炉 別添1 資料1.2より引用】</p>  <p style="text-align: center;">図 2.2.3.3 竜巻の風速の水平成分</p>  <p style="text-align: center;">図 2.2.3.4 計算された飛散物の軌跡の水平投影図（軸の表示はm）</p> <p>5) 飛散物の最大水平速度の感度解析</p> <p>運動モデルには不確実性が含まれるので、表に示された推定値の範囲で飛散物の最大水平速度 V_{\max} の感度を調べることは興味のあることである。以下で考察する各ケースにおいて、全ての仮定は図 2.2.3.2 の竜巻のタイプ I に対して用いられたものと同じである。</p> <p>(a) 初期条件 $x(0)$ と $y(0)$</p> <p>$C_D A/m=0.001$ と $C_D A/m=0.1$ で初期条件 $x(0)$、$y(0)$ に対して得られた結果を3種類、表 2.2.3.3 に示す。表中の矢印は接線方向と竜巻の移動方向の風速の方向を示す。 V_{\max} の計算された最大値に対応する初期位置は $C_D A/m$ により変化し、$C_D A/m=0.001$ では位置(c)、$C_D A/m=0.1$ では位置(b)となる。</p> <p style="text-align: center;">226</p>	<p style="text-align: center;">泊発電所3号炉</p>  <p style="text-align: center;">図 2.2.3.3 竜巻の風速の水平成分</p>  <p style="text-align: center;">図 2.2.3.4 計算された飛散物の軌跡の水平投影図（軸の表示はm）</p> <p>5) 飛散物の最大水平速度の感度解析</p> <p>運動モデルには不確実性が含まれるので、表に示された推定値の範囲で飛散物の最大水平速度 V_{\max} の感度を調べることは興味のあることである。以下で考察する各ケースにおいて、全ての仮定は図 2.2.3.2 の竜巻のタイプ I に対して用いられたものと同じである。</p> <p>(a) 初期条件 $x(0)$ と $y(0)$</p> <p>$C_D A/m=0.001$ と $C_D A/m=0.1$ で初期条件 $x(0)$、$y(0)$ に対して得られた結果を3種類、表 2.2.3.3 に示す。表中の矢印は接線方向と竜巻の移動方向の風速の方向を示す。 V_{\max} の計算された最大値に対応する初期位置は $C_D A/m$ により変化し、$C_D A/m=0.001$ では位置(c)、$C_D A/m=0.1$ では位置(b)となる。</p> <p style="text-align: center;">226</p>	<p style="text-align: center;">相違理由</p>

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（竜巻：別添資料1 添付資料3.14）

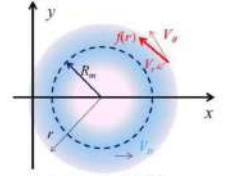
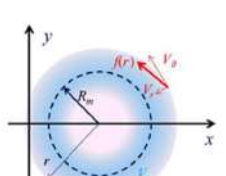
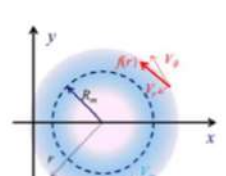
大飯発電所3/4号炉	女川原子力発電所2号炉 【伊方発電所3号炉 別添1 資料1.2より引用】	泊発電所3号炉	相違理由																																																																																																																																																																																										
<p>表 2.2.3.3 種々の初期条件 $x(0), y(0)$ に対する飛散物の最大水平速度 V_{limax} (m/s)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>$x(0)$ (m)</th> <th>$y(0)$ (m)</th> <th>$C_D A/m = 0.001$</th> <th>$C_D A/m = 0.01$</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>(a)</td> <td>46</td> <td>0</td> <td>7</td> <td>62</td> </tr> <tr> <td>(b)</td> <td>23</td> <td>0</td> <td>15</td> <td>89</td> </tr> <tr> <td>(c)</td> <td>0</td> <td>-46</td> <td>51</td> <td>67</td> </tr> </tbody> </table> <p>(b) 初期高さ $x(0)$ 計算によると、パラメータ $C_D A/m$ が図 2.2.3.2 の中央の S 型曲線に対応している場合には V_{limax} は初期高さが低くなるとともに小さくなる。しかし、飛散物が相対的に軽くてパラメータ $C_D A/m$ が左側の S 型曲線に対応している場合には V_{limax} は $x(0)$ には依存しない。</p> <p>(c) 飛散物の初期速度 たとえば、爆発などによって飛散物が流の中に取り込まれた場合、初期速度がゼロという仮定は成り立たなくなる。他の条件が全て同じ場合、初期速度がゼロに対応した計算結果よりも初期速度がゼロでない場合が速くなることはない。表 2.2.3.4 に $V_{hx}(0)=0, V_{hy}(0)=0$ として、$V_{hx}(0)=0, 10, 20\text{m/s}$ の場合の結果を示す。これによると、$C_D A/m=0.001$ では $V_{hx}(0)=10\text{m/s}$ の方が $V_{hx}(0)=0\text{m/s}$ の場合よりも V_{limax} は速くなっている。</p> <p>(d) 竜巻の渦の移動速度 V_e 初期位置 $x(0), y(0)$ に対して、竜巻の渦の移動速度 V_e が減少するにつれて V_{limax} は増加したり減少したりする。たとえば、$x(0)=46\text{m}, y(0)=0, C_D A/m=0.001$ の場合 $V_e=0$ ならば $V_{limax}=25\text{m/s}$ となり、表 2.2.3.3 における $V_{limax}=7\text{m/s}$ (このとき $V_e=31\text{m/s}$) よりも速くなる。しかし、$x(0)=0, y(0)=-46\text{m}, C_D A/m=0.001$ の場合 $V_{limax}=25\text{m/s}$ となり、表 2.2.3.3 における $V_{limax}=51\text{m/s}$ よりも遅くなる。</p> <p>表 2.2.3.4 種々の初期速度に対する飛散物の最大水平速度 V_{limax} (m/s)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2"></th> <th rowspan="2">$x(0)$ (m)</th> <th rowspan="2">$y(0)$ (m)</th> <th colspan="3">$C_D A/m = 0.001$</th> <th colspan="3">$C_D A/m = 0.01$</th> </tr> <tr> <th colspan="3">$V_{hx}(0)$</th> <th colspan="3">$V_{hy}(0)$</th> </tr> <tr> <th></th> <th></th> <th></th> <th>0</th> <th>10</th> <th>20</th> <th>0</th> <th>10</th> <th>20</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>(a)</td> <td>46</td> <td>0</td> <td>8</td> <td>9</td> <td>20</td> <td>62</td> <td>58</td> <td>53</td> </tr> <tr> <td>(b)</td> <td>0</td> <td>-23</td> <td>35</td> <td>45</td> <td>35</td> <td>63</td> <td>59</td> <td>59</td> </tr> </tbody> </table> <p>(e) 渦の流のモデル 文献[8]と文献[9]に提案されている渦のモデルは、ここで使った半径 R_0 が一定となるモデルとは異なっており、基本的に地面からの高さとともに直線的に半径 R_0 は増加すると</p>		$x(0)$ (m)	$y(0)$ (m)	$C_D A/m = 0.001$	$C_D A/m = 0.01$	(a)	46	0	7	62	(b)	23	0	15	89	(c)	0	-46	51	67		$x(0)$ (m)	$y(0)$ (m)	$C_D A/m = 0.001$			$C_D A/m = 0.01$			$V_{hx}(0)$			$V_{hy}(0)$						0	10	20	0	10	20	(a)	46	0	8	9	20	62	58	53	(b)	0	-23	35	45	35	63	59	59	<p>表 2.2.3.3 種々の初期条件 $x(0), y(0)$ に対する飛散物の最大水平速度 V_{limax} (m/s)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>$x(0)$ (m)</th> <th>$y(0)$ (m)</th> <th>$C_D A/m = 0.001$</th> <th>$C_D A/m = 0.01$</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>(a)</td> <td>46</td> <td>0</td> <td>7</td> <td>62</td> </tr> <tr> <td>(b)</td> <td>23</td> <td>0</td> <td>15</td> <td>89</td> </tr> <tr> <td>(c)</td> <td>0</td> <td>-46</td> <td>51</td> <td>67</td> </tr> </tbody> </table> <p>(b) 初期高さ $x(0)$ 計算によると、パラメータ $C_D A/m$ が図 2.2.3.2 の中央の S 型曲線に対応している場合には V_{limax} は初期高さが低くなるとともに小さくなる。しかし、飛散物が相対的に軽くてパラメータ $C_D A/m$ が左側の S 型曲線に対応している場合には V_{limax} は $x(0)$ には依存しない。</p> <p>(c) 飛散物の初期速度 たとえば、爆発などによって飛散物が流の中に取り込まれた場合、初期速度がゼロという仮定は成り立たなくなる。他の条件が全て同じ場合、初期速度がゼロに対応した計算結果よりも初期速度がゼロでない場合が速くなることはない。表 2.2.3.4 に $V_{hx}(0)=0, V_{hy}(0)=0$ として、$V_{hx}(0)=0, 10, 20\text{m/s}$ の場合の結果を示す。これによると、$C_D A/m=0.001$ では $V_{hx}(0)=10\text{m/s}$ の方が $V_{hx}(0)=0\text{m/s}$ の場合よりも V_{limax} は速くなっている。</p> <p>(d) 竜巻の渦の移動速度 V_e 初期位置 $x(0), y(0)$ に対して、竜巻の渦の移動速度 V_e が減少するにつれて V_{limax} は増加したり減少したりする。たとえば、$x(0)=46\text{m}, y(0)=0, C_D A/m=0.001$ の場合 $V_e=0$ ならば $V_{limax}=25\text{m/s}$ となり、表 2.2.3.3 における $V_{limax}=7\text{m/s}$ (このとき $V_e=31\text{m/s}$) よりも速くなる。しかし、$x(0)=0, y(0)=-46\text{m}, C_D A/m=0.001$ の場合 $V_{limax}=25\text{m/s}$ となり、表 2.2.3.3 における $V_{limax}=51\text{m/s}$ よりも遅くなる。</p> <p>表 2.2.3.4 種々の初期速度に対する飛散物の最大水平速度 V_{limax} (m/s)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2"></th> <th rowspan="2">$x(0)$ (m)</th> <th rowspan="2">$y(0)$ (m)</th> <th colspan="3">$C_D A/m = 0.001$</th> <th colspan="3">$C_D A/m = 0.01$</th> </tr> <tr> <th colspan="3">$V_{hx}(0)$</th> <th colspan="3">$V_{hy}(0)$</th> </tr> <tr> <th></th> <th></th> <th></th> <th>0</th> <th>10</th> <th>20</th> <th>0</th> <th>10</th> <th>20</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>(a)</td> <td>46</td> <td>0</td> <td>8</td> <td>9</td> <td>20</td> <td>62</td> <td>58</td> <td>53</td> </tr> <tr> <td>(b)</td> <td>0</td> <td>-23</td> <td>35</td> <td>45</td> <td>35</td> <td>63</td> <td>59</td> <td>59</td> </tr> </tbody> </table> <p>(e) 渦の流のモデル 文献[8]と文献[9]に提案されている渦のモデルは、ここで使った半径 R_0 が一定となるモデルとは異なっており、基本的に地面からの高さとともに直線的に半径 R_0 は増加すると</p>		$x(0)$ (m)	$y(0)$ (m)	$C_D A/m = 0.001$	$C_D A/m = 0.01$	(a)	46	0	7	62	(b)	23	0	15	89	(c)	0	-46	51	67		$x(0)$ (m)	$y(0)$ (m)	$C_D A/m = 0.001$			$C_D A/m = 0.01$			$V_{hx}(0)$			$V_{hy}(0)$						0	10	20	0	10	20	(a)	46	0	8	9	20	62	58	53	(b)	0	-23	35	45	35	63	59	59	<p>表 2.2.3.3 種々の初期条件 $x(0), y(0)$ に対する飛散物の最大水平速度 V_{limax} (m/s)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>$x(0)$ (m)</th> <th>$y(0)$ (m)</th> <th>$C_D A/m = 0.001$</th> <th>$C_D A/m = 0.01$</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>(a)</td> <td>46</td> <td>0</td> <td>7</td> <td>62</td> </tr> <tr> <td>(b)</td> <td>23</td> <td>0</td> <td>15</td> <td>89</td> </tr> <tr> <td>(c)</td> <td>0</td> <td>-46</td> <td>51</td> <td>67</td> </tr> </tbody> </table> <p>(b) 初期高さ $x(0)$ 計算によると、パラメータ $C_D A/m$ が図 2.2.3.2 の中央の S 型曲線に対応している場合には V_{limax} は初期高さが低くなるとともに小さくなる。しかし、飛散物が相対的に軽くてパラメータ $C_D A/m$ が左側の S 型曲線に対応している場合には V_{limax} は $x(0)$ には依存しない。</p> <p>(c) 飛散物の初期速度 たとえば、爆発などによって飛散物が流の中に取り込まれた場合、初期速度がゼロという仮定は成り立たなくなる。他の条件が全て同じ場合、初期速度がゼロに対応した計算結果よりも初期速度がゼロでない場合が速くなることはない。表 2.2.3.4 に $V_{hx}(0)=0, V_{hy}(0)=0$ として、$V_{hx}(0)=0, 10, 20\text{m/s}$ の場合の結果を示す。これによると、$C_D A/m=0.001$ では $V_{hx}(0)=10\text{m/s}$ の方が $V_{hx}(0)=0\text{m/s}$ の場合よりも V_{limax} は速くなっている。</p> <p>(d) 竜巻の渦の移動速度 V_e 初期位置 $x(0), y(0)$ に対して、竜巻の渦の移動速度 V_e が減少するにつれて V_{limax} は増加したり減少したりする。たとえば、$x(0)=46\text{m}, y(0)=0, C_D A/m=0.001$ の場合 $V_e=0$ ならば $V_{limax}=25\text{m/s}$ となり、表 2.2.3.3 における $V_{limax}=7\text{m/s}$ (このとき $V_e=31\text{m/s}$) よりも速くなる。しかし、$x(0)=0, y(0)=-46\text{m}, C_D A/m=0.001$ の場合 $V_{limax}=25\text{m/s}$ となり、表 2.2.3.3 における $V_{limax}=51\text{m/s}$ よりも遅くなる。</p> <p>表 2.2.3.4 種々の初期速度に対する飛散物の最大水平速度 V_{limax} (m/s)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2"></th> <th rowspan="2">$x(0)$ (m)</th> <th rowspan="2">$y(0)$ (m)</th> <th colspan="3">$C_D A/m = 0.001$</th> <th colspan="3">$C_D A/m = 0.01$</th> </tr> <tr> <th colspan="3">$V_{hx}(0)$</th> <th colspan="3">$V_{hy}(0)$</th> </tr> <tr> <th></th> <th></th> <th></th> <th>0</th> <th>10</th> <th>20</th> <th>0</th> <th>10</th> <th>20</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>(a)</td> <td>46</td> <td>0</td> <td>8</td> <td>9</td> <td>20</td> <td>62</td> <td>58</td> <td>53</td> </tr> <tr> <td>(b)</td> <td>0</td> <td>-23</td> <td>35</td> <td>45</td> <td>35</td> <td>63</td> <td>59</td> <td>59</td> </tr> </tbody> </table> <p>(e) 渦の流のモデル 文献[8]と文献[9]に提案されている渦のモデルは、ここで使った半径 R_0 が一定となるモデルとは異なっており、基本的に地面からの高さとともに直線的に半径 R_0 は増加すると</p>		$x(0)$ (m)	$y(0)$ (m)	$C_D A/m = 0.001$	$C_D A/m = 0.01$	(a)	46	0	7	62	(b)	23	0	15	89	(c)	0	-46	51	67		$x(0)$ (m)	$y(0)$ (m)	$C_D A/m = 0.001$			$C_D A/m = 0.01$			$V_{hx}(0)$			$V_{hy}(0)$						0	10	20	0	10	20	(a)	46	0	8	9	20	62	58	53	(b)	0	-23	35	45	35	63	59	59	<p>相違理由</p>
	$x(0)$ (m)	$y(0)$ (m)	$C_D A/m = 0.001$	$C_D A/m = 0.01$																																																																																																																																																																																									
(a)	46	0	7	62																																																																																																																																																																																									
(b)	23	0	15	89																																																																																																																																																																																									
(c)	0	-46	51	67																																																																																																																																																																																									
	$x(0)$ (m)	$y(0)$ (m)	$C_D A/m = 0.001$			$C_D A/m = 0.01$																																																																																																																																																																																							
			$V_{hx}(0)$			$V_{hy}(0)$																																																																																																																																																																																							
			0	10	20	0	10	20																																																																																																																																																																																					
(a)	46	0	8	9	20	62	58	53																																																																																																																																																																																					
(b)	0	-23	35	45	35	63	59	59																																																																																																																																																																																					
	$x(0)$ (m)	$y(0)$ (m)	$C_D A/m = 0.001$	$C_D A/m = 0.01$																																																																																																																																																																																									
(a)	46	0	7	62																																																																																																																																																																																									
(b)	23	0	15	89																																																																																																																																																																																									
(c)	0	-46	51	67																																																																																																																																																																																									
	$x(0)$ (m)	$y(0)$ (m)	$C_D A/m = 0.001$			$C_D A/m = 0.01$																																																																																																																																																																																							
			$V_{hx}(0)$			$V_{hy}(0)$																																																																																																																																																																																							
			0	10	20	0	10	20																																																																																																																																																																																					
(a)	46	0	8	9	20	62	58	53																																																																																																																																																																																					
(b)	0	-23	35	45	35	63	59	59																																																																																																																																																																																					
	$x(0)$ (m)	$y(0)$ (m)	$C_D A/m = 0.001$	$C_D A/m = 0.01$																																																																																																																																																																																									
(a)	46	0	7	62																																																																																																																																																																																									
(b)	23	0	15	89																																																																																																																																																																																									
(c)	0	-46	51	67																																																																																																																																																																																									
	$x(0)$ (m)	$y(0)$ (m)	$C_D A/m = 0.001$			$C_D A/m = 0.01$																																																																																																																																																																																							
			$V_{hx}(0)$			$V_{hy}(0)$																																																																																																																																																																																							
			0	10	20	0	10	20																																																																																																																																																																																					
(a)	46	0	8	9	20	62	58	53																																																																																																																																																																																					
(b)	0	-23	35	45	35	63	59	59																																																																																																																																																																																					

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（竜巻：別添資料1 添付資料3.14）

大飯発電所3 / 4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由																																																																																																																																																																																																
<p>仮定している。もし、このモデルが使われるならば、対応する飛散物の速度の計算結果はほとんどの場合、図2.2.3.2よりも速くなること文献[5]に示されている。</p> <p>何人かの気象学者たちは、式(2.2.3.5)で示される速度よりもほとんどの竜巻の風速場において実際の竜巻の径方向の速度 V_r はかなり遅くなるという見解を示している。したがって、飛散物が多く運動量を獲得する高風速領域内の軌跡を計算するための径方向の抗力係数は相対的に小さくなり、飛散物の速度は図2.2.3.2の値よりもかなり遅くなる。実際の鉛直方向の風速は式(2.2.3.6)で得られるよりも遅いと考えられているので、飛散物はこの式に基づいて計算されたものより速く地面に落下しやすい。その結果として飛散物の速度も減少する（文献[5]）。</p> <p>竜巻による飛散物の速度の決定論的研究に関しては文献[10]から文献[16]を参照されたい。ANSI/ANS-2.3-1983 基準（文献[17]）に明記された飛散物の速度を表2.2.3.5に示す。</p> <p>表2.2.3.5 ANSI/ANS-2.3-1983 基準(文献[17])に示された飛散物の最大水平速度を挙げる。</p> <table border="1" data-bbox="78 534 683 646"> <thead> <tr> <th rowspan="2">飛散物</th> <th rowspan="2">重さ (pounds)</th> <th colspan="9">風速</th> </tr> <tr> <th>320 mph</th> <th>260 mph</th> <th>250 mph</th> <th>200 mph</th> <th>180 mph</th> <th>150 mph</th> <th>140 mph</th> <th>100 mph</th> <th>100 mph</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>自動車</td> <td>4,000</td> <td>115 mph</td> <td>100 mph</td> <td>95 mph</td> <td>75 mph</td> <td>65 mph</td> <td>50 mph</td> <td>45 mph</td> <td>20 mph</td> <td>0 mph</td> </tr> <tr> <td>ワイドフレンジ</td> <td>750</td> <td>1,100 ft</td> <td>850 ft</td> <td>800 ft</td> <td>600 ft</td> <td>450 ft</td> <td>200 ft</td> <td>180 ft</td> <td>100 ft</td> <td>0 ft</td> </tr> <tr> <td>W 14 x 30 か同部品</td> <td>750</td> <td>100 mph</td> <td>75 mph</td> <td>70 mph</td> <td>50 mph</td> <td>45 mph</td> <td>30 mph</td> <td>25 mph</td> <td>0 mph</td> <td>0 ft</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>700 ft</td> <td>440 ft</td> <td>400 ft</td> <td>200 ft</td> <td>180 ft</td> <td>100 ft</td> <td>80 ft</td> <td>0 ft</td> <td>0 ft</td> </tr> </tbody> </table> <p>Source: Extracted from American National Standard ANSI/ANS-2.3-1983 with permission of the publisher, the American Nuclear Society.</p>	飛散物	重さ (pounds)	風速									320 mph	260 mph	250 mph	200 mph	180 mph	150 mph	140 mph	100 mph	100 mph	自動車	4,000	115 mph	100 mph	95 mph	75 mph	65 mph	50 mph	45 mph	20 mph	0 mph	ワイドフレンジ	750	1,100 ft	850 ft	800 ft	600 ft	450 ft	200 ft	180 ft	100 ft	0 ft	W 14 x 30 か同部品	750	100 mph	75 mph	70 mph	50 mph	45 mph	30 mph	25 mph	0 mph	0 ft			700 ft	440 ft	400 ft	200 ft	180 ft	100 ft	80 ft	0 ft	0 ft	<p>【伊方発電所3号炉 別添1 資料1.2より引用】</p> <p>仮定している。もし、このモデルが使われるならば、対応する飛散物の速度の計算結果はほとんどの場合、図2.2.3.2よりも速くなること文献[5]に示されている。</p> <p>何人かの気象学者たちは、式(2.2.3.5)で示される速度よりもほとんどの竜巻の風速場において実際の竜巻の径方向の速度 V_r はかなり遅くなるという見解を示している。したがって、飛散物が多く運動量を獲得する高風速領域内の軌跡を計算するための径方向の抗力係数は相対的に小さくなり、飛散物の速度は図2.2.3.2の値よりもかなり遅くなる。実際の鉛直方向の風速は式(2.2.3.6)で得られるよりも遅いと考えられているので、飛散物はこの式に基づいて計算されたものより速く地面に落下しやすい。その結果として飛散物の速度も減少する（文献[5]）。</p> <p>竜巻による飛散物の速度の決定論的研究に関しては文献[10]から文献[16]を参照されたい。ANSI/ANS-2.3-1983 基準（文献[17]）に明記された飛散物の速度を表2.2.3.5に示す。</p> <p>表2.2.3.5 ANSI/ANS-2.3-1983 基準(文献[17])に示された飛散物の最大水平速度を挙げる。</p> <table border="1" data-bbox="728 534 1310 646"> <thead> <tr> <th rowspan="2">飛散物</th> <th rowspan="2">重さ (pounds)</th> <th colspan="9">風速</th> </tr> <tr> <th>320 mph</th> <th>260 mph</th> <th>250 mph</th> <th>200 mph</th> <th>180 mph</th> <th>150 mph</th> <th>140 mph</th> <th>100 mph</th> <th>100 mph</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>自動車</td> <td>4,000</td> <td>115 mph</td> <td>100 mph</td> <td>95 mph</td> <td>75 mph</td> <td>65 mph</td> <td>50 mph</td> <td>45 mph</td> <td>20 mph</td> <td>0 mph</td> </tr> <tr> <td>ワイドフレンジ</td> <td>750</td> <td>1,100 ft</td> <td>850 ft</td> <td>800 ft</td> <td>600 ft</td> <td>450 ft</td> <td>200 ft</td> <td>180 ft</td> <td>100 ft</td> <td>0 ft</td> </tr> <tr> <td>W 14 x 30 か同部品</td> <td>750</td> <td>100 mph</td> <td>75 mph</td> <td>70 mph</td> <td>50 mph</td> <td>45 mph</td> <td>30 mph</td> <td>25 mph</td> <td>0 mph</td> <td>0 ft</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>700 ft</td> <td>440 ft</td> <td>400 ft</td> <td>200 ft</td> <td>180 ft</td> <td>100 ft</td> <td>80 ft</td> <td>0 ft</td> <td>0 ft</td> </tr> </tbody> </table> <p>Source: Extracted from American National Standard ANSI/ANS-2.3-1983 with permission of the publisher, the American Nuclear Society.</p>	飛散物	重さ (pounds)	風速									320 mph	260 mph	250 mph	200 mph	180 mph	150 mph	140 mph	100 mph	100 mph	自動車	4,000	115 mph	100 mph	95 mph	75 mph	65 mph	50 mph	45 mph	20 mph	0 mph	ワイドフレンジ	750	1,100 ft	850 ft	800 ft	600 ft	450 ft	200 ft	180 ft	100 ft	0 ft	W 14 x 30 か同部品	750	100 mph	75 mph	70 mph	50 mph	45 mph	30 mph	25 mph	0 mph	0 ft			700 ft	440 ft	400 ft	200 ft	180 ft	100 ft	80 ft	0 ft	0 ft	<p>仮定している。もし、このモデルが使われるならば、対応する飛散物の速度の計算結果はほとんどの場合、図2.2.3.2よりも速くなること文献[5]に示されている。</p> <p>何人かの気象学者たちは、式(2.2.3.5)で示される速度よりもほとんどの竜巻の風速場において実際の竜巻の径方向の速度 V_r はかなり遅くなるという見解を示している。したがって、飛散物が多く運動量を獲得する高風速領域内の軌跡を計算するための径方向の抗力係数は相対的に小さくなり、飛散物の速度は図2.2.3.2の値よりもかなり遅くなる。実際の鉛直方向の風速は式(2.2.3.6)で得られるよりも遅いと考えられているので、飛散物はこの式に基づいて計算されたものより速く地面に落下しやすい。その結果として飛散物の速度も減少する（文献[5]）。</p> <p>竜巻による飛散物の速度の決定論的研究に関しては文献[10]から文献[16]を参照されたい。ANSI/ANS-2.3-1983 基準（文献[17]）に明記された飛散物の速度を表2.2.3.5に示す。</p> <p>表2.2.3.5 ANSI/ANS-2.3-1983 基準(文献[17])に示された飛散物の最大水平速度を挙げる。</p> <table border="1" data-bbox="1366 534 1948 646"> <thead> <tr> <th rowspan="2">飛散物</th> <th rowspan="2">重さ (pounds)</th> <th colspan="9">風速</th> </tr> <tr> <th>320 mph</th> <th>260 mph</th> <th>250 mph</th> <th>200 mph</th> <th>180 mph</th> <th>150 mph</th> <th>140 mph</th> <th>100 mph</th> <th>100 mph</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>自動車</td> <td>4,000</td> <td>115 mph</td> <td>100 mph</td> <td>95 mph</td> <td>75 mph</td> <td>65 mph</td> <td>50 mph</td> <td>45 mph</td> <td>20 mph</td> <td>0 mph</td> </tr> <tr> <td>ワイドフレンジ</td> <td>750</td> <td>1,100 ft</td> <td>850 ft</td> <td>800 ft</td> <td>600 ft</td> <td>450 ft</td> <td>200 ft</td> <td>180 ft</td> <td>100 ft</td> <td>0 ft</td> </tr> <tr> <td>W 14 x 30 か同部品</td> <td>750</td> <td>100 mph</td> <td>75 mph</td> <td>70 mph</td> <td>50 mph</td> <td>45 mph</td> <td>30 mph</td> <td>25 mph</td> <td>0 mph</td> <td>0 ft</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>700 ft</td> <td>440 ft</td> <td>400 ft</td> <td>200 ft</td> <td>180 ft</td> <td>100 ft</td> <td>80 ft</td> <td>0 ft</td> <td>0 ft</td> </tr> </tbody> </table> <p>Source: Extracted from American National Standard ANSI/ANS-2.3-1983 with permission of the publisher, the American Nuclear Society.</p>	飛散物	重さ (pounds)	風速									320 mph	260 mph	250 mph	200 mph	180 mph	150 mph	140 mph	100 mph	100 mph	自動車	4,000	115 mph	100 mph	95 mph	75 mph	65 mph	50 mph	45 mph	20 mph	0 mph	ワイドフレンジ	750	1,100 ft	850 ft	800 ft	600 ft	450 ft	200 ft	180 ft	100 ft	0 ft	W 14 x 30 か同部品	750	100 mph	75 mph	70 mph	50 mph	45 mph	30 mph	25 mph	0 mph	0 ft			700 ft	440 ft	400 ft	200 ft	180 ft	100 ft	80 ft	0 ft	0 ft	
飛散物			重さ (pounds)	風速																																																																																																																																																																																															
	320 mph	260 mph		250 mph	200 mph	180 mph	150 mph	140 mph	100 mph	100 mph																																																																																																																																																																																									
自動車	4,000	115 mph	100 mph	95 mph	75 mph	65 mph	50 mph	45 mph	20 mph	0 mph																																																																																																																																																																																									
ワイドフレンジ	750	1,100 ft	850 ft	800 ft	600 ft	450 ft	200 ft	180 ft	100 ft	0 ft																																																																																																																																																																																									
W 14 x 30 か同部品	750	100 mph	75 mph	70 mph	50 mph	45 mph	30 mph	25 mph	0 mph	0 ft																																																																																																																																																																																									
		700 ft	440 ft	400 ft	200 ft	180 ft	100 ft	80 ft	0 ft	0 ft																																																																																																																																																																																									
飛散物	重さ (pounds)	風速																																																																																																																																																																																																	
		320 mph	260 mph	250 mph	200 mph	180 mph	150 mph	140 mph	100 mph	100 mph																																																																																																																																																																																									
自動車	4,000	115 mph	100 mph	95 mph	75 mph	65 mph	50 mph	45 mph	20 mph	0 mph																																																																																																																																																																																									
ワイドフレンジ	750	1,100 ft	850 ft	800 ft	600 ft	450 ft	200 ft	180 ft	100 ft	0 ft																																																																																																																																																																																									
W 14 x 30 か同部品	750	100 mph	75 mph	70 mph	50 mph	45 mph	30 mph	25 mph	0 mph	0 ft																																																																																																																																																																																									
		700 ft	440 ft	400 ft	200 ft	180 ft	100 ft	80 ft	0 ft	0 ft																																																																																																																																																																																									
飛散物	重さ (pounds)	風速																																																																																																																																																																																																	
		320 mph	260 mph	250 mph	200 mph	180 mph	150 mph	140 mph	100 mph	100 mph																																																																																																																																																																																									
自動車	4,000	115 mph	100 mph	95 mph	75 mph	65 mph	50 mph	45 mph	20 mph	0 mph																																																																																																																																																																																									
ワイドフレンジ	750	1,100 ft	850 ft	800 ft	600 ft	450 ft	200 ft	180 ft	100 ft	0 ft																																																																																																																																																																																									
W 14 x 30 か同部品	750	100 mph	75 mph	70 mph	50 mph	45 mph	30 mph	25 mph	0 mph	0 ft																																																																																																																																																																																									
		700 ft	440 ft	400 ft	200 ft	180 ft	100 ft	80 ft	0 ft	0 ft																																																																																																																																																																																									

赤字: 設備, 運用又は体制の相違 (設計方針の相違)
青字: 記載箇所又は記載内容の相違 (記載方針の相違)
緑字: 記載表現, 設備名称の相違 (実質的な相違なし)

大飯発電所3/4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
<p style="text-align: center;">付録3</p> <p style="text-align: center;">日本流体力学会年会 2013</p> <p style="text-align: center;">移動ランキン渦モデルによる竜巻飛来物速度の評価 Evaluation of Tornado-borne Missile Speed using a Translating Rankine Vortex Model</p> <p>○ 江口 謙, 電中研, 千葉県枚根子市枚根子 1646, eguchi@criepi.denken.or.jp 杉本 聡一郎, 電中研, 千葉県枚根子市枚根子 1646, soichiro@criepi.denken.or.jp 服部 康男, 電中研, 千葉県枚根子市枚根子 1646, yhatoo@criepi.denken.or.jp 平口 博丸, 電中研, 千葉県枚根子市枚根子 1646, hitomaru@criepi.denken.or.jp Yuzuru Eguchi, Soichiro Sugimoto, Yasuo Hatoo, and Hitomaru Hirakuchi, Central Research Institute of Electric Power Industry, Abiko 1646, Abiko-shi, Chiba-ken, 270-1194 JAPAN</p> <p>We have developed a numerical model to evaluate velocity of tornado-borne objects or missiles where wind of tornado is modeled with translating Rankine vortex and an object is assumed to be subject to drag and gravity forces in a manner similar to E. Simiu and M. Coles (1976). In this study, effects of time integration scheme and time increment on accuracy are numerically examined and discussed. Furthermore, the results of tornado-borne missile speed are compared with those of the previous studies where tornado wind fields were defined by scaling an LES result obtained for a small experimental apparatus, to discuss the effect of the tornado wind features on the missile speed.</p> <p>1. 序論 原子力発電所の安全審査においては、竜巻やその他の自然現象が発生したとしても原子力発電所の安全性が維持されることと認められる。竜巻発生時には強風により浮上した物体が原子力発電施設に衝突する可能性があるため、竜巻に伴う飛来物の設計速度を定める必要がある。この竜巻飛来物評価方法として、竜巻の原子力施設委員会規格ガイド⁽¹⁾では、E. Simiu⁽²⁾の方法と同様に、竜巻をランキン渦で表現したモデル化による方法が用いられている。一方、国内では、小規模な竜巻発生実験装置を用いた非定常乱流解析で得られた数値解析結果に基づき、スケール縮小によって実規模竜巻の風速場に変換した非定常風速場を用いる方法が検討されている⁽³⁾。そこで、本研究では、まず E. Simiu and M. Coles⁽²⁾と同様の竜巻モデルに基づいて飛来物速度を求めるための数値解析プログラム TONBOS を作成し、数値解析手法や時間ステップ幅の飛来物速度に与える影響を明らかにする。次に、非定常風速場を用いた数値解析結果⁽³⁾と数値解析結果を比較する。この数値解析結果の比較により、竜巻風速場が飛来物速度に与える影響について議論する。</p> <p>以下、2章では、本研究で開発した竜巻飛来物速度評価プログラム TONBOS の物理モデル (基礎方程式) とその数値解析スキームについて説明する。3章では、時間積分手法や時間ステップ幅の飛来物速度に与える影響について議論する。4章では、既述研究の数値解析結果⁽³⁾との比較により、竜巻風速場が飛来物速度に与える影響について議論する。</p> <p>2. 数値解析の物理モデルと計算スキーム 2.1 基礎方程式 (a) 竜巻の風速場 竜巻の風速場はx軸方向に一定速度V_zで移動するランキン渦でモデル化する。ランキン渦の風力向風速 V_r、徑方向中心方向風速 V_θ、上昇風速 V_z は E. Simiu and M. Coles⁽²⁾と同様に以下の式で定義する (Fig.1 参照)。 V_r = a f(r), V_θ = b f(r), V_z = c f(r) (a), (b), (c) ただし、a = 1/5, b = 2/3, c = 4/3 と定義し、径方向風速 V_r と径方向風速 V_θ を合成した渦の水平速度 a²+b²V_z² は、以下の式で定義される。</p>  <p style="text-align: center;">Fig.1 Plan view of translating Rankine vortex.</p>	<p style="text-align: center;">【伊方発電所3号炉 別添1 資料1.2より引用】</p> <p style="text-align: center;">(付録3)</p> <p style="text-align: center;">日本流体力学会年会 2013</p> <p style="text-align: center;">移動ランキン渦モデルによる竜巻飛来物速度の評価 Evaluation of Tornado-borne Missile Speed using a Translating Rankine Vortex Model</p> <p>○ 江口 謙, 電中研, 千葉県枚根子市枚根子 1646, eguchi@criepi.denken.or.jp 杉本 聡一郎, 電中研, 千葉県枚根子市枚根子 1646, soichiro@criepi.denken.or.jp 服部 康男, 電中研, 千葉県枚根子市枚根子 1646, yhatoo@criepi.denken.or.jp 平口 博丸, 電中研, 千葉県枚根子市枚根子 1646, hitomaru@criepi.denken.or.jp Yuzuru Eguchi, Soichiro Sugimoto, Yasuo Hatoo, and Hitomaru Hirakuchi, Central Research Institute of Electric Power Industry, Abiko 1646, Abiko-shi, Chiba-ken, 270-1194 JAPAN</p> <p>We have developed a numerical model to evaluate velocity of tornado-borne objects or missiles where wind of tornado is modeled with translating Rankine vortex and an object is assumed to be subject to drag and gravity forces in a manner similar to E. Simiu and M. Coles (1976). In this study, effects of time integration scheme and time increment on accuracy are numerically examined and discussed. Furthermore, the results of tornado-borne missile speed are compared with those of the previous studies where tornado wind fields were defined by scaling an LES result obtained for a small experimental apparatus, to discuss the effect of the tornado wind features on the missile speed.</p> <p>1. 序論 原子力発電所の安全審査においては、竜巻やその他の自然現象が発生したとしても原子力発電所の安全性が維持されることと認められる。竜巻発生時には強風により浮上した物体が原子力発電施設に衝突する可能性があるため、竜巻に伴う飛来物の設計速度を定める必要がある。この竜巻飛来物評価方法として、竜巻の原子力施設委員会規格ガイド⁽¹⁾では、E. Simiu⁽²⁾の方法と同様に、竜巻をランキン渦で表現したモデル化による方法が用いられている。一方、国内では、小規模な竜巻発生実験装置を用いた非定常乱流解析で得られた数値解析結果に基づき、スケール縮小によって実規模竜巻の風速場に変換した非定常風速場を用いる方法が検討されている⁽³⁾。そこで、本研究では、まず E. Simiu and M. Coles⁽²⁾と同様の竜巻モデルに基づいて飛来物速度を求めるための数値解析プログラム TONBOS を作成し、数値解析手法や時間ステップ幅の飛来物速度に与える影響を明らかにする。次に、非定常風速場を用いた数値解析結果⁽³⁾と数値解析結果を比較する。この数値解析結果の比較により、竜巻風速場が飛来物速度に与える影響について議論する。</p> <p>以下、2章では、本研究で開発した竜巻飛来物速度評価プログラム TONBOS の物理モデル (基礎方程式) とその数値解析スキームについて説明する。3章では、時間積分手法や時間ステップ幅の飛来物速度に与える影響について議論する。4章では、既述研究の数値解析結果⁽³⁾との比較により、竜巻風速場が飛来物速度に与える影響について議論する。</p> <p>2. 数値解析の物理モデルと計算スキーム 2.1 基礎方程式 (a) 竜巻の風速場 竜巻の風速場はx軸方向に一定速度V_zで移動するランキン渦でモデル化する。ランキン渦の風力向風速 V_r、徑方向中心方向風速 V_θ、上昇風速 V_z は E. Simiu and M. Coles⁽²⁾と同様に以下の式で定義する (Fig.1 参照)。 V_r = a f(r), V_θ = b f(r), V_z = c f(r) (a), (b), (c) ただし、a = 1/5, b = 2/3, c = 4/3 と定義し、径方向風速 V_r と径方向風速 V_θ を合成した渦の水平速度 a²+b²V_z² は、以下の式で定義される。</p>  <p style="text-align: center;">Fig.1 Plan view of translating Rankine vortex.</p>	<p style="text-align: center;">(付録3)</p> <p style="text-align: center;">日本流体力学会年会 2013</p> <p style="text-align: center;">移動ランキン渦モデルによる竜巻飛来物速度の評価 Evaluation of Tornado-borne Missile Speed using a Translating Rankine Vortex Model</p> <p>○ 江口 謙, 電中研, 千葉県枚根子市枚根子 1646, eguchi@criepi.denken.or.jp 杉本 聡一郎, 電中研, 千葉県枚根子市枚根子 1646, soichiro@criepi.denken.or.jp 服部 康男, 電中研, 千葉県枚根子市枚根子 1646, yhatoo@criepi.denken.or.jp 平口 博丸, 電中研, 千葉県枚根子市枚根子 1646, hitomaru@criepi.denken.or.jp Yuzuru Eguchi, Soichiro Sugimoto, Yasuo Hatoo, and Hitomaru Hirakuchi, Central Research Institute of Electric Power Industry, Abiko 1646, Abiko-shi, Chiba-ken, 270-1194 JAPAN</p> <p>We have developed a numerical model to evaluate velocity of tornado-borne objects or missiles where wind of tornado is modeled with translating Rankine vortex and an object is assumed to be subject to drag and gravity forces in a manner similar to E. Simiu and M. Coles (1976). In this study, effects of time integration scheme and time increment on accuracy are numerically examined and discussed. Furthermore, the results of tornado-borne missile speed are compared with those of the previous studies where tornado wind fields were defined by scaling an LES result obtained for a small experimental apparatus, to discuss the effect of the tornado wind features on the missile speed.</p> <p>1. 序論 原子力発電所の安全審査においては、竜巻やその他の自然現象が発生したとしても原子力発電所の安全性が維持されることと認められる。竜巻発生時には強風により浮上した物体が原子力発電施設に衝突する可能性があるため、竜巻に伴う飛来物の設計速度を定める必要がある。この竜巻飛来物評価方法として、竜巻の原子力施設委員会規格ガイド⁽¹⁾では、E. Simiu⁽²⁾の方法と同様に、竜巻をランキン渦で表現したモデル化による方法が用いられている。一方、国内では、小規模な竜巻発生実験装置を用いた非定常乱流解析で得られた数値解析結果に基づき、スケール縮小によって実規模竜巻の風速場に変換した非定常風速場を用いる方法が検討されている⁽³⁾。そこで、本研究では、まず E. Simiu and M. Coles⁽²⁾と同様の竜巻モデルに基づいて飛来物速度を求めるための数値解析プログラム TONBOS を作成し、数値解析手法や時間ステップ幅の飛来物速度に与える影響を明らかにする。次に、非定常風速場を用いた数値解析結果⁽³⁾と数値解析結果を比較する。この数値解析結果の比較により、竜巻風速場が飛来物速度に与える影響について議論する。</p> <p>以下、2章では、本研究で開発した竜巻飛来物速度評価プログラム TONBOS の物理モデル (基礎方程式) とその数値解析スキームについて説明する。3章では、時間積分手法や時間ステップ幅の飛来物速度に与える影響について議論する。4章では、既述研究の数値解析結果⁽³⁾との比較により、竜巻風速場が飛来物速度に与える影響について議論する。</p> <p>2. 数値解析の物理モデルと計算スキーム 2.1 基礎方程式 (a) 竜巻の風速場 竜巻の風速場はx軸方向に一定速度V_zで移動するランキン渦でモデル化する。ランキン渦の風力向風速 V_r、徑方向中心方向風速 V_θ、上昇風速 V_z は E. Simiu and M. Coles⁽²⁾と同様に以下の式で定義する (Fig.1 参照)。 V_r = a f(r), V_θ = b f(r), V_z = c f(r) (a), (b), (c) ただし、a = 1/5, b = 2/3, c = 4/3 と定義し、径方向風速 V_r と径方向風速 V_θ を合成した渦の水平速度 a²+b²V_z² は、以下の式で定義される。</p>  <p style="text-align: center;">Fig.1 Plan view of translating Rankine vortex.</p>	

赤字: 設備、運用又は体制の相違 (設計方針の相違)
 青字: 記載箇所又は記載内容の相違 (記載方針の相違)
 緑字: 記載表現、設備名称の相違 (実質的な相違なし)

大飯発電所3/4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
<p style="text-align: right;">日本気体力学会年會 2013</p> <p>なお、静止する観測者からみた最大水平風速 V_D は、以下で計算される。</p> $V_D = V_a + V_w \quad (5)$ <p>0. 飛来物の運動 飛来物の運動は、既往研究⁽²⁾と同様に方向性が一定の平均的な抗力 (抗力係数一定) と重力のみが外力として作用すると仮定する。この場合の飛来物の運動方程式は以下のようになる。</p> $\frac{dV_x(t)}{dt} = -\frac{1}{2} \rho \frac{C_d A}{m} [V_x - V_w] (V_x - V_w) - g \quad (6)$ <p>ここで、各変数は以下で定義されるものである。 V_x: 飛来物の速度ベクトル V_w: 観測者ベクトル (ランキン型渦風速と移動速度の和) ρ: 空気密度 C_d: 飛来物の平均抗力係数 A: 飛来物の代表見附面積 m: 飛来物の質量 g: 重力加速度 k: 鉛直上向き単位ベクトル</p> <p>2.2 飛来物運動方程式の時間積分法 時刻 t における飛来物の風速 $V_x(t)$ は式(6)で与えられるので、式(6)を時間積分することによって、飛来物の速度と位置の時間積分を求めることができる。ここでは、以下の2つの時間積分法を解説する。</p> <p>(1) 一定加速度法 (解析法) 式(6)において、時刻 $t=0$ から時刻 $t=dt$ における加速度が一定 (時刻の幅で一定) と仮定する。つまり、</p> $\frac{dV_x(t)}{dt} = A(t) \quad (7)$ <p>ただし、$A(t)$ は以下で定義される加速度ベクトルである。</p> $A(t) = \left[\frac{d}{dt} (V_x(t) - V_w(t)) \right] (V_x(t) - V_w(t)) - g \quad (8)$ <p>なお、簡略のため $C_d A / 2m$ とした。式(7)を時間積分すると、以下の速度式を得る。</p> $V_x(t) = V_x(t_0) + A(t)(t - t_0) \quad (9)$ <p>さらに、式(9)を時間積分すると、以下の飛来物位置の時間積分式を得る。</p> $X_x(t) = X_x(t_0) + V_x(t_0)(t - t_0) + \frac{A(t)}{2}(t - t_0)^2 \quad (10)$ <p>ただし、$X_x(t_0)$ は飛来物の位置を表す。従って、式(9)、(10)より時刻 $t=dt$ における飛来物の速度と位置は以下で与えられる。</p> $V_x(t+dt) = V_x(t) + [A(t)dt] \quad (11)$ $X_x(t+dt) = X_x(t) + V_x(t)dt + \frac{A(t)}{2}(dt)^2 \quad (12)$ <p>ただし、式(11)、(12)より $A(t)dt$ を消去すると以下のような $V_x(t+dt)$ と $X_x(t+dt)$ の非線形関係式を得ることができる。</p> $d(t) = X_x(t) + \frac{2X_x(t) - X_x(t+dt)}{2} - \frac{A(t)}{2}(dt)^2 \quad (22)$ <p>また、式(7)、(10)から $A(t)dt$ を消去すると以下のような $V_x(t+dt)$ と $X_x(t+dt)$ の非線形関係式を得ることができる。</p>	<p style="text-align: center;">【伊方発電所3号炉 別添1 資料1.2より引用】</p> <p style="text-align: right;">日本気体力学会年會 2013</p> <p>なお、静止する観測者からみた最大水平風速 V_D は、以下で計算される。</p> $V_D = V_a + V_w \quad (5)$ <p>0. 飛来物の運動 飛来物の運動は、既往研究⁽²⁾と同様に方向性が一定の平均的な抗力 (抗力係数一定) と重力のみが外力として作用すると仮定する。この場合の飛来物の運動方程式は以下のようになる。</p> $\frac{dV_x(t)}{dt} = -\frac{1}{2} \rho \frac{C_d A}{m} [V_x - V_w] (V_x - V_w) - g \quad (6)$ <p>ここで、各変数は以下で定義されるものである。 V_x: 飛来物の速度ベクトル V_w: 観測者ベクトル (ランキン型渦風速と移動速度の和) ρ: 空気密度 C_d: 飛来物の平均抗力係数 A: 飛来物の代表見附面積 m: 飛来物の質量 g: 重力加速度 k: 鉛直上向き単位ベクトル</p> <p>2.2 飛来物運動方程式の時間積分法 時刻 t における飛来物の風速 $V_x(t)$ は式(6)で与えられるので、式(6)を時間積分することによって、飛来物の速度と位置の時間積分を求めることができる。ここでは、以下の2つの時間積分法を解説する。</p> <p>(1) 一定加速度法 (解析法) 式(6)において、時刻 $t=0$ から時刻 $t=dt$ における加速度が一定 (時刻の幅で一定) と仮定する。つまり、</p> $\frac{dV_x(t)}{dt} = A(t) \quad (7)$ <p>ただし、$A(t)$ は以下で定義される加速度ベクトルである。</p> $A(t) = \left[\frac{d}{dt} (V_x(t) - V_w(t)) \right] (V_x(t) - V_w(t)) - g \quad (8)$ <p>なお、簡略のため $C_d A / 2m$ とした。式(7)を時間積分すると、以下の速度式を得る。</p> $V_x(t) = V_x(t_0) + A(t)(t - t_0) \quad (9)$ <p>さらに、式(9)を時間積分すると、以下の飛来物位置の時間積分式を得る。</p> $X_x(t) = X_x(t_0) + V_x(t_0)(t - t_0) + \frac{A(t)}{2}(t - t_0)^2 \quad (10)$ <p>ただし、$X_x(t_0)$ は飛来物の位置を表す。従って、式(9)、(10)より時刻 $t=dt$ における飛来物の速度と位置は以下で与えられる。</p> $V_x(t+dt) = V_x(t) + [A(t)dt] \quad (11)$ $X_x(t+dt) = X_x(t) + V_x(t)dt + \frac{A(t)}{2}(dt)^2 \quad (12)$ <p>ただし、式(11)、(12)より $A(t)dt$ を消去すると以下のような $V_x(t+dt)$ と $X_x(t+dt)$ の非線形関係式を得ることができる。</p>	<p style="text-align: right;">日本気体力学会年會 2013</p> <p>なお、静止する観測者からみた最大水平風速 V_D は、以下で計算される。</p> $V_D = V_a + V_w \quad (5)$ <p>0. 飛来物の運動 飛来物の運動は、既往研究⁽²⁾と同様に方向性が一定の平均的な抗力 (抗力係数一定) と重力のみが外力として作用すると仮定する。この場合の飛来物の運動方程式は以下のようになる。</p> $\frac{dV_x(t)}{dt} = -\frac{1}{2} \rho \frac{C_d A}{m} [V_x - V_w] (V_x - V_w) - g \quad (6)$ <p>ここで、各変数は以下で定義されるものである。 V_x: 飛来物の速度ベクトル V_w: 観測者ベクトル (ランキン型渦風速と移動速度の和) ρ: 空気密度 C_d: 飛来物の平均抗力係数 A: 飛来物の代表見附面積 m: 飛来物の質量 g: 重力加速度 k: 鉛直上向き単位ベクトル</p> <p>2.2 飛来物運動方程式の時間積分法 時刻 t における飛来物の風速 $V_x(t)$ は式(6)で与えられるので、式(6)を時間積分することによって、飛来物の速度と位置の時間積分を求めることができる。ここでは、以下の2つの時間積分法を解説する。</p> <p>(1) 一定加速度法 (解析法) 式(6)において、時刻 $t=0$ から時刻 $t=dt$ における加速度が一定 (時刻の幅で一定) と仮定する。つまり、</p> $\frac{dV_x(t)}{dt} = A(t) \quad (7)$ <p>ただし、$A(t)$ は以下で定義される加速度ベクトルである。</p> $A(t) = \left[\frac{d}{dt} (V_x(t) - V_w(t)) \right] (V_x(t) - V_w(t)) - g \quad (8)$ <p>なお、簡略のため $C_d A / 2m$ とした。式(7)を時間積分すると、以下の速度式を得る。</p> $V_x(t) = V_x(t_0) + A(t)(t - t_0) \quad (9)$ <p>さらに、式(9)を時間積分すると、以下の飛来物位置の時間積分式を得る。</p> $X_x(t) = X_x(t_0) + V_x(t_0)(t - t_0) + \frac{A(t)}{2}(t - t_0)^2 \quad (10)$ <p>ただし、$X_x(t_0)$ は飛来物の位置を表す。従って、式(9)、(10)より時刻 $t=dt$ における飛来物の速度と位置は以下で与えられる。</p> $V_x(t+dt) = V_x(t) + [A(t)dt] \quad (11)$ $X_x(t+dt) = X_x(t) + V_x(t)dt + \frac{A(t)}{2}(dt)^2 \quad (12)$ <p>ただし、式(11)、(12)より $A(t)dt$ を消去すると以下のような $V_x(t+dt)$ と $X_x(t+dt)$ の非線形関係式を得ることができる。</p>	<p>相違理由</p>

赤字:設備,運用又は体制の相違(設計方針の相違)
青字:記載箇所又は記載内容の相違(記載方針の相違)
緑字:記載表現,設備名称の相違(実質的な相違なし)

Table with 4 columns: 大飯発電所3/4号炉, 女川原子力発電所2号炉, 泊発電所3号炉, 相違理由. Each cell contains technical details, equations, and graphs comparing explicit and implicit methods for position and velocity errors.

赤字: 設備, 運用又は体制の相違 (設計方針の相違)
 青字: 記載箇所又は記載内容の相違 (記載方針の相違)
 緑字: 記載表現, 又は設備名称の相違 (実質的な相違なし)

<p>大飯発電所3/4号炉</p> <p>日本流体力学会年会 2013</p> <p>Fig.2(a)および Fig.2(b)より一定加速法(誤解法)よりも扇形加速法(誤解法)の方が精度が良い。一定加速法は時間ステップに関して1次精度。扇形加速法は2次精度を有することが確認された。なお、この例では一定加速法(誤解法)を用いて時刻間ステップを0.1[s]以下に設定すれば、物体位置および物体速度の相対誤差は1%以下に抑えることができる。</p> <p>3.2 移動する竜巻の検証</p> <p>Sinin and Scambiusは、初速ゼロの飛来物の運動(0.40[m/s; 単位: m])に相当するものとして飛来物の運動を計算し、飛来物に地上に落下するまでに達した最大の水平速度を「飛来物最大水平速度」と定義して数値解析結果を得ている。そこで、これと同様に Table 1に示す3種類の竜巻条件 (Tomado Type-I, II, III) を用いて、TONBOS によって「飛来物最大水平速度」V_{max} を求めて、Table 1の各条件は文獻(3)の Table 3.5 (p.127)に記載されている値を[m/s]から[m/s]²、[m/s]から[m/s]²に換算したものである。</p> <p>物体特性値 $C_{p,0.6}$ については、文獻(3)の Table 16.31 (p.565)に記載されている値 ($C_{p,0.6}=0.003, 0.004, 0.004, 0.005, 0.007, 0.027[m^2/kg]$) および Table 16.32 (p.567, Tomado Type-I) のケース (a)に記載されている値 ($C_{p,0.6}=0.01, 0.01[m^2/kg]$) を用いて検証した。なお、初期速度ベクトルは0[m/s]と設定した。また、初期位置は(41.129[deg], 0)と設定した。</p> <p>Fig.3に物体特性 $C_{p,0.6}$ の各値に対する「飛来物最大水平速度」V_{max} を示した結果と比較して示す。本数値解析の V_{max} の結果は文獻よりもやや大きい傾向にあるが、両者は整合する結果となっている。なお、一定加速法(誤解法)を用いても、扇形加速法(誤解法)と同様の解が得られる。文獻との相違の原因としては、数値解析スキームの違いや空気密度などの物理量の違いが考えられるが、文獻などで詳しい説明はなされていない。</p> <p>4. 竜巻通過時の影響</p> <p>4.1 竜巻通過相当条件の比較</p> <p>Mansouryは竜巻通過時の瞬間および時間平均化した扇形加速法の最大 V_{max} とその発生半径 R_{max} で定義される Re (値は760) を対象としたLES解析結果に基づき、一定速度 V_c で移動する実規模の竜巻通過を生じさせて飛来物速度を求め、その一例として $V_{max}=82[m/s]$, $R_{max}=45[m]$, $V_c=21[m/s]$の竜巻条件に相当する非定常風速場を生成し、この非定常風速場中の飛来物(0-R_{max} [m])から初速ゼロの飛来物を放出する数値解析を多数 (5100 ケース) 行い、飛来物の「飛来物最大水平速度」V_{max} の分布分布を求めた(文獻(4)の Fig.11)。その結果によると、V_{max} の平均値は48[m/s]、標準偏差は7[m/s]、最高値は62[m/s]となっている。この結果に対応する瞬間をランダムモデルで計算するために、TONBOS において $V_c=45[m/s]$, $V_c=82[m/s]$, $V_c=21[m/s]$ (初期速度) V_c は3.2節と同様の条件で初速ゼロの飛来物を初速0-R_{max} [m]から放出する数値解析を行った。なお、扇形加速法による最大値を82[m/s]と設定するため、式(10)(1)で $\alpha=12, \beta=1, \gamma=23$ とした。その結果、$V_{max}=47.22[m/s]$ が得られ、Mansouryが得た V_{max} の平均値(48[m/s])と良く一致した。</p> <p>さらに、文獻(4)では初期速度 V_c を参考に設定した3種類の竜巻条件について、高さ40[m]の位置から飛来物を初速ゼロから多数、放出して V_{max} を求めた。一方、本数値解析では、これに相当する条件 (Table 1に示す Vortex Type-I, II, III) を TONBOS によって、飛来物を高さ40[m]から放出する結果となつて示す。Fig.4に物体特性 $C_{p,0.6}$ の各値に対する V_{max} を文獻(4)の結果と比較して示す。文獻(4)の V_{max} は本数値解析で得られた V_{max} よりも大きい傾向にあるが、両者は良く整合することが分かる。</p> <th data-bbox="705 108 1330 1476"> <p>女川原子力発電所2号炉</p> <p>【伊方発電所3号炉 別添1 資料1.2より引用】</p> <p>日本流体力学会年会 2013</p> <p>Fig.2(a)および Fig.2(b)より一定加速法(誤解法)よりも扇形加速法(誤解法)の方が精度が良い。一定加速法は時間ステップに関して1次精度。扇形加速法は2次精度を有することが確認された。なお、この例では一定加速法(誤解法)を用いて時刻間ステップを0.1[s]以下に設定すれば、物体位置および物体速度の相対誤差は1%以下に抑えることができる。</p> <p>3.2 移動する竜巻の検証</p> <p>Sinin and Scambiusは、初速ゼロの飛来物の運動(0.40[m/s; 単位: m])に相当するものとして飛来物の運動を計算し、飛来物に地上に落下するまでに達した最大の水平速度を「飛来物最大水平速度」と定義して数値解析結果を得ている。そこで、これと同様に Table 1に示す3種類の竜巻条件 (Tomado Type-I, II, III) を用いて、TONBOS によって「飛来物最大水平速度」V_{max} を求めて、Table 1の各条件は文獻(3)の Table 3.5 (p.127)に記載されている値を[m/s]から[m/s]²、[m/s]から[m/s]²に換算したものである。</p> <p>物体特性値 $C_{p,0.6}$ については、文獻(3)の Table 16.31 (p.565)に記載されている値 ($C_{p,0.6}=0.003, 0.004, 0.004, 0.005, 0.007, 0.027[m^2/kg]$) および Table 16.32 (p.567, Tomado Type-I) のケース (a)に記載されている値 ($C_{p,0.6}=0.01, 0.01[m^2/kg]$) を用いて検証した。なお、初期速度ベクトルは0[m/s]と設定した。また、初期位置は(41.129[deg], 0)と設定した。</p> <p>Fig.3に物体特性 $C_{p,0.6}$ の各値に対する「飛来物最大水平速度」V_{max} を示した結果と比較して示す。本数値解析の V_{max} の結果は文獻よりもやや大きい傾向にあるが、両者は整合する結果となっている。なお、一定加速法(誤解法)を用いても、扇形加速法(誤解法)と同様の解が得られる。文獻との相違の原因としては、数値解析スキームの違いや空気密度などの物理量の違いが考えられるが、文獻などで詳しい説明はなされていない。</p> <p>4. 竜巻通過時の影響</p> <p>4.1 竜巻通過相当条件の比較</p> <p>Mansouryは竜巻通過時の瞬間および時間平均化した扇形加速法の最大 V_{max} とその発生半径 R_{max} で定義される Re (値は760) を対象としたLES解析結果に基づき、一定速度 V_c で移動する実規模の竜巻通過を生じさせて飛来物速度を求め、その一例として $V_{max}=82[m/s]$, $R_{max}=45[m]$, $V_c=21[m/s]$の竜巻条件に相当する非定常風速場を生成し、この非定常風速場中の飛来物(0-R_{max} [m])から初速ゼロの飛来物を放出する数値解析を多数 (5100 ケース) 行い、飛来物の「飛来物最大水平速度」V_{max} の分布分布を求めた(文獻(4)の Fig.11)。その結果によると、V_{max} の平均値は48[m/s]、標準偏差は7[m/s]、最高値は62[m/s]となっている。この結果に対応する瞬間をランダムモデルで計算するために、TONBOS において $V_c=45[m/s]$, $V_c=82[m/s]$, $V_c=21[m/s]$ (初期速度) V_c は3.2節と同様の条件で初速ゼロの飛来物を初速0-R_{max} [m]から放出する数値解析を行った。なお、扇形加速法による最大値を82[m/s]と設定するため、式(10)(1)で $\alpha=12, \beta=1, \gamma=23$ とした。その結果、$V_{max}=47.22[m/s]$ が得られ、Mansouryが得た V_{max} の平均値(48[m/s])と良く一致した。</p> <p>さらに、文獻(4)では初期速度 V_c を参考に設定した3種類の竜巻条件について、高さ40[m]の位置から飛来物を初速ゼロから多数、放出して V_{max} を求めた。一方、本数値解析では、これに相当する条件 (Table 1に示す Vortex Type-I, II, III) を TONBOS によって、飛来物を高さ40[m]から放出する結果となつて示す。Fig.4に物体特性 $C_{p,0.6}$ の各値に対する V_{max} を文獻(4)の結果と比較して示す。文獻(4)の V_{max} は本数値解析で得られた V_{max} よりも大きい傾向にあるが、両者は良く整合することが分かる。</p> <th data-bbox="1330 108 1960 1476"> <p>泊発電所3号炉</p> <p>日本流体力学会年会 2013</p> <p>Fig.2(a)および Fig.2(b)より一定加速法(誤解法)よりも扇形加速法(誤解法)の方が精度が良い。一定加速法は時間ステップに関して1次精度。扇形加速法は2次精度を有することが確認された。なお、この例では一定加速法(誤解法)を用いて時刻間ステップを0.1[s]以下に設定すれば、物体位置および物体速度の相対誤差は1%以下に抑えることができる。</p> <p>3.2 移動する竜巻の検証</p> <p>Sinin and Scambiusは、初速ゼロの飛来物の運動(0.40[m/s; 単位: m])に相当するものとして飛来物の運動を計算し、飛来物に地上に落下するまでに達した最大の水平速度を「飛来物最大水平速度」と定義して数値解析結果を得ている。そこで、これと同様に Table 1に示す3種類の竜巻条件 (Tomado Type-I, II, III) を用いて、TONBOS によって「飛来物最大水平速度」V_{max} を求めて、Table 1の各条件は文獻(3)の Table 3.5 (p.127)に記載されている値を[m/s]から[m/s]²、[m/s]から[m/s]²に換算したものである。</p> <p>物体特性値 $C_{p,0.6}$ については、文獻(3)の Table 16.31 (p.565)に記載されている値 ($C_{p,0.6}=0.003, 0.004, 0.004, 0.005, 0.007, 0.027[m^2/kg]$) および Table 16.32 (p.567, Tomado Type-I) のケース (a)に記載されている値 ($C_{p,0.6}=0.01, 0.01[m^2/kg]$) を用いて検証した。なお、初期速度ベクトルは0[m/s]と設定した。また、初期位置は(41.129[deg], 0)と設定した。</p> <p>Fig.3に物体特性 $C_{p,0.6}$ の各値に対する「飛来物最大水平速度」V_{max} を示した結果と比較して示す。本数値解析の V_{max} の結果は文獻よりもやや大きい傾向にあるが、両者は整合する結果となっている。なお、一定加速法(誤解法)を用いても、扇形加速法(誤解法)と同様の解が得られる。文獻との相違の原因としては、数値解析スキームの違いや空気密度などの物理量の違いが考えられるが、文獻などで詳しい説明はなされていない。</p> <p>4. 竜巻通過時の影響</p> <p>4.1 竜巻通過相当条件の比較</p> <p>Mansouryは竜巻通過時の瞬間および時間平均化した扇形加速法の最大 V_{max} とその発生半径 R_{max} で定義される Re (値は760) を対象としたLES解析結果に基づき、一定速度 V_c で移動する実規模の竜巻通過を生じさせて飛来物速度を求め、その一例として $V_{max}=82[m/s]$, $R_{max}=45[m]$, $V_c=21[m/s]$の竜巻条件に相当する非定常風速場を生成し、この非定常風速場中の飛来物(0-R_{max} [m])から初速ゼロの飛来物を放出する数値解析を多数 (5100 ケース) 行い、飛来物の「飛来物最大水平速度」V_{max} の分布分布を求めた(文獻(4)の Fig.11)。その結果によると、V_{max} の平均値は48[m/s]、標準偏差は7[m/s]、最高値は62[m/s]となっている。この結果に対応する瞬間をランダムモデルで計算するために、TONBOS において $V_c=45[m/s]$, $V_c=82[m/s]$, $V_c=21[m/s]$ (初期速度) V_c は3.2節と同様の条件で初速ゼロの飛来物を初速0-R_{max} [m]から放出する数値解析を行った。なお、扇形加速法による最大値を82[m/s]と設定するため、式(10)(1)で $\alpha=12, \beta=1, \gamma=23$ とした。その結果、$V_{max}=47.22[m/s]$ が得られ、Mansouryが得た V_{max} の平均値(48[m/s])と良く一致した。</p> <p>さらに、文獻(4)では初期速度 V_c を参考に設定した3種類の竜巻条件について、高さ40[m]の位置から飛来物を初速ゼロから多数、放出して V_{max} を求めた。一方、本数値解析では、これに相当する条件 (Table 1に示す Vortex Type-I, II, III) を TONBOS によって、飛来物を高さ40[m]から放出する結果となつて示す。Fig.4に物体特性 $C_{p,0.6}$ の各値に対する V_{max} を文獻(4)の結果と比較して示す。文獻(4)の V_{max} は本数値解析で得られた V_{max} よりも大きい傾向にあるが、両者は良く整合することが分かる。</p> <th data-bbox="1960 108 2172 1476"> <p>相違理由</p> </th></th></th>	<p>女川原子力発電所2号炉</p> <p>【伊方発電所3号炉 別添1 資料1.2より引用】</p> <p>日本流体力学会年会 2013</p> <p>Fig.2(a)および Fig.2(b)より一定加速法(誤解法)よりも扇形加速法(誤解法)の方が精度が良い。一定加速法は時間ステップに関して1次精度。扇形加速法は2次精度を有することが確認された。なお、この例では一定加速法(誤解法)を用いて時刻間ステップを0.1[s]以下に設定すれば、物体位置および物体速度の相対誤差は1%以下に抑えることができる。</p> <p>3.2 移動する竜巻の検証</p> <p>Sinin and Scambiusは、初速ゼロの飛来物の運動(0.40[m/s; 単位: m])に相当するものとして飛来物の運動を計算し、飛来物に地上に落下するまでに達した最大の水平速度を「飛来物最大水平速度」と定義して数値解析結果を得ている。そこで、これと同様に Table 1に示す3種類の竜巻条件 (Tomado Type-I, II, III) を用いて、TONBOS によって「飛来物最大水平速度」V_{max} を求めて、Table 1の各条件は文獻(3)の Table 3.5 (p.127)に記載されている値を[m/s]から[m/s]²、[m/s]から[m/s]²に換算したものである。</p> <p>物体特性値 $C_{p,0.6}$ については、文獻(3)の Table 16.31 (p.565)に記載されている値 ($C_{p,0.6}=0.003, 0.004, 0.004, 0.005, 0.007, 0.027[m^2/kg]$) および Table 16.32 (p.567, Tomado Type-I) のケース (a)に記載されている値 ($C_{p,0.6}=0.01, 0.01[m^2/kg]$) を用いて検証した。なお、初期速度ベクトルは0[m/s]と設定した。また、初期位置は(41.129[deg], 0)と設定した。</p> <p>Fig.3に物体特性 $C_{p,0.6}$ の各値に対する「飛来物最大水平速度」V_{max} を示した結果と比較して示す。本数値解析の V_{max} の結果は文獻よりもやや大きい傾向にあるが、両者は整合する結果となっている。なお、一定加速法(誤解法)を用いても、扇形加速法(誤解法)と同様の解が得られる。文獻との相違の原因としては、数値解析スキームの違いや空気密度などの物理量の違いが考えられるが、文獻などで詳しい説明はなされていない。</p> <p>4. 竜巻通過時の影響</p> <p>4.1 竜巻通過相当条件の比較</p> <p>Mansouryは竜巻通過時の瞬間および時間平均化した扇形加速法の最大 V_{max} とその発生半径 R_{max} で定義される Re (値は760) を対象としたLES解析結果に基づき、一定速度 V_c で移動する実規模の竜巻通過を生じさせて飛来物速度を求め、その一例として $V_{max}=82[m/s]$, $R_{max}=45[m]$, $V_c=21[m/s]$の竜巻条件に相当する非定常風速場を生成し、この非定常風速場中の飛来物(0-R_{max} [m])から初速ゼロの飛来物を放出する数値解析を多数 (5100 ケース) 行い、飛来物の「飛来物最大水平速度」V_{max} の分布分布を求めた(文獻(4)の Fig.11)。その結果によると、V_{max} の平均値は48[m/s]、標準偏差は7[m/s]、最高値は62[m/s]となっている。この結果に対応する瞬間をランダムモデルで計算するために、TONBOS において $V_c=45[m/s]$, $V_c=82[m/s]$, $V_c=21[m/s]$ (初期速度) V_c は3.2節と同様の条件で初速ゼロの飛来物を初速0-R_{max} [m]から放出する数値解析を行った。なお、扇形加速法による最大値を82[m/s]と設定するため、式(10)(1)で $\alpha=12, \beta=1, \gamma=23$ とした。その結果、$V_{max}=47.22[m/s]$ が得られ、Mansouryが得た V_{max} の平均値(48[m/s])と良く一致した。</p> <p>さらに、文獻(4)では初期速度 V_c を参考に設定した3種類の竜巻条件について、高さ40[m]の位置から飛来物を初速ゼロから多数、放出して V_{max} を求めた。一方、本数値解析では、これに相当する条件 (Table 1に示す Vortex Type-I, II, III) を TONBOS によって、飛来物を高さ40[m]から放出する結果となつて示す。Fig.4に物体特性 $C_{p,0.6}$ の各値に対する V_{max} を文獻(4)の結果と比較して示す。文獻(4)の V_{max} は本数値解析で得られた V_{max} よりも大きい傾向にあるが、両者は良く整合することが分かる。</p> <th data-bbox="1330 108 1960 1476"> <p>泊発電所3号炉</p> <p>日本流体力学会年会 2013</p> <p>Fig.2(a)および Fig.2(b)より一定加速法(誤解法)よりも扇形加速法(誤解法)の方が精度が良い。一定加速法は時間ステップに関して1次精度。扇形加速法は2次精度を有することが確認された。なお、この例では一定加速法(誤解法)を用いて時刻間ステップを0.1[s]以下に設定すれば、物体位置および物体速度の相対誤差は1%以下に抑えることができる。</p> <p>3.2 移動する竜巻の検証</p> <p>Sinin and Scambiusは、初速ゼロの飛来物の運動(0.40[m/s; 単位: m])に相当するものとして飛来物の運動を計算し、飛来物に地上に落下するまでに達した最大の水平速度を「飛来物最大水平速度」と定義して数値解析結果を得ている。そこで、これと同様に Table 1に示す3種類の竜巻条件 (Tomado Type-I, II, III) を用いて、TONBOS によって「飛来物最大水平速度」V_{max} を求めて、Table 1の各条件は文獻(3)の Table 3.5 (p.127)に記載されている値を[m/s]から[m/s]²、[m/s]から[m/s]²に換算したものである。</p> <p>物体特性値 $C_{p,0.6}$ については、文獻(3)の Table 16.31 (p.565)に記載されている値 ($C_{p,0.6}=0.003, 0.004, 0.004, 0.005, 0.007, 0.027[m^2/kg]$) および Table 16.32 (p.567, Tomado Type-I) のケース (a)に記載されている値 ($C_{p,0.6}=0.01, 0.01[m^2/kg]$) を用いて検証した。なお、初期速度ベクトルは0[m/s]と設定した。また、初期位置は(41.129[deg], 0)と設定した。</p> <p>Fig.3に物体特性 $C_{p,0.6}$ の各値に対する「飛来物最大水平速度」V_{max} を示した結果と比較して示す。本数値解析の V_{max} の結果は文獻よりもやや大きい傾向にあるが、両者は整合する結果となっている。なお、一定加速法(誤解法)を用いても、扇形加速法(誤解法)と同様の解が得られる。文獻との相違の原因としては、数値解析スキームの違いや空気密度などの物理量の違いが考えられるが、文獻などで詳しい説明はなされていない。</p> <p>4. 竜巻通過時の影響</p> <p>4.1 竜巻通過相当条件の比較</p> <p>Mansouryは竜巻通過時の瞬間および時間平均化した扇形加速法の最大 V_{max} とその発生半径 R_{max} で定義される Re (値は760) を対象としたLES解析結果に基づき、一定速度 V_c で移動する実規模の竜巻通過を生じさせて飛来物速度を求め、その一例として $V_{max}=82[m/s]$, $R_{max}=45[m]$, $V_c=21[m/s]$の竜巻条件に相当する非定常風速場を生成し、この非定常風速場中の飛来物(0-R_{max} [m])から初速ゼロの飛来物を放出する数値解析を多数 (5100 ケース) 行い、飛来物の「飛来物最大水平速度」V_{max} の分布分布を求めた(文獻(4)の Fig.11)。その結果によると、V_{max} の平均値は48[m/s]、標準偏差は7[m/s]、最高値は62[m/s]となっている。この結果に対応する瞬間をランダムモデルで計算するために、TONBOS において $V_c=45[m/s]$, $V_c=82[m/s]$, $V_c=21[m/s]$ (初期速度) V_c は3.2節と同様の条件で初速ゼロの飛来物を初速0-R_{max} [m]から放出する数値解析を行った。なお、扇形加速法による最大値を82[m/s]と設定するため、式(10)(1)で $\alpha=12, \beta=1, \gamma=23$ とした。その結果、$V_{max}=47.22[m/s]$ が得られ、Mansouryが得た V_{max} の平均値(48[m/s])と良く一致した。</p> <p>さらに、文獻(4)では初期速度 V_c を参考に設定した3種類の竜巻条件について、高さ40[m]の位置から飛来物を初速ゼロから多数、放出して V_{max} を求めた。一方、本数値解析では、これに相当する条件 (Table 1に示す Vortex Type-I, II, III) を TONBOS によって、飛来物を高さ40[m]から放出する結果となつて示す。Fig.4に物体特性 $C_{p,0.6}$ の各値に対する V_{max} を文獻(4)の結果と比較して示す。文獻(4)の V_{max} は本数値解析で得られた V_{max} よりも大きい傾向にあるが、両者は良く整合することが分かる。</p> <th data-bbox="1960 108 2172 1476"> <p>相違理由</p> </th></th>	<p>泊発電所3号炉</p> <p>日本流体力学会年会 2013</p> <p>Fig.2(a)および Fig.2(b)より一定加速法(誤解法)よりも扇形加速法(誤解法)の方が精度が良い。一定加速法は時間ステップに関して1次精度。扇形加速法は2次精度を有することが確認された。なお、この例では一定加速法(誤解法)を用いて時刻間ステップを0.1[s]以下に設定すれば、物体位置および物体速度の相対誤差は1%以下に抑えることができる。</p> <p>3.2 移動する竜巻の検証</p> <p>Sinin and Scambiusは、初速ゼロの飛来物の運動(0.40[m/s; 単位: m])に相当するものとして飛来物の運動を計算し、飛来物に地上に落下するまでに達した最大の水平速度を「飛来物最大水平速度」と定義して数値解析結果を得ている。そこで、これと同様に Table 1に示す3種類の竜巻条件 (Tomado Type-I, II, III) を用いて、TONBOS によって「飛来物最大水平速度」V_{max} を求めて、Table 1の各条件は文獻(3)の Table 3.5 (p.127)に記載されている値を[m/s]から[m/s]²、[m/s]から[m/s]²に換算したものである。</p> <p>物体特性値 $C_{p,0.6}$ については、文獻(3)の Table 16.31 (p.565)に記載されている値 ($C_{p,0.6}=0.003, 0.004, 0.004, 0.005, 0.007, 0.027[m^2/kg]$) および Table 16.32 (p.567, Tomado Type-I) のケース (a)に記載されている値 ($C_{p,0.6}=0.01, 0.01[m^2/kg]$) を用いて検証した。なお、初期速度ベクトルは0[m/s]と設定した。また、初期位置は(41.129[deg], 0)と設定した。</p> <p>Fig.3に物体特性 $C_{p,0.6}$ の各値に対する「飛来物最大水平速度」V_{max} を示した結果と比較して示す。本数値解析の V_{max} の結果は文獻よりもやや大きい傾向にあるが、両者は整合する結果となっている。なお、一定加速法(誤解法)を用いても、扇形加速法(誤解法)と同様の解が得られる。文獻との相違の原因としては、数値解析スキームの違いや空気密度などの物理量の違いが考えられるが、文獻などで詳しい説明はなされていない。</p> <p>4. 竜巻通過時の影響</p> <p>4.1 竜巻通過相当条件の比較</p> <p>Mansouryは竜巻通過時の瞬間および時間平均化した扇形加速法の最大 V_{max} とその発生半径 R_{max} で定義される Re (値は760) を対象としたLES解析結果に基づき、一定速度 V_c で移動する実規模の竜巻通過を生じさせて飛来物速度を求め、その一例として $V_{max}=82[m/s]$, $R_{max}=45[m]$, $V_c=21[m/s]$の竜巻条件に相当する非定常風速場を生成し、この非定常風速場中の飛来物(0-R_{max} [m])から初速ゼロの飛来物を放出する数値解析を多数 (5100 ケース) 行い、飛来物の「飛来物最大水平速度」V_{max} の分布分布を求めた(文獻(4)の Fig.11)。その結果によると、V_{max} の平均値は48[m/s]、標準偏差は7[m/s]、最高値は62[m/s]となっている。この結果に対応する瞬間をランダムモデルで計算するために、TONBOS において $V_c=45[m/s]$, $V_c=82[m/s]$, $V_c=21[m/s]$ (初期速度) V_c は3.2節と同様の条件で初速ゼロの飛来物を初速0-R_{max} [m]から放出する数値解析を行った。なお、扇形加速法による最大値を82[m/s]と設定するため、式(10)(1)で $\alpha=12, \beta=1, \gamma=23$ とした。その結果、$V_{max}=47.22[m/s]$ が得られ、Mansouryが得た V_{max} の平均値(48[m/s])と良く一致した。</p> <p>さらに、文獻(4)では初期速度 V_c を参考に設定した3種類の竜巻条件について、高さ40[m]の位置から飛来物を初速ゼロから多数、放出して V_{max} を求めた。一方、本数値解析では、これに相当する条件 (Table 1に示す Vortex Type-I, II, III) を TONBOS によって、飛来物を高さ40[m]から放出する結果となつて示す。Fig.4に物体特性 $C_{p,0.6}$ の各値に対する V_{max} を文獻(4)の結果と比較して示す。文獻(4)の V_{max} は本数値解析で得られた V_{max} よりも大きい傾向にあるが、両者は良く整合することが分かる。</p> <th data-bbox="1960 108 2172 1476"> <p>相違理由</p> </th>	<p>相違理由</p>																																																																																																
<p>Table 1 Computational condition of three types of tomados</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>V_c [m/s]</th> <th>V_{max} [m/s]</th> <th>R_{max} [m]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Tomado Type-I</td> <td>129.6</td> <td>31.3</td> <td>45.7</td> </tr> <tr> <td>Tomado Type-II</td> <td>107.3</td> <td>26.8</td> <td>45.7</td> </tr> <tr> <td>Tomado Type-III</td> <td>84.9</td> <td>22.4</td> <td>45.7</td> </tr> </tbody> </table> <p>Fig.3 Maximum horizontal missile speed in variation with $C_{p,0.6}$ for Vortex Types-I, II and III shown in Table 2</p> <p>Table 2 Computational condition of three types of vortices</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Vortex Type-I</th> <th>V_c [m/s]</th> <th>V_{max} [m/s]</th> <th>R_{max} [m]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Vortex Type-I</td> <td>82</td> <td>21</td> <td>45.7</td> </tr> <tr> <td>Vortex Type-II</td> <td>72</td> <td>18</td> <td>45.7</td> </tr> <tr> <td>Vortex Type-III</td> <td>57</td> <td>14</td> <td>45.7</td> </tr> </tbody> </table> <p>* circumferential speed</p> <p>Fig.4 Maximum horizontal missile speed in variation with $C_{p,0.6}$ for Vortex Types-I, II and III shown in Table 2</p>		V_c [m/s]	V_{max} [m/s]	R_{max} [m]	Tomado Type-I	129.6	31.3	45.7	Tomado Type-II	107.3	26.8	45.7	Tomado Type-III	84.9	22.4	45.7	Vortex Type-I	V_c [m/s]	V_{max} [m/s]	R_{max} [m]	Vortex Type-I	82	21	45.7	Vortex Type-II	72	18	45.7	Vortex Type-III	57	14	45.7	<p>Table 1 Computational condition of three types of tomados</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>V_c [m/s]</th> <th>V_{max} [m/s]</th> <th>R_{max} [m]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Tomado Type-I</td> <td>129.6</td> <td>31.3</td> <td>45.7</td> </tr> <tr> <td>Tomado Type-II</td> <td>107.3</td> <td>26.8</td> <td>45.7</td> </tr> <tr> <td>Tomado Type-III</td> <td>84.9</td> <td>22.4</td> <td>45.7</td> </tr> </tbody> </table> <p>Fig.3 Maximum horizontal missile speed in variation with $C_{p,0.6}$ for Vortex Types-I, II and III shown in Table 2</p> <p>Table 2 Computational condition of three types of vortices</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Vortex Type-I</th> <th>V_c [m/s]</th> <th>V_{max} [m/s]</th> <th>R_{max} [m]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Vortex Type-I</td> <td>82</td> <td>21</td> <td>45.7</td> </tr> <tr> <td>Vortex Type-II</td> <td>72</td> <td>18</td> <td>45.7</td> </tr> <tr> <td>Vortex Type-III</td> <td>57</td> <td>14</td> <td>45.7</td> </tr> </tbody> </table> <p>* circumferential speed</p> <p>Fig.4 Maximum horizontal missile speed in variation with $C_{p,0.6}$ for Vortex Types-I, II and III shown in Table 2</p>		V_c [m/s]	V_{max} [m/s]	R_{max} [m]	Tomado Type-I	129.6	31.3	45.7	Tomado Type-II	107.3	26.8	45.7	Tomado Type-III	84.9	22.4	45.7	Vortex Type-I	V_c [m/s]	V_{max} [m/s]	R_{max} [m]	Vortex Type-I	82	21	45.7	Vortex Type-II	72	18	45.7	Vortex Type-III	57	14	45.7	<p>Table 1 Computational condition of three types of tomados</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>V_c [m/s]</th> <th>V_{max} [m/s]</th> <th>R_{max} [m]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Tomado Type-I</td> <td>129.6</td> <td>31.3</td> <td>45.7</td> </tr> <tr> <td>Tomado Type-II</td> <td>107.3</td> <td>26.8</td> <td>45.7</td> </tr> <tr> <td>Tomado Type-III</td> <td>84.9</td> <td>22.4</td> <td>45.7</td> </tr> </tbody> </table> <p>Fig.3 Maximum horizontal missile speed in variation with $C_{p,0.6}$ for Vortex Types-I, II and III shown in Table 2</p> <p>Table 2 Computational condition of three types of vortices</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Vortex Type-I</th> <th>V_c [m/s]</th> <th>V_{max} [m/s]</th> <th>R_{max} [m]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Vortex Type-I</td> <td>82</td> <td>21</td> <td>45.7</td> </tr> <tr> <td>Vortex Type-II</td> <td>72</td> <td>18</td> <td>45.7</td> </tr> <tr> <td>Vortex Type-III</td> <td>57</td> <td>14</td> <td>45.7</td> </tr> </tbody> </table> <p>* circumferential speed</p> <p>Fig.4 Maximum horizontal missile speed in variation with $C_{p,0.6}$ for Vortex Types-I, II and III shown in Table 2</p>		V_c [m/s]	V_{max} [m/s]	R_{max} [m]	Tomado Type-I	129.6	31.3	45.7	Tomado Type-II	107.3	26.8	45.7	Tomado Type-III	84.9	22.4	45.7	Vortex Type-I	V_c [m/s]	V_{max} [m/s]	R_{max} [m]	Vortex Type-I	82	21	45.7	Vortex Type-II	72	18	45.7	Vortex Type-III	57	14	45.7	<p>相違理由</p>
	V_c [m/s]	V_{max} [m/s]	R_{max} [m]																																																																																																
Tomado Type-I	129.6	31.3	45.7																																																																																																
Tomado Type-II	107.3	26.8	45.7																																																																																																
Tomado Type-III	84.9	22.4	45.7																																																																																																
Vortex Type-I	V_c [m/s]	V_{max} [m/s]	R_{max} [m]																																																																																																
Vortex Type-I	82	21	45.7																																																																																																
Vortex Type-II	72	18	45.7																																																																																																
Vortex Type-III	57	14	45.7																																																																																																
	V_c [m/s]	V_{max} [m/s]	R_{max} [m]																																																																																																
Tomado Type-I	129.6	31.3	45.7																																																																																																
Tomado Type-II	107.3	26.8	45.7																																																																																																
Tomado Type-III	84.9	22.4	45.7																																																																																																
Vortex Type-I	V_c [m/s]	V_{max} [m/s]	R_{max} [m]																																																																																																
Vortex Type-I	82	21	45.7																																																																																																
Vortex Type-II	72	18	45.7																																																																																																
Vortex Type-III	57	14	45.7																																																																																																
	V_c [m/s]	V_{max} [m/s]	R_{max} [m]																																																																																																
Tomado Type-I	129.6	31.3	45.7																																																																																																
Tomado Type-II	107.3	26.8	45.7																																																																																																
Tomado Type-III	84.9	22.4	45.7																																																																																																
Vortex Type-I	V_c [m/s]	V_{max} [m/s]	R_{max} [m]																																																																																																
Vortex Type-I	82	21	45.7																																																																																																
Vortex Type-II	72	18	45.7																																																																																																
Vortex Type-III	57	14	45.7																																																																																																

赤字: 設備, 運用又は体制の相違 (設計方針の相違)
 青字: 記載箇所又は記載内容の相違 (記載方針の相違)
 緑字: 記載表現, 設備名称の相違 (実質的な相違なし)

大飯発電所3/4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由						
<p>日本流体力学学会年會 2013</p> <p>4.2 国内最大規模相当条件での比較 文獻(5)の p.27 に示されている竜巻条件に相当する計算条件 (Table) を TONBOS に与えて、「飛来物最大水平速度」$V_{max}^{(H)}$ を求めた。文獻(5)の竜巻風速場の生成方法は文獻(4)と同様に LES 解析結果に基づくものであるが、高さ 40[m]の x, y 方向に 2.5R₀ の正立方体の 25×25 箇所から飛来物を複数抽出し、抽出した $V_{max}^{(H)}$ を求めている。本研究でも、同様の位置から飛来物を抽出して $V_{max}^{(H)}$ を計算した。Fig.5 に物特性性 C_{20w} の各値に対する $V_{max}^{(H)}$ を文獻(5)の結果と比較して示す。物特性性 C_{20w} が小さい条件では、文獻(5)の $V_{max}^{(H)}$ は本数値解析の $V_{max}^{(H)}$ の結果よりも小さい傾向にあるが、物特性性 C_{20w} が大きい条件では逆の傾向となる。しかしながら、両者は良く整合することが分かる。</p> <p>物特性性 C_{20w} の大小によって $V_{max}^{(H)}$ の相対的な大小は逆転する理由としては、C_{20w} が小さい場合は、LES 解析の風速場の上昇速度がランケン流に比べて小さく、水平方向に十分加速される前に早く落下するが、C_{20w} が大きい場合は、物体が飛来しやけため気流中の滞留時間が長くなり、LES 解析の風速場の成長の影響を受けて大きな飛来物速度となるためと考えられる。</p> <p>5. 結論 本研究では、竜巻の風速場をランケン流で簡易的にモデル化し、飛来物速度の運動を求めたための数値解析スキームによって説明した。この数値解析スキームに基づく竜巻飛来物評価ソフト TONBOS を用いた計算結果等より以下の結論を得た。</p> <p>(1) 飛来物の運動方程式の数値積分法としては、同一時間ステップ条件下では、線形加速法 (陽解法) が一定加速法 (陰解法) よりも高精度である。ただし、時間ステップ幅が十分に小さい場合は飛来物速度に与える影響は小さい。</p> <p>(2) LES 解析結果に基づく非定常風速場を用いた数値解析結果 (陽) との比較により、竜巻風速場は飛来物速度に与える影響について評価したところ、物特性性 C_{20w} の大小によって $V_{max}^{(H)}$ の相対的な大小は逆転する傾向が見られるが、竜巻の風速場をランケン流でモデル化した場合の結果は LES 解析結果に基づく結果と良く整合することが判明した。</p> <p>脚注 本研究の4章 (竜巻風速場の影響) をとりまとめるに当たり、京都大学防災研究所 気象・水気象研究部門 数値気象研究分野 丸山 敬 教授から貴重なご意見を頂きましたので、ここに謝意を表します。</p> <p>参考文献 (1) US NUCLEAR REGULATORY COMMISSION, REGULATORY GUIDE 1.76, Design-Basis Tomado and Tomado Missiles for Nuclear Power Plants, Revision 1, March 2007. (2) Sima, E. and Coles, M., NISIR 76-1050 Tomado-Borne Missile Speech, 1976. (3) Sima, E. and Scamlin, R. H., Wind Effects on Structures: Fundamentals and Applications to Design, 3rd Edition, John Wiley & Sons, Hoboken, NJ, August 1996. (4) Maruyama, T., Simulation of flying debris using a numerically generated tornado-like vortex. Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics, vol.59(4), pp.249-256, 2011. (5) 東京工科大学, “平成 21-22 年度原子力安全基礎調査研究 (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礎機構委託研究 成果報告書, 平成 23 年 2 月。 (6) 丸山敬, “数値的に生成された竜巻状渦の性質”, 京都大学防災研究所年報, 第 53 号 B, 平成 22 年 6 月。</p>	<p>日本流体力学学会年會 2013</p> <p>4.2 国内最大規模相当条件での比較 文獻(5)の p.27 に示されている竜巻条件に相当する計算条件 (Table) を TONBOS に与えて、「飛来物最大水平速度」$V_{max}^{(H)}$ を求めた。文獻(5)の竜巻風速場の生成方法は文獻(4)と同様に LES 解析結果に基づくものであるが、高さ 40[m]の x, y 方向に 2.5R₀ の正立方体の 25×25 箇所から飛来物を複数抽出し、抽出した $V_{max}^{(H)}$ を求めている。本研究でも、同様の位置から飛来物を抽出して $V_{max}^{(H)}$ を計算した。Fig.5 に物特性性 C_{20w} の各値に対する $V_{max}^{(H)}$ を文獻(5)の結果と比較して示す。物特性性 C_{20w} が小さい条件では、文獻(5)の $V_{max}^{(H)}$ は本数値解析の $V_{max}^{(H)}$ の結果よりも小さい傾向にあるが、物特性性 C_{20w} が大きい条件では逆の傾向となる。しかしながら、両者は良く整合することが分かる。</p> <p>物特性性 C_{20w} の大小によって $V_{max}^{(H)}$ の相対的な大小は逆転する理由としては、C_{20w} が小さい場合は、LES 解析の風速場の上昇速度がランケン流に比べて小さく、水平方向に十分加速される前に早く落下するが、C_{20w} が大きい場合は、物体が飛来しやけため気流中の滞留時間が長くなり、LES 解析の風速場の成長の影響を受けて大きな飛来物速度となるためと考えられる。</p> <p>5. 結論 本研究では、竜巻の風速場をランケン流で簡易的にモデル化し、飛来物速度の運動を求めたための数値解析スキームによって説明した。この数値解析スキームに基づく竜巻飛来物評価ソフト TONBOS を用いた計算結果等より以下の結論を得た。</p> <p>(1) 飛来物の運動方程式の数値積分法としては、同一時間ステップ条件下では、線形加速法 (陽解法) が一定加速法 (陰解法) よりも高精度である。ただし、時間ステップ幅が十分に小さい場合は飛来物速度に与える影響は小さい。</p> <p>(2) LES 解析結果に基づく非定常風速場を用いた数値解析結果 (陽) との比較により、竜巻風速場は飛来物速度に与える影響について評価したところ、物特性性 C_{20w} の大小によって $V_{max}^{(H)}$ の相対的な大小は逆転する傾向が見られるが、竜巻の風速場をランケン流でモデル化した場合の結果は LES 解析結果に基づく結果と良く整合することが判明した。</p> <p>脚注 本研究の4章 (竜巻風速場の影響) をとりまとめるに当たり、京都大学防災研究所 気象・水気象研究部門 数値気象研究分野 丸山 敬 教授から貴重なご意見を頂きましたので、ここに謝意を表します。</p> <p>参考文献 (1) US NUCLEAR REGULATORY COMMISSION, REGULATORY GUIDE 1.76, Design-Basis Tomado and Tomado Missiles for Nuclear Power Plants, Revision 1, March 2007. (2) Sima, E. and Coles, M., NISIR 76-1050 Tomado-Borne Missile Speech, 1976. (3) Sima, E. and Scamlin, R. H., Wind Effects on Structures: Fundamentals and Applications to Design, 3rd Edition, John Wiley & Sons, Hoboken, NJ, August 1996. (4) Maruyama, T., Simulation of flying debris using a numerically generated tornado-like vortex. Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics, vol.59(4), pp.249-256, 2011. (5) 東京工科大学, “平成 21-22 年度原子力安全基礎調査研究 (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礎機構委託研究 成果報告書, 平成 23 年 2 月。 (6) 丸山敬, “数値的に生成された竜巻状渦の性質”, 京都大学防災研究所年報, 第 53 号 B, 平成 22 年 6 月。</p>	<p>日本流体力学学会年會 2013</p> <p>4.2 国内最大規模相当条件での比較 文獻(5)の p.27 に示されている竜巻条件に相当する計算条件 (Table) を TONBOS に与えて、「飛来物最大水平速度」$V_{max}^{(H)}$ を求めた。文獻(5)の竜巻風速場の生成方法は文獻(4)と同様に LES 解析結果に基づくものであるが、高さ 40[m]の x, y 方向に 2.5R₀ の正立方体の 25×25 箇所から飛来物を複数抽出し、抽出して $V_{max}^{(H)}$ を求めている。本研究でも、同様の位置から飛来物を抽出して $V_{max}^{(H)}$ を計算した。Fig.5 に物特性性 C_{20w} の各値に対する $V_{max}^{(H)}$ を文獻(5)の結果と比較して示す。物特性性 C_{20w} が小さい条件では、文獻(5)の $V_{max}^{(H)}$ は本数値解析の $V_{max}^{(H)}$ の結果よりも小さい傾向にあるが、物特性性 C_{20w} が大きい条件では逆の傾向となる。しかしながら、両者は良く整合することが分かる。</p> <p>物特性性 C_{20w} の大小によって $V_{max}^{(H)}$ の相対的な大小は逆転する理由としては、C_{20w} が小さい場合は、LES 解析の風速場の上昇速度がランケン流に比べて小さく、水平方向に十分加速される前に早く落下するが、C_{20w} が大きい場合は、物体が飛来しやけため気流中の滞留時間が長くなり、LES 解析の風速場の成長の影響を受けて大きな飛来物速度となるためと考えられる。</p> <p>5. 結論 本研究では、竜巻の風速場をランケン流で簡易的にモデル化し、飛来物速度の運動を求めたための数値解析スキームによって説明した。この数値解析スキームに基づく竜巻飛来物評価ソフト TONBOS を用いた計算結果等より以下の結論を得た。</p> <p>(1) 飛来物の運動方程式の数値積分法としては、同一時間ステップ条件下では、線形加速法 (陽解法) が一定加速法 (陰解法) よりも高精度である。ただし、時間ステップ幅が十分に小さい場合は飛来物速度に与える影響は小さい。</p> <p>(2) LES 解析結果に基づく非定常風速場を用いた数値解析結果 (陽) との比較により、竜巻風速場は飛来物速度に与える影響について評価したところ、物特性性 C_{20w} の大小によって $V_{max}^{(H)}$ の相対的な大小は逆転する傾向が見られるが、竜巻の風速場をランケン流でモデル化した場合の結果は LES 解析結果に基づく結果と良く整合することが判明した。</p> <p>脚注 本研究の4章 (竜巻風速場の影響) をとりまとめるに当たり、京都大学防災研究所 気象・水気象研究部門 数値気象研究分野 丸山 敬 教授から貴重なご意見を頂きましたので、ここに謝意を表します。</p> <p>参考文献 (1) US NUCLEAR REGULATORY COMMISSION, REGULATORY GUIDE 1.76, Design-Basis Tomado and Tomado Missiles for Nuclear Power Plants, Revision 1, March 2007. (2) Sima, E. and Coles, M., NISIR 76-1050 Tomado-Borne Missile Speech, 1976. (3) Sima, E. and Scamlin, R. H., Wind Effects on Structures: Fundamentals and Applications to Design, 3rd Edition, John Wiley & Sons, Hoboken, NJ, August 1996. (4) Maruyama, T., Simulation of flying debris using a numerically generated tornado-like vortex. Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics, vol.59(4), pp.249-256, 2011. (5) 東京工科大学, “平成 21-22 年度原子力安全基礎調査研究 (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礎機構委託研究 成果報告書, 平成 23 年 2 月。 (6) 丸山敬, “数値的に生成された竜巻状渦の性質”, 京都大学防災研究所年報, 第 53 号 B, 平成 22 年 6 月。</p>	<p>Table 3 Computational condition of tomado assumed for a nuclear power plant site</p> <table border="1"> <tr> <td>$V_{max}^{(H)}$ [m/s]</td> <td>V_r [m/s]</td> <td>R_0 [m]</td> </tr> <tr> <td>84</td> <td>16</td> <td>30</td> </tr> </table> <p>* circumferential speed</p> <p>Fig.5 Maximum horizontal outside speed in variation with C_{20w} for tomado assumed for a nuclear power plant site shown in Table 3.</p>	$V_{max}^{(H)}$ [m/s]	V_r [m/s]	R_0 [m]	84	16	30
$V_{max}^{(H)}$ [m/s]	V_r [m/s]	R_0 [m]							
84	16	30							

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（竜巻：別添資料1 添付資料3.15）

原子力発電所の竜巻影響評価ガイド	大飯発電所3/4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉 添付資料3.15	相違理由
<p>1. 総則</p> <p>1.1 目的</p> <p>原子力規制委員会の定める「実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則」第6条において、外部からの衝撃による損傷の防止として、安全施設は、想定される自然現象（地震及び津波を除く。）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としており、敷地周辺の自然環境を基に想定される自然現象の一つとして、竜巻の影響を挙げている。</p> <p>本ガイドは、当該規定に関連して、原子炉施設の供用期間中に極めてまれに発生する突風・強風を引き起こす自然現象としての竜巻及びその随件事象（注1.1）等によって原子炉施設の安全性を損なうことのない設計であることを設置許可段階において確認する一例として安全審査に活用することを目的とする。また、本評価ガイドは、竜巻影響評価の妥当性を審査官が判断する際に、参考とするものである。</p> <p>設置許可段階の安全審査においては、以下の2点について確認する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・設計竜巻及び設計荷重（設計竜巻荷重及びその他の組み合わせ荷重（注1.2））が、本ガイドに示す基本的な方針を満足した上で適切に設定されていること。 ・設計荷重に対して、竜巻防護施設の構造健全性等が維持されて安全機能が維持される方針であること。 <p>（注1.1）竜巻及び竜巻と同時に発生する可能性のある雷、大雨、雹等、あるいはダウンバースト等に伴って発生し得る事象 （注1.2）2.2.2（2）参照</p> <p>1.2 適用範囲</p> <p>本ガイドは、設計で想定する竜巻及びその随件事象等によって原子炉施設の安全性を損なうことのない設計であることを設置許可段階において確認する安全審査に適用する。</p>	<p>（補足説明資料）</p> <p>1. 原子力発電所の竜巻影響評価ガイドへの適合状況について</p> <p>1. 総則</p> <p>1.1 目的</p> <p>原子力規制委員会の定める「実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則」第6条において、外部からの衝撃による損傷の防止として、安全施設は、想定される自然現象（地震及び津波を除く。）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としており、敷地周辺の自然環境を基に想定される自然現象の一つとして、竜巻の影響を挙げている。</p> <p>当該規定に関連して、原子炉施設の供用期間中に極めてまれに発生する突風・強風を引き起こす自然現象としての竜巻及びその随件事象等によって原子炉施設の安全性を損なうことのない設計であることを評価するための「原子力発電所の竜巻影響評価ガイド」（以下、「ガイド」という。）を参照し、下記のとおり竜巻影響評価を行い、安全機能が維持されることを確認する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・設計竜巻及び設計荷重（設計竜巻荷重及びその他の組み合わせ荷重）の設定。 ・設計荷重に対して、竜巻防護施設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。 	<p>【参考として、女川2号炉まとめ資料 別添資料1 1. 竜巻に対する防護 1.1 概要を一部記載】</p> <p>1. 竜巻に対する防護</p> <p>1.1 概要</p> <p>原子力規制委員会の定める「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（以下「設置許可基準規則」という。）」第6条において、外部からの衝撃による損傷の防止として、安全施設は、想定される自然現象（地震及び津波を除く。）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としており、敷地周辺の自然環境を基に想定される自然現象の一つとして、竜巻の影響を挙げている。</p> <p>発電用原子炉施設の供用期間中に極めてまれに突風・強風を引き起こす自然現象としての竜巻及びその随件事象等によって発電用原子炉施設の安全性を損なうことのない設計であることを評価・確認するため、原子力規制委員会の定める「原子力発電所の竜巻影響評価ガイド（平成25年6月19日原子力規制委員会決定）」（以下「ガイド」という。）を参照し、竜巻影響評価として以下を実施し、発電用原子炉施設の安全機能が維持されることを確認する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・設計竜巻及び設計荷重（設計竜巻荷重及びその他の組合せ荷重）の設定 ・女川原子力発電所における飛来物に係る調査 ・飛来物防止対策 ・考慮すべき設計荷重に対する外部事象防護対象施設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 	<p>原子力発電所の竜巻影響評価ガイドへの適合状況について</p> <p>1. 竜巻に対する防護</p> <p>1.1 概要</p> <p>原子力規制委員会の定める「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（以下「設置許可基準規則」という。）」第6条において、外部からの衝撃による損傷の防止として、安全施設は、想定される自然現象（地震及び津波を除く。）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としており、敷地周辺の自然環境を基に想定される自然現象の一つとして、竜巻の影響を挙げている。</p> <p>発電用原子炉施設の供用期間中に極めてまれに突風・強風を引き起こす自然現象としての竜巻及びその随件事象等によって発電用原子炉施設の安全性を損なうことのない設計であることを評価・確認するため、原子力規制委員会の定める「原子力発電所の竜巻影響評価ガイド（平成25年6月19日原子力規制委員会決定）」（以下「ガイド」という。）を参照し、竜巻影響評価として以下を実施し、発電用原子炉施設の安全機能が維持されることを確認する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・設計竜巻及び設計荷重（設計竜巻荷重及びその他の組合せ荷重）の設定 ・泊発電所における飛来物に係る調査 ・飛来物防止対策 ・考慮すべき設計荷重に対する外部事象防護対象施設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 	<p>【資料構成について】</p> <p>本資料は溢水影響評価ガイドへの適合状況を確認するための資料であることから、ガイド記載事項との比較を行うため、左列にガイドの記載を貼り付け4連表の構成とした。</p> <p>【女川】</p> <p>記載充実（大飯参照）</p> <p>・泊の記載は、女川の別添資料1の記載を参考としているため、女川欄に別添資料1の記載を参考掲載している。（参考掲載のため主要な相違理由のみ記載）</p> <p>【大飯】</p> <p>記載表現の相違</p> <p>【大飯】</p> <p>記載方針の相違</p>

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（竜巻：別添資料1 添付資料3.15）

原子力発電所の竜巻影響評価ガイド	大飯発電所3/4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
<p>1.3 関連法規等 本ガイドは、以下の法律や基準類を参考としている。</p> <p>(1) 国内</p> <ul style="list-style-type: none"> ・核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律（昭和32年6月10日法律第166号） ・核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律施行令（昭和32年11月21日政令第324号） ・建築基準法（昭和25年5月24日法律第201号） ・建築基準法施行令（昭和25年11月16日政令第338号） ・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（平成25年原子力規制委員会規則第5号） ・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（原規技発第1306193号（平成25年6月19日原子力規制委員会決定）） ・基準地震動及び耐震設計方針に係る審査ガイド（原管地発第1306192号（平成25年6月19日原子力規制委員会決定）） ・日本産業規格 ・日本電気協会：原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1987 ・日本電気協会：原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1991 追補版 ・日本機械学会：発電用原子力設備規格 設計・建設規格（2008年版） JSME S NC1-2008 ・日本機械学会：発電用原子力設備規格 設計・建設規格（2009年追補版） JSME S NC1-2009 ・日本機械学会：発電用原子力設備規格 設計・建設規格（2010年追補版） JSME S NC1-2010 ・日本機械学会：発電用原子力設備規格 設計・建設規格（2012年版） JSME S NC1-2012 ・日本機械学会：発電用原子力設備規格 材料規格（2012年版） JSME S NJ1-2012 ・日本建築学会：建築物荷重指針・同解説（2004） ・日本建築学会：原子力施設鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説（2005） ・日本建築学会：鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説（2010年6月） 				

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（竜巻：別添資料1 添付資料3.15）

原子力発電所の竜巻影響評価ガイド	大飯発電所3/4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
<p>・日本建築学会：鋼構造設計規準—許容応力度設計法—（2005年9月）</p> <p>・日本建築学会：鋼構造塑性設計指針（2010年2月）</p> <p>・土木学会：構造工学シリーズ22 防災・安全対策技術者のための衝撃作用を受ける土木構造物の性能設計—基準体系の指針—（2013年1月）（2）海外</p> <p>・IAEA：IAEA Safety Standards, Meteorological and Hydrological Hazards in Site Evaluation for Nuclear Installations, Specific Safety Guide No. SSG-18, 2011</p> <p>・U.S. NUCLEAR REGULATORY COMMISSION：Appendix A to Part 50—General Design Criteria for Nuclear Power Plants</p> <p>・U.S. NUCLEAR REGULATORY COMMISSION：REGULATORY GUIDE 1.76, DESIGN-BASIS TORNADO AND TORNADO MISSILES FOR NUCLEAR POWER PLANTS, Revision 1, March 2007</p> <p>・U.S. NUCLEAR REGULATORY COMMISSION：STANDARD REVIEW PLAN, 3.3.2 TORNADO LOADS, NUREG-0800, Revision 3 - March 2007</p> <p>・U.S. NUCLEAR REGULATORY COMMISSION：STANDARD REVIEW PLAN, 3.5.1.4 MISSILES GENERATED BY TORNADOES AND EXTREME WINDS, NUREG-0800, Revision 3 - March 2007</p> <p>ほか</p> <p>1.4 用語の定義</p> <p>本ガイドで用いる用語の定義を以下に示す。</p> <p>・竜巻防護施設：「基準地震動及び耐震設計方針に係る審査ガイド」の耐震設計上の重要度分類におけるSクラスの設計を要求される設備（系統、機器）、建屋及び構築物等。</p> <p>・安全機能：「基準地震動及び耐震設計方針に係る審査ガイド」の耐震設計上の重要度分類におけるSクラスの施設に要求される機能。</p> <p>・原子炉施設：発電用軽水型原子炉施設。</p> <p>・設計対象施設：本ガイドで設計の対象とする原子炉施設。</p> <p>・基準竜巻：設計対象施設の供用期間中に極めてまれではあるが発生する可能性があり、設計対象施設の安全性に影響を与えるおそれがある竜巻。</p> <p>・設計竜巻：原子力発電所が立地する地域の特性（地形効果による竜巻の増幅特性等）等を考</p>				

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（竜巻：別添資料1 添付資料3.15）

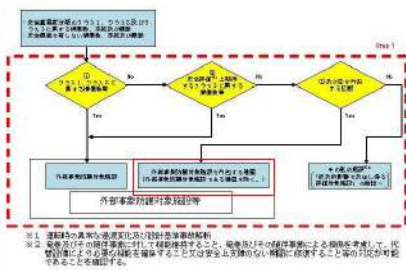
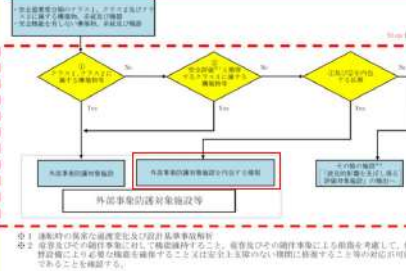
原子力発電所の竜巻影響評価ガイド	大飯発電所3/4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
<p>慮して、科学的見地等から基準竜巻に対して最大風速の割り増し等を行った竜巻。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・設計竜巻荷重：設計竜巻によって設計対象施設に作用する荷重。 ・設計荷重：設計竜巻荷重及びその他の組み合わせ荷重。 ・竜巻検討地域：原子力発電所が立地する地域及び竜巻発生を観点から気象条件等が類似の地域。 ・藤田スケール：1971年にシカゴ大学の藤田哲也博士が考案した竜巻等の規模を表す指標。藤田スケールは、通常、F0～F5までの区分が用いられ、区分ごとに風速の範囲が定義されている。 ・日本版改良藤田スケール：藤田スケールを改良した竜巻等の規模を表す指標。日本版改良藤田スケールは、JEF0～JEF5の階級が用いられ、当該階級は、被害指標ごとに設定された被害度に対応する風速のうち最大のものにより決定される。 ・竜巻影響エリア：原子力発電所の号機ごとのすべての設計対象施設の設置面積の合計値及び推定される竜巻被害域に基づいて設定されるエリア。 ・設計飛来物：設計竜巻によって設計対象施設に衝突し得る飛来物。 ・竜巻随件事象：設計竜巻等に伴い発生が想定され得る事象。 ・ダウンバースト：積乱雲等から強い下降気流が生じて、竜巻と同様に局地的に突風を発生させる自然現象。 ・スーパーセル：上昇気流域における顕著な回転を伴う気流によって生じる巨大積乱雲。単一巨大積乱雲とも呼ばれ、竜巻、雹、大雨及びダウンバースト等を発生させる。 				

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

原子力発電所の竜巻影響評価ガイド	大飯発電所3／4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
<p>2. 設計の基本方針</p>	<p>2. 評価の基本方針</p>	<p>【参考として、女川2号炉まとめ資料 別添資料1 1. 竜巻に対する防護 1.2 評価の基本方針を一部記載】</p> <p>1.2 評価の基本方針</p> <p>1.2.1 竜巻から防護する施設の抽出</p> <p>竜巻から防護する施設は、安全施設が竜巻の影響を受ける場合においても発電用原子炉施設の安全性を確保するために、「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」で規定される重要度分類（以下「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の設計を要求される構築物、系統及び機器とする。</p> <p>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。</p> <p>※ 運転時の異常な過渡変化及び設計基準事故解析</p> <p>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。</p> <p>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対して機能を維持すること若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。</p>	<p>1.2 評価の基本方針</p> <p>1.2.1 竜巻から防護する施設の抽出</p> <p>竜巻から防護する施設は、安全施設が竜巻の影響を受ける場合においても発電用原子炉施設の安全性を確保するために、「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」で規定される重要度分類（以下「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の設計を要求される構築物、系統及び機器とする。</p> <p>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。</p> <p>※ 運転時の異常な過渡変化及び設計基準事故解析</p> <p>また、外部事象防護対象施設を内包する建屋は、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。</p> <p>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対して機能を維持すること若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。</p>	<p>【女川】</p> <p>記載充実（大飯参照）</p> <ul style="list-style-type: none"> 泊の記載は、女川の別添資料1の記載を参考としているため、女川欄に別添資料1の記載を参考掲載している。（参考掲載のため主要な相違理由のみ記載） <p>【大飯】</p> <p>記載表現の相違</p> <p>【大飯】</p> <p>記載方針の相違</p> <p>【女川】</p> <p>設計方針の相違</p> <ul style="list-style-type: none"> 泊に外部事象防護対象施設となる建屋はない。

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（竜巻：別添資料1 添付資料3.15）

原子力発電所の竜巻影響評価ガイド	大飯発電所3/4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
<p>2.1 設計対象施設</p> <p>以下の(1)及び(2)に示す施設を設計対象施設とする。</p> <p>(1)竜巻防護施設 「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・構築物等とする。</p> <p>(2)竜巻防護施設に波及的影響を及ぼし得る施設 当該施設の破損等により竜巻防護施設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否定できない施設、又はその施設の特定の区画（注2.1）。</p> <p>解説2.1 設計対象施設 設計竜巻荷重は、基準地震動S_sによる地震荷重と同様に施設に作用するものと捉え、設計対象施設は、耐震設計上の重要度分類を引用して、耐震Sクラス施設及び耐震Sクラス施設に波及的影響を及ぼし得る施設とした。ただし、竜巻防護施設の外殻となる施設等（竜巻防護施設を内包する建屋・構築物等）による防護機能によって、設計竜巻による影響を受けないことが確認された施設については、設計対象から除外できる。</p> <p>竜巻防護施設の例としては、原子炉格納容器や安全機能を有する系統・機器（配管を含む）等が考えられる。外殻となる施設等による防護機能が期待できる設計対象施設の例としては、原子炉格納容器に内包された安全機能を有する設備等が考えられる。</p>	<p>2.1 竜巻影響評価の対象施設</p> <p>以下の(1)及び(2)に示す施設を竜巻影響評価の対象施設とする。</p> <p>(1)竜巻防護施設 「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・構築物等とする。</p> <p>(2)竜巻防護施設に波及的影響を及ぼし得る施設 当該施設の破損等により竜巻防護施設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否定できない施設、又はその施設の特定の区画。</p>	<p>【参考として、女川2号炉まとめ資料 別添資料1 1. 竜巻に対する防護 1.2 評価の基本方針を一部記載】</p> <p>1.2.2 竜巻影響評価の対象施設</p> <p>以下の(1)外部事象防護対象施設等のうち評価対象施設及び(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に示す施設を竜巻影響評価の対象施設（以下「評価対象施設等」という。）とする。</p> <p>外部事象防護対象施設等の抽出フローを第1.2.2-1 図に示す。</p> <p>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施設についても、外部事象防護対象施設等として抽出すべきものがないことを確認した。【添付資料1.2】</p>  <p>図 1.2.2-1 図 外部事象防護対象施設等の抽出フロー</p>	<p>1.2.2 竜巻影響評価の対象施設</p> <p>以下の(1)外部事象防護対象施設等のうち評価対象施設及び(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に示す施設を竜巻影響評価の対象施設（以下「評価対象施設等」という。）とする。</p> <p>外部事象防護対象施設等の抽出フローを第1.2.2.1 図に示す。</p> <p>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施設についても、外部事象防護対象施設等として抽出すべきものがないことを確認した。【添付資料1.2】</p>  <p>図 1.2.2.1 図 外部事象防護対象施設等の抽出フロー</p>	<p>【女川】 記載充実（大飯参照） ・泊の記載は、女川の別添資料1の記載を参考としているため、女川欄に別添資料1の記載を参考掲載している。（参考掲載のため主要な相違理由のみ記載）</p> <p>【大飯】 記載表現の相違</p> <p>【大飯】 記載方針の相違</p> <p>・大飯では、竜巻影響評価ガイドに基づき、耐震Sクラスの設計を要求される設備及び建屋・構築物等から評価対象施設を抽出した場合について記載している。安全重要度クラス1～3の構築物、系統及び機器から評価対象施設を抽出した場合については記載していないが、両者を比較することで、評価対象施設に抜けがないことを確認している。</p> <p>【女川】 設計方針の相違</p> <p>・泊に外部事象防護対象施設となる建屋はない。</p>

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

原子力発電所の竜巻影響評価ガイド	大飯発電所3／4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
	<p>【比較のため4.2 評価対象施設（1）竜巻防護施設から一部を記載】</p> <p>(1) 竜巻防護施設</p> <p>評価対象となる竜巻防護施設を以下の通り抽出した。抽出フローを図4.1に示す。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・海水ポンプ（配管、弁を含む。） ・海水ストレーナ ・排気筒（建屋外） 	<p>【参考として、女川2号炉まとめ資料 別添資料1 1. 竜巻に対する防護 1.2 評価の基本方針を一部記載】</p> <p>(1) 外部事象防護対象施設等のうち評価対象施設【添付資料1.2】</p> <p>外部事象防護対象施設等のうち評価対象施設として、屋外施設（外部事象防護対象施設を内包する施設を含む。）、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（建屋、構築物）（以下「外殻となる施設」という。）による防護機能が期待できない施設を抽出する。</p> <p>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、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認結果を踏まえ抽出する。</p> <p>防護機能を期待できることが確認できた区画に内包される外部事象防護対象施設については、該当する外殻となる施設により防護されることから、個別評価は実施しない。</p> <p>第1.2.2-2 図に、外部事象防護対象施設等のうち評価対象施設の抽出フロー及び抽出された評価対象施設を示す。</p> <p>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。） （参考掲載のため対象施設省略）</p>	<p>(1) 外部事象防護対象施設等のうち評価対象施設【添付資料1.2】</p> <p>外部事象防護対象施設等のうち評価対象施設として、屋外施設（外部事象防護対象施設を内包する施設を含む。）、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（建屋、構築物）（以下「外殻となる施設」という。）による防護機能が期待できない施設を抽出する。</p> <p>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、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認結果を踏まえ抽出する。</p> <p>防護機能を期待できることが確認できた区画に内包される外部事象防護対象施設については、該当する外殻となる施設により防護されることから、個別評価は実施しない。</p> <p>第1.2.2.2 図に、外部事象防護対象施設等のうち評価対象施設の抽出フロー及び抽出された評価対象施設を示す。</p> <p>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。）</p> <p>(a) 排気筒（建屋外）</p>	<p>【女川】 記載充実（大飯参照） ・泊の記載は、女川の別添資料1の記載を参考としているため、女川欄に別添資料1の記載を参考掲載している。（参考掲載のため主要な相違理由のみ記載）</p> <p>【大飯】 記載表現の相違</p> <p>【大飯】 記載方針の相違</p> <p>【大飯】 設備の相違 ・対象施設の相違 ・泊の原子炉補機冷却海水ポンプ及び原子炉補機冷却海水ポンプ出口ストレーナは、循環水ポンプ建屋（上屋）内に設置されており、当該上屋は、外殻としての防護機能を期待できないため、後述c.項で抽出。</p>

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

原子力発電所の竜巻影響評価ガイド	大飯発電所3/4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
	<p>【比較のため4.2 評価対象施設（2）竜巻防護施設を内包する施設を記載】</p> <p>（2）竜巻防護施設を内包する施設 評価対象となる竜巻防護施設を内包する施設を以下の通り抽出した。抽出フローを図4.2に示す。</p> <ul style="list-style-type: none"> 原子炉格納容器（原子炉容器他を内包する建屋） 原子炉周辺建屋（主蒸気管他を内包する建屋） 制御建屋（中央制御室他を内包する建屋） 廃棄物処理建屋 燃料油貯蔵タンク基礎（燃料油貯蔵タンクを内包する構築物） 重油タンク基礎（重油タンクを内包する構築物） <p>【比較のため4.2 評価対象施設（1）竜巻防護施設から一部を記載】</p> <ul style="list-style-type: none"> 換気空調設備（アニュラス空気再循環設備、原子炉格納容器換気設備、補助建屋換気設備、中央制御室換気設備及びディーゼル発電機室の換気空調設備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） 格納容器排気筒 	<p>【参考として、女川2号炉まとめ資料 別添資料1 1. 竜巻に対する防護 1.2 評価の基本方針を一部記載】</p> <p><以下、外部事象防護対象施設を内包する区画></p> <p>（参考掲載のため対象施設省略）</p> <p>b. 屋内の施設で外気と繋がっている施設 （参考掲載のため対象施設省略）</p>	<p><以下、外部事象防護対象施設を内包する区画></p> <ul style="list-style-type: none"> (b) 外部遮へい建屋（原子炉容器他を内包） (c) 周辺補機棟（主蒸気管他を内包） (d) 燃料取扱棟（使用済燃料ピット他を内包） (e) 原子炉補助建屋（中央制御室他を内包） (f) ディーゼル発電機建屋（ディーゼル発電機他を内包） (g) A1, A2-燃料油貯油槽タンク室（A1, A2-ディーゼル発電機燃料油貯油槽を内包） (h) B1, B2-燃料油貯油槽タンク室（B1, B2-ディーゼル発電機燃料油貯油槽を内包） (i) 循環水ポンプ建屋（原子炉補機冷却海水ポンプ他を内包） (j) タービン建屋（タービン保安装置他を内包） <p>b. 屋内の施設で外気と繋がっている施設</p> <ul style="list-style-type: none"> (a) 換気空調設備（アニュラス空気浄化設備、格納容器空調装置、補助建屋空調装置、試料採取室空調装置、中央制御室空調装置、電動補助給水ポンプ室換気装置、制御用空気圧縮機室換気装置、ディーゼル発電機室換気装置、安全補機開閉器室空調装置） (b) 排気筒（建屋内） 	<p>【女川】 記載充実（大飯参照） ・泊の記載は、女川の別添資料1の記載を参考としているため、女川欄に別添資料1の記載を参考掲載している。（参考掲載のため主要な相違理由のみ記載）</p> <p>【大飯】 記載表現の相違</p> <p>【大飯】 記載方針の相違</p> <p>【大飯】 設備の相違 ・対象施設の相違</p> <p>【大飯】 記載表現の相違 ・大飯の燃料油貯蔵タンク及び重油タンクは、ディーゼル発電機の運転のための燃料であり、泊の燃料油貯油槽に相当</p> <p>【大飯】 記載表現の相違</p> <p>【大飯】 設備の相違 ・対象施設の相違</p>

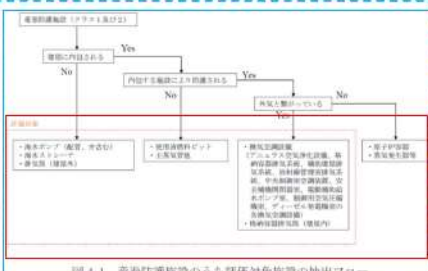
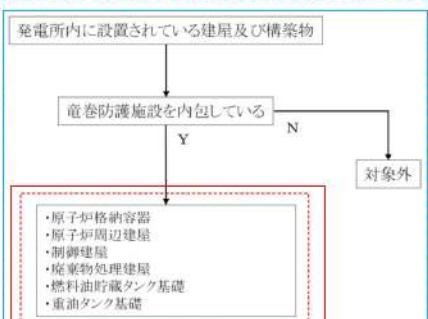
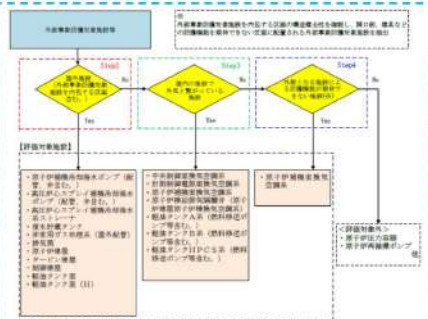
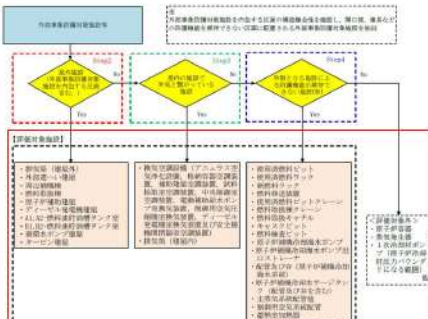
泊発電所3号炉 DB基準適合性 比較表

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（竜巻：別添資料1 添付資料3.15）

原子力発電所の竜巻影響評価ガイド	大飯発電所3/4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
	<p>【比較のため4.2 評価対象施設（1）竜巻防護施設から一部を記載】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・使用済燃料ピット 	<p>【参考として、女川2号炉まとめ資料 別添資料1 1. 竜巻に対する防護 1.2 評価の基本方針を一部記載】</p> <p>c. 外殻となる施設による防護機能が期待できない施設 （参考掲載のため対象施設省略）</p>	<p>c. 外殻となる施設による防護機能が期待できない施設</p> <ul style="list-style-type: none"> (a) 使用済燃料ラック (b) 使用済燃料ラック (c) 新燃料ラック (d) 燃料移送装置 (e) 使用済燃料ピットクレーン (f) 燃料取扱棟クレーン (g) 燃料取扱キャナル (h) キャスクピット (i) 燃料検査ピット (j) 原子炉補機冷却海水ポンプ (k) 原子炉補機冷却海水ポンプ出口ストレーナ (l) 配管及び弁（原子炉補機冷却海水系統） (m) 原子炉補機冷却水サージタンク（配管及び弁含む） (n) 主蒸気系統配管他 (o) 制御用空気系統配管 (p) 蓄熱室加熱器 (q) タービン保安装置及び主蒸気止め弁 	<p>【女川】 記載充実（大飯参照） ・泊の記載は、女川の別添資料1の記載を参考としているため、女川欄に別添資料1の記載を参考掲載している。（参考掲載のため主要な相違理由のみ記載）</p> <p>【大飯】 記載表現の相違</p> <p>【大飯】 設備の相違 ・対象施設の相違</p> <p>【大飯】 設計方針の相違 ・大飯では、使用済燃料ピットクレーン等の燃料取扱設備クレーン（泊のd～fに相当）が機能を失っても、原子炉施設の安全性は損なわれないとの理由から、評価対象施設としていない。また、竜巻襲来が予想される場合は燃料取扱作業を中止する運用としている。</p> <p>【大飯】 設計方針の相違 ・泊では、安全評価上その機能に期待するクラス3機器である「タービン保安装置」「主蒸気止め弁」を外部事象防護対象施設として抽出</p>

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

原子力発電所の竜巻影響評価ガイド	大飯発電所3/4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
	<p>【比較のため4.2 評価対象施設の図4.1を記載】</p>  <p>図4.1 竜巻防護施設のうち評価対象施設の抽出フロー</p> <p>【比較のため4.2 評価対象施設の図4.2を記載】</p>  <p>図4.2 竜巻防護施設を内包する施設の抽出フロー</p> <p>【比較のため4.2 評価対象施設(3)竜巻防護施設に波及的影響を及ぼし得る施設の一部を記載】</p> <p>(3)竜巻防護施設に波及的影響を及ぼし得る施設【添付資料1.3】 評価対象となる竜巻防護施設に波及的影響を及ぼし得る施設は以下の通り抽出した。抽出フローを図4.3に示す。</p>	<p>【参考として、女川2号炉まとめ資料 別添資料1 1. 竜巻に対する防護 1.2 評価の基本方針を一部記載】</p>  <p>第1.2.2-2 図 外部事象防護対象施設等のうち評価対象施設の抽出フロー</p> <p>(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【添付資料1.3】 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は、その他の施設（外部事象防護対象施設以外の施設）のうち、倒壊により外部事象防護対象施設等を機能喪失させる（機能的影響）可能性があるもの及び屋外に設置される外部事象防護対象施設の付属設備のうち、設計竜巻の風圧力、気圧差及び設計飛来物等の衝突による損傷により外部事象防護対象施設を機能喪失させる（機能的影響）可能性があるものとする。</p>	 <p>第1.2.2.2 図 外部事象防護対象施設等のうち評価対象施設の抽出フロー</p> <p>(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【添付資料1.3】 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は、その他の施設（外部事象防護対象施設以外の施設）のうち、倒壊により外部事象防護対象施設等を機能喪失させる（機能的影響）可能性があるもの、屋外に設置される外部事象防護対象施設の付属設備のうち、設計竜巻の風圧力、気圧差及び設計飛来物等の衝突による損傷により外部事象防護対象施設を機能喪失させる（機能的影響）可能性があるもの</p>	<p>【女川】 記載充実（大飯参照） ・泊の記載は、女川の別添資料1の記載を参考としているため、女川欄に別添資料1の記載を参考掲載している。（参考掲載のため主要な相違理由のみ記載）</p> <p>【大飯】 設備の相違 ・対象施設の相違</p> <p>【大飯】 記載方針の相違</p> <p>【大飯】 記載表現の相違</p> <p>【大飯】 記載方針の相違</p>

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（竜巻：別添資料1 添付資料3.15）

原子力発電所の竜巻影響評価ガイド	大飯発電所3/4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
	<p>【参考として、大飯3/4号炉まとめ資料 別添資料1 (2) 竜巻防護施設に波及的影響を及ぼし得る施設のうち②を記載】</p> <p>②機能的影響の観点での抽出</p> <p>発電所構内の設備及び建屋・構築物のうち、屋外にある竜巻防護施設の付属設備及び竜巻防護施設を内包する区画の換気空調設備のうち、外気と繋がるダクト・ファン、外気との境界となるダンパ・バタフライ弁として、以下を抽出し、評価を実施する。</p> <p>【比較のため4.2 評価対象施設(3) 竜巻防護施設に波及的影響を及ぼし得る施設の一部を記載】</p> <p>①竜巻防護施設に機械的影響を及ぼし得る主な施設</p> <p>当該施設の破損により、竜巻防護施設に機械的な波及的影響を及ぼして安全機能を喪失させる可能性が否定できない施設は、竜巻防護施設に隣接する以下を抽出とした。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・タービン建屋 ・永久構台 ・耐火隔壁 	<p>【参考として、女川2号炉まとめ資料 別添資料1 1. 竜巻に対する防護 1.2 評価の基本方針を一部記載】</p> <p>なお、津波防護施設等は、基準津波の高さや防護範囲の広さ等の重要性を鑑み、自主的に機能維持のための配慮を行う。</p> <p>第1.2.2-4 図に、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の抽出フロー及び抽出された施設を示す。</p> <p>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 （参考掲載のため対象施設省略）</p>	<p>及び外部事象防護対象施設を内包する区画の外気と繋がっている換気空調設備（機能的影響）とする。</p> <p>なお、津波防護施設等は、基準津波の高さや防護範囲の広さ等の重要性を鑑み、自主的に機能維持のための配慮を行う。</p> <p>第1.2.2.3 図に、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の抽出フロー及び抽出された施設を示す。</p> <p>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</p> <p>(a)タービン建屋 (b)電気建屋 (c)出入管理建屋 (d)循環水ポンプ建屋</p>	<p>【女川】 記載充実（大飯参照） ・泊の記載は、女川の別添資料1の記載を参考としているため、女川欄に別添資料1の記載を参考掲載している。（参考掲載のため主要な相違理由のみ記載）</p> <p>【女川】 設計方針の相違 ・記載充実（大飯参照） ・泊では、外部事象防護対象施設を内包する区画の外気と繋がっている換気空調設備も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いる。</p> <p>【大飯】 設計方針の相違 ・津波防護施設等のうち、防潮堤、防水壁については、防護範囲の広さ等の重要性を考慮し、自主的に機能維持のための配慮を行う方針。（女川同様）</p> <p>【大飯】 記載表現の相違</p> <p>【大飯】 記載方針の相違</p> <p>【大飯】 設計方針の相違 ・泊では、安全評価上その機能に期待するクラス3機器である「タービン保安装置」「主蒸気止め弁」を外部事象防護対象施設としており、タービン建屋は内包する区画として抽出しているが、安全上支障のない期間に補修等の対応を行うことで、内包する施設の安全機能を損なわない設計とするため、外殻施設としての防護機能に係る評価は実施していない。一方で、タービン建屋は、外殻施設である原子炉建屋（外部遮へい建屋、周辺補機棟、燃料取扱棟）の隣接建屋であることから、波及的影響を</p>

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（竜巻：別添資料1 添付資料3.15）

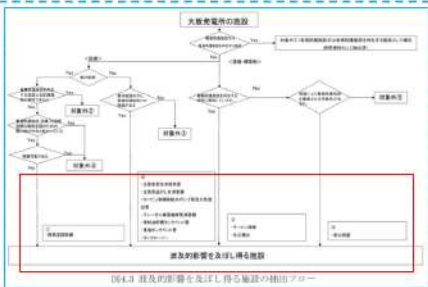
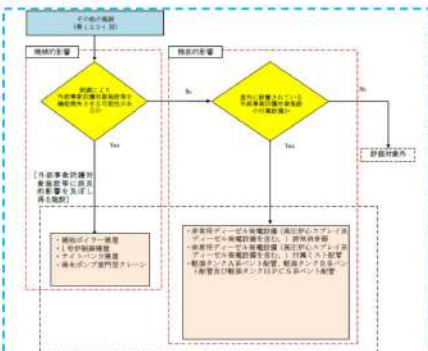
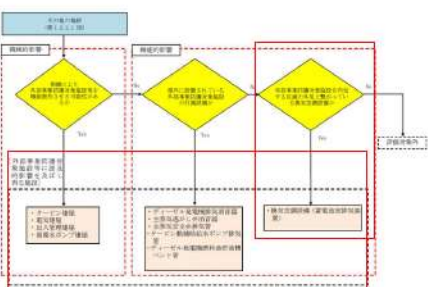
原子力発電所の竜巻影響評価ガイド	大飯発電所3/4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
	<p>【比較のため4.2 評価対象施設(3)竜巻防護施設に波及的影響を及ぼし得る施設の一部を記載】</p> <p>②竜巻防護施設に機能的影響を及ぼし得る主な施設</p> <p>当該施設の破損により、耐震Sクラス設備に機能的な波及的影響を及ぼして安全機能を喪失させる可能性が否定できない施設として、換気・冷却等が必要な耐震Sクラス設備を内包する区画の換気空調設備の内、以下を抽出した。</p> <p>【比較のため4.2 評価対象施設(3)竜巻防護施設に波及的影響を及ぼし得る施設の一部を記載】</p> <p>・ディーゼル発電機排気消音器</p>	<p>【参考として、女川2号炉まとめ資料 別添資料1 1. 竜巻に対する防護 1.2 評価の基本方針を一部記載】</p> <p>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</p> <p>(参考掲載たの対象施設省略)</p>	<p>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</p> <p>(外部事象防護対象施設の付属設備)</p> <p>(a)ディーゼル発電機排気消音器</p>	<p>及ぼし得る施設として評価している。</p> <p>【大飯】 設備の相違 ・対象施設の相違 ・循環水ポンプ建屋は、外部事象防護対象施設を内容する建屋であるが、鉄骨造であるため、鉄筋コンクリート造である「周辺補機棟」他の建屋とは異なり、一部区画だけではなく、建屋全体が外殻施設としての防護機能を期待できないため、当該建屋に内包されている原子炉補機冷却海水ポンプ等の外部事象防護対象施設に対して、竜巻防護対策を実施することで、安全機能を損なわない設計とすることから、外殻施設としての防護機能に係る評価は実施していない。また、当該建屋自体の倒壊により、内包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ことから、波及的影響を及ぼし得る施設として抽出している。</p> <p>【女川】 記載充実（大飯参照） ・泊の記載は、女川の別添資料1の記載を参考としているため、女川欄に別添資料1の記載を参考掲載している。(参考掲載のため主要な相違理由のみ記載)</p> <p>【大飯】 記載表現の相違 【大飯】 記載方針の相違</p>

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（竜巻：別添資料1 添付資料3.15）

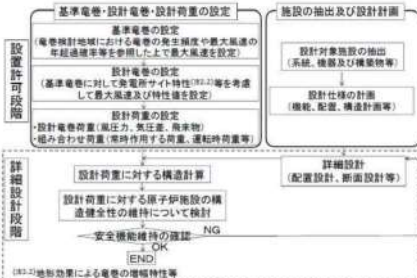
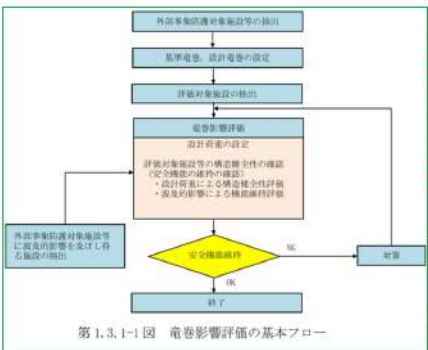
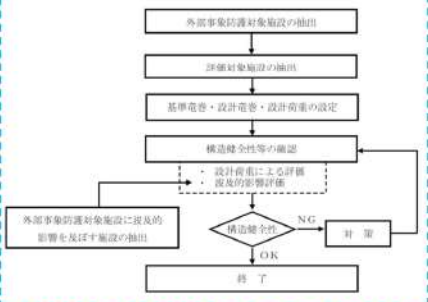
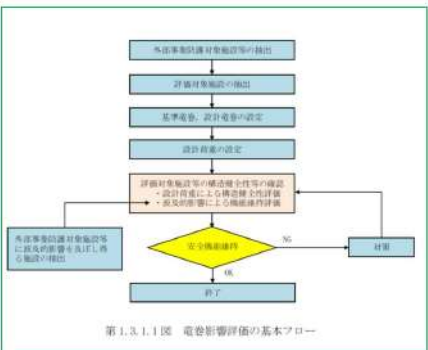
原子力発電所の竜巻影響評価ガイド	大飯発電所3/4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
	<p>【比較のため4.2 評価対象施設(3)竜巻防護施設に波及的影響を及ぼし得る施設の一部を記載】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・主蒸気逃がし弁消音器 ・主蒸気安全弁排気管 ・タービン動補助給水ポンプ蒸気大気放出管 <p>【比較のため4.2 評価対象施設(3)竜巻防護施設に波及的影響を及ぼし得る施設の一部を記載】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・燃料油貯蔵タンクベント管 ・重油タンクベント管 ・タンクローリー <p>【比較のため4.2 評価対象施設(3)竜巻防護施設に波及的影響を及ぼし得る施設の一部を記載】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・換気空調設備（蓄電池室の換気空調設備の外気と繋がるダクト・ファン及び外気と境界となるダンプ・パタフライ弁） <p>補足説明資料6：竜巻防護施設の抽出について 補足説明資料7：波及的影響を及ぼし得る施設の抽出について</p>		<p>(b)主蒸気逃がし弁消音器 (c)主蒸気安全弁排気管 (d)タービン動補助給水ポンプ排気管</p> <p>(e)ディーゼル発電機燃料油貯油槽ベント管</p> <p>（外部事象防護対象施設を内包する区画の外気と繋がっている換気空調設備） (a)換気空調設備（蓄電池室排気装置）</p>	<p>【女川】 記載充実（大飯参照） ・泊の記載は、女川の別添資料1の記載を参考としているため、女川欄に別添資料1の記載を参考掲載している。（参考掲載のため主要な相違理由のみ記載）</p> <p>【大飯】 記載表現の相違</p> <p>【大飯】 設備の相違 ・大飯では、非常用ディーゼル発電機が7日間連続運転するために、タンクローリーによる重油タンクからの燃料の補給が必要であり、タンクローリーを防護する必要があるが、泊では、燃料の補給は不要。</p> <p>【大飯】 記載表現の相違</p> <p>【大飯】 記載方針の相違</p>

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

原子力発電所の竜巻影響評価ガイド	大飯発電所3/4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
	<p>【比較のため4.2 評価対象施設の図4.3を記載】</p>  <p>図4.3 波及的影響を及ぼし得る施設の抽出フロー</p>	<p>【参考として、女川2号炉まとめ資料 別添資料1 1. 竜巻に対する防護 1.2 評価の基本方針を一部記載】</p>  <p>第1.2-4図 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フロー</p>	 <p>第1.2.2.3 図に、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の抽出フロー</p>	<p>【女川】 記載充実（大飯参照） ・泊の記載は、女川の別添資料1の記載を参考としているため、女川欄に別添資料1の記載を参考掲載している。（参考掲載のため主要な相違理由のみ記載）</p> <p>【大飯】 設備の相違 ・対象施設の相違</p> <p>【女川】 設計方針の相違 ・大飯及び泊では、外部事象防護対象施設を内包する区画の外気と繋がっている換気空調設備を波及的影響を及ぼし得る施設としている。</p>

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（竜巻：別添資料1 添付資料3.15）

原子力発電所の竜巻影響評価ガイド	大飯発電所3/4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
<p>2.2 設計の基本的な考え方</p> <p>2.2.1 設計の基本フロー</p> <p>図2.1に設計の基本フローを示す。設置許可段階では、基準竜巻、設計竜巻及び設計荷重が適切に設定されていること、並びに設計荷重に対して、機能・配置・構造計画等を経て抽出された設計対象施設の安全機能が維持される方針であることを確認する。ただし、設計荷重については、設置許可段階において、その基本的な種類や値等が適切に設定されていることを確認する。</p> <p>(注2.1) 竜巻防護施設を内包する区画。</p>  <p>図2.1 設計の基本フロー</p> <p>解説 2.2.1 設計の基本フロー</p> <p>詳細設計段階においては、配置・断面設計等を経て詳細な仕様が設定された施設を対象に、設計荷重の詳細を設定し、設計荷重に対する構造計算等を実施し、その結果得られた施設の変形や応力等が構造健全性評価基準を満足すること等を確認して、安全機能が維持されることが確認されることを想定している。</p>	<p>2.2 評価の基本的な考え方</p> <p>2.2.1 評価の基本フロー</p> <p>基準竜巻、設計竜巻及び設計荷重を適切に設定するとともに、評価対象施設を抽出し、考慮すべき設計荷重に対する評価対象施設の構造健全性について検討を行い、必要に応じて対策を行うことで安全機能が維持されていることの確認を行う。</p>	<p>【参考として、女川2号炉まとめ資料 別添資料1 1. 竜巻に対する防護 1.3 評価の基本的な考え方を記載】</p> <p>1.3 評価の基本的な考え方</p> <p>1.3.1 評価方法</p> <p>1.3.1.1 評価方法</p> <p>基準竜巻、設計竜巻及び設計荷重を適切に設定するとともに、評価対象施設等を抽出し、考慮すべき設計荷重に対する評価対象施設の構造健全性について評価を行い、必要に応じて対策を行うことで安全機能が維持されていることを確認する。</p> <p>竜巻影響評価の基本フローを第1.3.1-1図に示す。</p>  <p>第1.3.1-1図 竜巻影響評価の基本フロー</p> <p>【参考として、島根原子力発電所2号炉まとめ資料 別添2 1.3.1. 評価の基本フローより引用】</p> 	<p>1.3 評価の基本的な考え方</p> <p>1.3.1 評価方法</p> <p>1.3.1.1 評価方法</p> <p>基準竜巻、設計竜巻及び設計荷重を適切に設定するとともに、評価対象施設等を抽出し、考慮すべき設計荷重に対する評価対象施設の構造健全性等について評価を行い、必要に応じて対策を行うことで安全機能が維持されていることを確認する。</p> <p>竜巻影響評価の基本フローを第1.3.1.1図に示す。</p>  <p>第1.3.1.1図 竜巻影響評価の基本フロー</p>	<p>【女川】 記載充実（大飯参照） ・泊の記載は、女川の別添資料1の記載を参考としているため、女川欄に別添資料1の記載を参考掲載している。（参考掲載のため主要な相違理由のみ記載）</p> <p>【大飯】 記載表現の相違</p> <p>【大飯】 記載方針の相違</p> <p>【女川】 記載表現の相違 ・島根のフローを参考にした。</p>

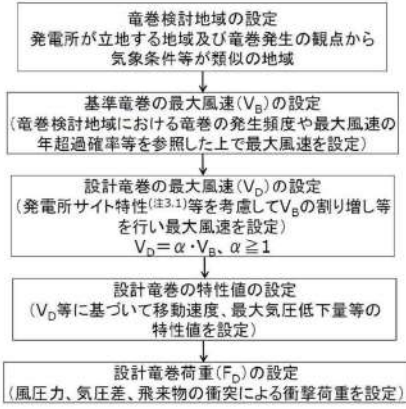
赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（竜巻：別添資料1 添付資料3.15）

原子力発電所の竜巻影響評価ガイド	大飯発電所3/4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
<p>2.2.2 設計対象施設に作用する荷重 以下に示す設計荷重を適切に設定する。 (1)設計竜巻荷重 設計竜巻荷重を以下に示す。 ①風圧力 設計竜巻の最大風速による風圧力 ②気圧差による圧力 設計竜巻における気圧低下によって生じる設計対象施設内外の気圧差による圧力 ③飛来物の衝撃荷重 設計竜巻によって設計対象施設に衝突し得る飛来物（以下、「設計飛来物」という）が設計対象施設に衝突する際の衝撃荷重 (2)設計竜巻荷重と組み合わせる荷重 設計竜巻荷重と組み合わせる荷重を以下に示す。 ①設計対象施設に常時作用する荷重、運転時荷重等 ②竜巻以外の自然現象(注2.3)による荷重、設計基準事故時荷重等 なお、上記(2)の②の荷重については、竜巻以外の自然現象及び事故の発生頻度等を参照して、上記(2)の①の荷重と組み合わせることの適切性や設定する荷重の大きさ等を判断する。</p> <p>2.2.3 施設の安全性の確認 設計竜巻荷重及びその他組み合わせ荷重（常時作用している荷重、竜巻以外の自然現象による荷重、設計基準事故時荷重等）を適切に組み合わせた設計荷重に対して、設計対象施設、あるいはその特定の区画(注2.4)の構造健全性等が維持されて安全機能が維持される方針であることを確認する。 (注2.3) 竜巻との同時発生が想定され得る雷、雪、雹^{ひょう}及び大雨等の自然現象を含む。 (注2.4) 竜巻防護施設を内包する区画。</p>	<p>2.2.2 評価対象施設に作用する荷重 以下に示す設計荷重を適切に設定する。 (1)設計竜巻荷重 設計竜巻荷重を以下に示す。 ①風圧力 設計竜巻の最大風速による風圧力 ②気圧差による圧力 設計竜巻における気圧低下によって生じる設計対象施設内外の気圧差による圧力 ③飛来物の衝撃荷重 設計竜巻によって評価対象施設に衝突し得る飛来物（以下、「設計飛来物」という）が評価対象施設に衝突する際の衝撃荷重 (2)設計竜巻荷重と組み合わせる荷重 設計竜巻荷重と組み合わせる荷重を以下に示す。 ①設計対象施設に常時作用する荷重、運転時荷重等 ②竜巻以外の自然現象による荷重、設計基準事故時荷重等 なお、上記(2)の②の荷重については、竜巻以外の自然現象及び事故の発生頻度等を参照して上記(2)の①の荷重と組み合わせることの適切性や設定する荷重の大きさ等を判断する。</p> <p>2.2.3 施設の安全性の確認方針 設計竜巻荷重及びその他組み合わせ荷重（常時作用している荷重、竜巻以外の自然現象による荷重、設計基準事故時荷重等）を適切に組み合わせた設計荷重に対して、設計対象施設、あるいはその特定の区画の構造健全性等の評価を行い、必要に応じて対策を行うことで安全機能が維持されることを確認する。</p>	<p>【参考として、女川2号炉まとめ資料 別添資料1 1. 竜巻に対する防護 1.3 評価の基本的な考え方を記載】</p> <p>1.3.2 評価対象施設等に作用する荷重 以下に示す設計荷重を適切に設定する。 (1) 設計竜巻荷重 設計竜巻荷重を以下に示す。 a. 風圧力による荷重 設計竜巻の最大風速による風圧力 b. 気圧差による圧力 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圧力 c. 飛来物の衝撃荷重 設計竜巻によって評価対象施設等に衝突し得る飛来物（設計飛来物）が評価対象施設等に衝突する際の衝撃荷重 (2) 設計竜巻荷重と組み合わせる荷重 設計竜巻荷重と組み合わせる荷重を以下に示す。 a. 評価対象施設等に常時作用する荷重、運転時荷重等 b. 竜巻以外の自然現象による荷重、設計基準事故時荷重等 なお、上記(2)b.の荷重については、竜巻以外の自然現象及び事故の発生頻度等を参照して、上記(2)a.の荷重と組み合わせることの適切性や設定する荷重の大きさ等を考慮して判断する。 具体的な荷重については、「3.3.2 設計竜巻荷重と組み合わせる荷重の設定」に示す。</p> <p>1.3.3 施設の安全性の確認方針 設計竜巻荷重及びその他組合せ荷重（常時作用している荷重、竜巻以外の自然現象による荷重、設計基準事故時荷重等）を適切に組み合わせた設計荷重に対して、評価対象施設等、あるいはその特定の区画の構造健全性等の評価を行い、必要に応じて対策を行うことで安全機能が維持されることを確認する。</p>	<p>1.3.2 評価対象施設等に作用する荷重 以下に示す設計荷重を適切に設定する。 (1) 設計竜巻荷重 設計竜巻荷重を以下に示す。 a. 風圧力による荷重 設計竜巻の最大風速による風圧力 b. 気圧差による圧力 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圧力 c. 飛来物の衝撃荷重 設計竜巻によって評価対象施設等に衝突し得る飛来物（設計飛来物）が評価対象施設等に衝突する際の衝撃荷重 (2) 設計竜巻荷重と組み合わせる荷重 設計竜巻荷重と組み合わせる荷重を以下に示す。 a. 評価対象施設等に常時作用する荷重、運転時荷重等 b. 竜巻以外の自然現象による荷重、設計基準事故時荷重等 なお、上記(2)b.の荷重については、竜巻以外の自然現象及び事故の発生頻度等を参照して、上記(2)a.の荷重と組み合わせることの適切性や設定する荷重の大きさ等を考慮して判断する。 具体的な荷重については、「3.3.2 設計竜巻荷重と組み合わせる荷重の設定」に示す。</p> <p>1.3.3 施設の安全性の確認方針 設計竜巻荷重及びその他組合せ荷重（常時作用している荷重、竜巻以外の自然現象による荷重、設計基準事故時荷重等）を適切に組み合わせた設計荷重に対して、評価対象施設等、あるいはその特定の区画の構造健全性等の評価を行い、必要に応じて対策を行うことで安全機能が維持されることを確認する。</p>	<p>【女川】 記載充実（大飯参照） ・泊の記載は、女川の別添資料1の記載を参考としているため、女川欄に別添資料1の記載を参考掲載している。</p> <p>【大飯】 記載表現の相違</p> <p>【大飯】 記載方針の相違</p> <p>【大飯】 記載表現の相違</p>

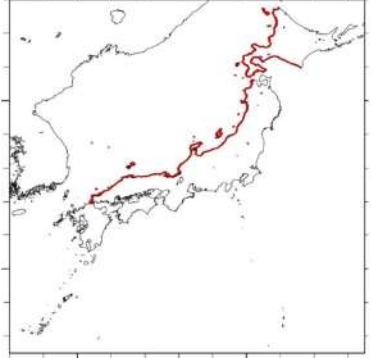
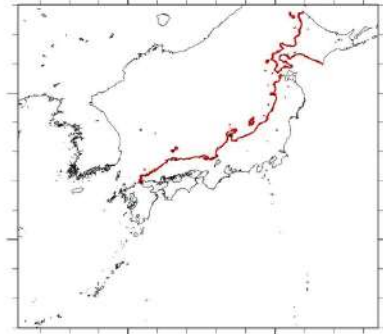
赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（竜巻：別添資料1 添付資料3.15）

原子力発電所の竜巻影響評価ガイド	大飯発電所3/4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
<p>3. 基準竜巻・設計竜巻の設定</p> <p>3.1 概要</p> <p>設置許可段階の安全審査において、基準竜巻及び設計竜巻が適切に設定されていることを確認する。</p> <p>解説 3.1 基準竜巻・設計竜巻の最大風速の設定</p> <p>設計竜巻荷重を設定するまでの基本的な流れは解説図 3.1 に示すとおりである。</p>  <p>解説図 3.1 基準竜巻・設計竜巻の設定に係る基本フロー</p> <p>(注 3.1) 地形効果による竜巻の増幅特性等</p> <p>3.2 竜巻検討地域の設定</p> <p>竜巻検討地域は、原子力発電所が立地する地域及び竜巻発生の観点から原子力発電所が立地する地域と気象条件等が類似の地域から設定する。</p> <p>解説 3.2 竜巻検討地域の設定</p> <p>(1) 基本的な条件</p> <p>竜巻検討地域の設定にあたっては、IAEAの基準^(*)が参考になる。IAEAの基準では、ある特定の風速を超過する竜巻の年発生頻度の検討にあたって竜巻の記録を調査する範囲として、およそ10万km²を目安にあげている。このIAEAの基準を参考として、竜巻検討地域の目安を、原</p>	<p>3. 基準竜巻・設計竜巻の設定</p> <p>3.1 概要</p> <p>設計竜巻荷重を設定するまでの基本的な流れを図 3.1 に示す。</p>  <p>図3.1 基準竜巻・設計竜巻の設定に係る基本フロー</p> <p>3.2 竜巻検討地域の設定</p> <p>竜巻検討地域は、大飯発電所が立地する地域と気象条件等が類似する地域を基に北海道から本州の日本海側および北海道の襟裳岬以西の海岸に沿った海側5kmと陸側5kmの地域（面積38,895km²）とする。</p> <p>図 3.2 に竜巻検討地域、図 3.3 に竜巻検討地域における竜巻の発生状況(1961年～2012年6月)を示す。</p>	<p>【参考として、女川2号炉まとめ資料 別添資料1 2. 基準竜巻・設計竜巻の設定 2.1 概要を一部記載】</p> <p>2. 基準竜巻・設計竜巻の設定</p> <p>2.1 概要</p> <p>基準竜巻及び設計竜巻の設定フローを第 2.1-1 図に示す。</p>  <p>第 2.1-1 図 基準竜巻・設計竜巻の設定に係る基本フロー</p>	<p>2. 基準竜巻・設計竜巻の設定</p> <p>2.1 概要</p> <p>基準竜巻及び設計竜巻の設定フローを第 2.1.1 図に示す。</p>  <p>第 2.1.1 図 基準竜巻・設計竜巻の設定に係る基本フロー</p> <p>2.2 竜巻検討地域の設定</p> <p>竜巻検討地域は、泊発電所が立地する地域と気象条件が類似する地域を基に北海道から本州の日本海側及び北海道の襟裳岬以西の海岸に沿った海側5kmと陸側5kmの地域（面積38,895km²）とする。</p> <p>第 2.2.1 図に竜巻検討地域、第 2.2.3 図に竜巻検討地域における竜巻の発生状況(1961年～2012年6月)を示す。</p>	<p>【女川】 記載充実（大飯参照）</p> <p>【大飯】 ・記載表現の相違 設計竜巻荷重 (F_D) については、本項目 2. ではなく、次項目 3. にて記載</p> <p>【大飯】 記載方針の相違 ・大飯は狭隘地形上に立地している観点で地形条件の類似性の確認を実施している。</p>

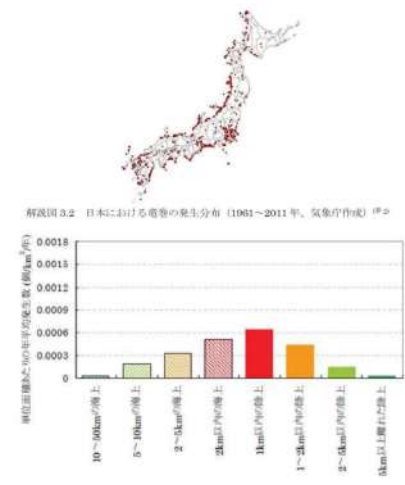
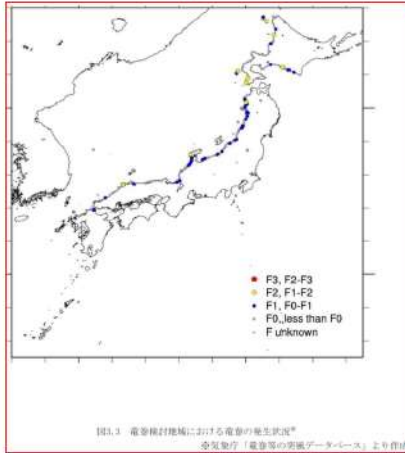
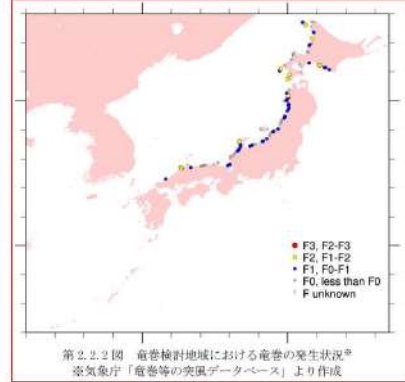
赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（竜巻：別添資料1 添付資料3.15）

原子力発電所の竜巻影響評価ガイド	大阪発電所3/4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
<p>原子力発電所を中心とする10万km²の範囲とする。しかしながら、日本では、例えば日本海側と太平洋側とで気象条件が異なる等、比較的狭い範囲で気象条件が大きく異なる場合があることから、必ずしも10万km²に拘らずに、竜巻発生観点から原子力発電所が立地する地域と気象条件等が類似する地域を調査した結果に基づいて竜巻検討地域を設定することを基本とする。</p> <p>(2)原子力発電所が海岸線付近に立地する場合の竜巻検討地域の設定</p> <p>解説図3.2に日本における竜巻の発生分布^(*)を示す。解説図3.2より日本における竜巻の発生位置は、海岸線付近に集中している傾向が伺える。解説図3.3に日本の海岸線付近における竜巻の発生状況を示す。解説図3.3をみると、海岸線から1km以内の陸上では単位面積あたりの1年間の平均発生数は6.0×10^{-4}(個/km²/年)を少し超える程度であり、海岸線から離れるに従って竜巻の発生数が減少する傾向が伺える。例えば、解説図3.3の陸上側のグラフの分布をみると、海岸線から5km以上離れた地域では、竜巻の発生数が急激に減少する傾向がみられる。以上の傾向を踏まえて、原子力発電所が海岸線付近に立地する場合は、海岸線から陸側及び海側それぞれ5kmの範囲を目安に竜巻検討地域を設定することとする。なお、原子力発電所がこの範囲（海岸線から陸側及び海側それぞれ5kmの範囲）を逸脱する地域に立地する場合は、海岸線付近で竜巻の発生が増大する特徴を踏まえつつ竜巻検討地域の範囲を別途検討する必要がある。</p>	 <p>図3.2 竜巻検討地域</p>		 <p>第2.2.1図 泊発電所における竜巻検討地域</p>	

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

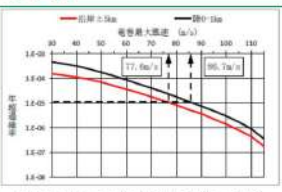
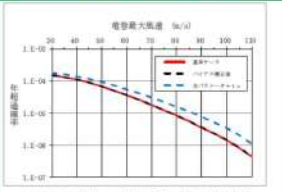
第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（竜巻：別添資料1 添付資料3.15）

原子力発電所の竜巻影響評価ガイド	大飯発電所3/4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
 <p>解説図 3.2 日本における竜巻の発生分布（1961～2011年、気象庁作成）^{19）}</p> <p>解説図 3.3 日本の海岸線付近における竜巻の発生状況^{19）}（1961～2009年12月、規模：F0以上）</p> <p>（注 3.2）被害の痕跡が残りにくい海上竜巻は、単位面積あたりの年平均発生数が、実際の発生数より少ない可能性が考えられる。</p>	 <p>図3.3 竜巻検討地域における竜巻の発生状況^{19）} <small>気象庁「竜巻等の突風データベース」より作成</small></p> <p>補足説明資料 2：竜巻検討地域について 補足説明資料 3：竜巻検討地域において発生した竜巻</p>		 <p>第 2.2.2 図 竜巻検討地域における竜巻の発生状況^{19）} <small>気象庁「竜巻等の突風データベース」より作成</small></p>	<p>【大飯】 分析結果の相違 ・竜巻発生数の分析結果の相違</p> <p>【大飯】 記載方針の相違</p>

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

原子力発電所の竜巻影響評価ガイド	大飯発電所3/4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由																																																																																										
<p>3.3 基準竜巻の設定</p> <p>以下の基本的な方針に基づいて基準竜巻の最大風速(V_B)を設定する。ここで、V_Bは最大瞬間風速とする。</p> <p>(1) 基準竜巻の最大風速(V_B)は、竜巻検討地域において、過去に発生した竜巻の規模や発生頻度、最大風速の年超過確率等を考慮して適切に設定する。</p> <p>(2) 基準竜巻の最大風速(V_B)は、下記に示すV_{B1}とV_{B2}のうちの大きな風速とする。</p> <p>①過去に発生した竜巻による最大風速(V_{B1})</p> <p>日本で過去に発生した竜巻による最大風速をV_{B1}として設定することを原則とする。ただし、竜巻検討地域で過去に発生した竜巻の最大風速を十分な信頼性のあるデータ等に基づいて評価できる場合においては、「日本」を「竜巻検討地域」に読み替えることができる。</p>	<p>3.3 基準竜巻の設定</p> <p>基準竜巻の最大風速(V_B)は以下の(1)、(2)より設定を行った。</p> <p>(1)過去に発生した竜巻による最大風速 (V_{B1})</p> <p>過去に発生した竜巻による最大風速(V_{B1})の設定にあたって、当社は現時点で竜巻検討地域で過去に発生した竜巻の最大風速を十分な信頼性のあるデータ等に基づいて評価できるだけの知見を有していないことから、日本で過去に発生した竜巻の観測データを用いてV_{B1}を設定する。なお、今後も地域特性に関する検討、新たな知見の収集やデータの拡充などに取組み、より信頼性のある評価が可能なるように努力する。</p> <p>日本で過去（1961年から2012年6月）に発生した最大の竜巻は、気象庁の「竜巻等の突風データベース」によるとF3スケールである（表3.2参照）。F3スケールにおける風速は、70m/s～92m/sであることから、過去に発生した最大の竜巻の最大風速V_{B1}を92m/sとした。</p> <table border="1" data-bbox="555 1050 958 1168"> <caption>表3.1 F3の竜巻発生リスト*（1961年～2012年6月）</caption> <thead> <tr> <th>F3スケール</th> <th>発生日時</th> <th>発生場所経度</th> <th>発生場所緯度</th> <th>発生場所</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>F3</td> <td>1971年07月07日07時50分</td> <td>35度52分40秒</td> <td>139度40分13秒</td> <td>埼玉県浦和市</td> </tr> <tr> <td>F3</td> <td>1990年12月11日19時13分</td> <td>35度25分27秒</td> <td>140度17分19秒</td> <td>千葉県成田市</td> </tr> <tr> <td>F3</td> <td>1999年09月24日11時07分</td> <td>34度42分4秒</td> <td>137度23分5秒</td> <td>愛知県豊橋市</td> </tr> <tr> <td>F3</td> <td>2006年11月07日13時23分</td> <td>43度58分39秒</td> <td>143度42分12秒</td> <td>北海道網走支庁 紋別町</td> </tr> <tr> <td>F3</td> <td>2012年05月06日12時35分</td> <td>36度6分38秒</td> <td>139度56分44秒</td> <td>茨城県高萩市</td> </tr> </tbody> </table> <p><small>*気象庁「竜巻等の突風データベース」より作成</small></p>	F3スケール	発生日時	発生場所経度	発生場所緯度	発生場所	F3	1971年07月07日07時50分	35度52分40秒	139度40分13秒	埼玉県浦和市	F3	1990年12月11日19時13分	35度25分27秒	140度17分19秒	千葉県成田市	F3	1999年09月24日11時07分	34度42分4秒	137度23分5秒	愛知県豊橋市	F3	2006年11月07日13時23分	43度58分39秒	143度42分12秒	北海道網走支庁 紋別町	F3	2012年05月06日12時35分	36度6分38秒	139度56分44秒	茨城県高萩市	<p>【参考として、女川2号炉まとめ資料 別添資料1 2. 基準竜巻・設計竜巻の設定 2.1 基準竜巻の最大風速(V_B)の設定を一部記載】</p> <p>2.3 基準竜巻の最大風速(V_B)の設定</p> <p>基準竜巻の最大風速は、過去に発生した竜巻による最大風速 (V_{B1}) 及び竜巻最大風速のハザード曲線による最大風速 (V_{B2}) のうち、大きな風速を設定する。</p> <p>2.3.1 過去に発生した竜巻による最大風速 (V_{B1})</p> <p>女川原子力発電所が立地する東北地方太平洋側は、過去の発生実績及び突風関連指数を用いた分析結果から、大規模な竜巻は発生しにくいものと考えられる。</p> <p>また、竜巻は観測の歴史が浅いこと及び気象庁における竜巻観測体制の変遷を踏まえると、他の気象観測データに比べ不確かさがあると考える。</p> <p>上記を勘案し、日本で過去に発生した竜巻の最大風速をV_{B1}として設定する。</p> <p>日本で過去に発生した最大の竜巻は F3スケールである。F3スケールと風速の関係より、F3スケールの風速は70～92m/sであるため、過去に発生した竜巻による最大風速V_{B1}は、F3スケールの上限値である92m/sとする。</p> <p>第2.3.1-1表に日本で過去に発生したF3竜巻を示す。</p> <table border="1" data-bbox="990 1050 1406 1241"> <caption>第2.3.1-1表 日本で過去に発生したF3竜巻（気象庁「竜巻等の突風データベース」より作成）</caption> <thead> <tr> <th>F3スケール</th> <th>発生日時</th> <th>発生場所経度</th> <th>発生場所緯度</th> <th>発生場所</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>F3</td> <td>1971年07月07日07時50分</td> <td>35度52分40秒</td> <td>139度40分13秒</td> <td>埼玉県浦和市</td> </tr> <tr> <td>F3</td> <td>1990年12月11日19時13分</td> <td>35度25分27秒</td> <td>140度17分19秒</td> <td>千葉県成田市</td> </tr> <tr> <td>F3</td> <td>1999年09月24日11時07分</td> <td>34度42分4秒</td> <td>137度23分5秒</td> <td>愛知県豊橋市</td> </tr> <tr> <td>F3</td> <td>2006年11月07日13時23分</td> <td>43度58分39秒</td> <td>143度42分12秒</td> <td>北海道網走支庁 紋別町</td> </tr> <tr> <td>F3</td> <td>2012年05月06日12時35分</td> <td>36度6分38秒</td> <td>139度56分44秒</td> <td>茨城県高萩市</td> </tr> </tbody> </table>	F3スケール	発生日時	発生場所経度	発生場所緯度	発生場所	F3	1971年07月07日07時50分	35度52分40秒	139度40分13秒	埼玉県浦和市	F3	1990年12月11日19時13分	35度25分27秒	140度17分19秒	千葉県成田市	F3	1999年09月24日11時07分	34度42分4秒	137度23分5秒	愛知県豊橋市	F3	2006年11月07日13時23分	43度58分39秒	143度42分12秒	北海道網走支庁 紋別町	F3	2012年05月06日12時35分	36度6分38秒	139度56分44秒	茨城県高萩市	<p>2.3 基準竜巻の設定</p> <p>基準竜巻の最大風速(V_B)は以下の(1)、(2)より設定を行った。</p> <p>(1)過去に発生した竜巻による最大風速 (V_{B1})</p> <p>泊発電所が立地する北海道日本海側は、過去の発生実績及び突風関連指数を用いた分析結果から、大規模な竜巻は発生しにくいものと考えられる。</p> <p>また、竜巻は観測の歴史が浅いこと及び気象庁における竜巻観測体制の変遷を踏まえると、他の気象観測データに比べ不確かさがあると考える。</p> <p>上記を勘案し、日本で過去に発生した竜巻の最大風速をV_{B1}として設定する。</p> <p>日本で過去（1961年から2012年6月）に発生した最大の竜巻は、気象庁の「竜巻等の突風データベース」によるとF3スケールである。F3スケールと風速の関係より、F3スケールの風速は70～92m/sであるため、過去に発生した竜巻による最大風速V_{B1}は、F3スケールの上限値である92m/sとする。</p> <p>第2.3.1表に日本で過去に発生したF3竜巻を示す。</p> <table border="1" data-bbox="1429 1050 1845 1168"> <caption>第2.3.1表 F3の竜巻の竜巻発生リスト*（1961年～2012年6月）</caption> <thead> <tr> <th>F3スケール</th> <th>発生日時</th> <th>発生場所経度</th> <th>発生場所緯度</th> <th>発生場所</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>F3</td> <td>1971年07月07日07時50分</td> <td>35度52分40秒</td> <td>139度40分13秒</td> <td>埼玉県浦和市</td> </tr> <tr> <td>F3</td> <td>1990年12月11日19時13分</td> <td>35度25分27秒</td> <td>140度17分19秒</td> <td>千葉県成田市</td> </tr> <tr> <td>F3</td> <td>1999年09月24日11時07分</td> <td>34度42分4秒</td> <td>137度23分5秒</td> <td>愛知県豊橋市</td> </tr> <tr> <td>F3</td> <td>2006年11月07日13時23分</td> <td>43度58分39秒</td> <td>143度42分12秒</td> <td>北海道網走支庁 紋別町</td> </tr> <tr> <td>F3</td> <td>2012年05月06日12時35分</td> <td>36度6分38秒</td> <td>139度56分44秒</td> <td>茨城県高萩市</td> </tr> </tbody> </table> <p><small>*気象庁「竜巻等の突風データベース」より作成</small></p>	F3スケール	発生日時	発生場所経度	発生場所緯度	発生場所	F3	1971年07月07日07時50分	35度52分40秒	139度40分13秒	埼玉県浦和市	F3	1990年12月11日19時13分	35度25分27秒	140度17分19秒	千葉県成田市	F3	1999年09月24日11時07分	34度42分4秒	137度23分5秒	愛知県豊橋市	F3	2006年11月07日13時23分	43度58分39秒	143度42分12秒	北海道網走支庁 紋別町	F3	2012年05月06日12時35分	36度6分38秒	139度56分44秒	茨城県高萩市	<p>【大飯】 記載表現の相違 ・女川の別添資料と同様の記載とした （ガイドに記載のとおり、日本で過去に発生した竜巻の最大風速を用いてV_{B1}を設定していることに相違なし）</p>
F3スケール	発生日時	発生場所経度	発生場所緯度	発生場所																																																																																										
F3	1971年07月07日07時50分	35度52分40秒	139度40分13秒	埼玉県浦和市																																																																																										
F3	1990年12月11日19時13分	35度25分27秒	140度17分19秒	千葉県成田市																																																																																										
F3	1999年09月24日11時07分	34度42分4秒	137度23分5秒	愛知県豊橋市																																																																																										
F3	2006年11月07日13時23分	43度58分39秒	143度42分12秒	北海道網走支庁 紋別町																																																																																										
F3	2012年05月06日12時35分	36度6分38秒	139度56分44秒	茨城県高萩市																																																																																										
F3スケール	発生日時	発生場所経度	発生場所緯度	発生場所																																																																																										
F3	1971年07月07日07時50分	35度52分40秒	139度40分13秒	埼玉県浦和市																																																																																										
F3	1990年12月11日19時13分	35度25分27秒	140度17分19秒	千葉県成田市																																																																																										
F3	1999年09月24日11時07分	34度42分4秒	137度23分5秒	愛知県豊橋市																																																																																										
F3	2006年11月07日13時23分	43度58分39秒	143度42分12秒	北海道網走支庁 紋別町																																																																																										
F3	2012年05月06日12時35分	36度6分38秒	139度56分44秒	茨城県高萩市																																																																																										
F3スケール	発生日時	発生場所経度	発生場所緯度	発生場所																																																																																										
F3	1971年07月07日07時50分	35度52分40秒	139度40分13秒	埼玉県浦和市																																																																																										
F3	1990年12月11日19時13分	35度25分27秒	140度17分19秒	千葉県成田市																																																																																										
F3	1999年09月24日11時07分	34度42分4秒	137度23分5秒	愛知県豊橋市																																																																																										
F3	2006年11月07日13時23分	43度58分39秒	143度42分12秒	北海道網走支庁 紋別町																																																																																										
F3	2012年05月06日12時35分	36度6分38秒	139度56分44秒	茨城県高萩市																																																																																										

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

原子力発電所の竜巻影響評価ガイド	大飯発電所3/4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
<p>②竜巻最大風速のハザード曲線による最大風速 (V_{B2})</p> <p>竜巻検討地域における竜巻の観測記録等に基づいて作成した竜巻最大風速のハザード曲線において、年超過確率(P_{B2})に対応する竜巻最大風速を V_{B2} とする。ここで、P_{B2} は 10^{-5}（暫定値）を上回らないものとする。</p> <p>また、竜巻検討地域において基準竜巻の最大風速 (V_B) が発生する可能性を定量的に確認するために、V_B の年超過確率を算定することとする。なお、V_B が V_{B1} から決定された場合 ($V_B = V_{B1}$ の場合) は、V_{B2} の算定に用いた竜巻最大風速のハザード曲線を用いて、V_B の年超過確率を算定する。ちなみに、米NRCの基準類^(*)では、設計に用いる竜巻（設計基準竜巻：Design-basis tornado）の最大風速は、年超過確率 10^{-7} の風速として設定されている。</p> <p>解説3.3 基準竜巻の最大風速 (V_B) の設定 解説3.3.1 過去に発生した竜巻による最大風速 (V_{B1}) の設定</p> <p>本文に記載のとおり、日本で過去に発生した竜巻による最大風速を V_{B1} として設定することを原則とする。</p> <p>また、過去に発生した竜巻による最大風速は、竜巻による被害状況等に基づく既往のデータベース、研究成果等について十分に調査・検討した上で設定する必要がある。</p> <p>日本における過去最大級の竜巻としては、例えば、1990年12月に千葉県茂原市で発生した竜巻、2012年5月に茨城県常総市からつくば市で発生した竜巻等があげられる。竜巻検討地域の観測記録等に基づいて V_{B1} を設定する場合において、これら過去最大級の竜巻を考慮しない場合には、その明確な根拠を提示する必要がある。</p> <p>竜巻による被害状況から推定された最大風速を参照して設定された藤田スケールを用いて基準竜巻の最大風速を設定する場合^(注3.3)は、藤田スケールの各階級 (F0~F5) の最大風速を用いる。解説表3.1に藤田スケールと風速の関係を示す。なお、風速計等によって観測された風速記録がある場合には、その風速記録を用いても</p>	<p>(2) 竜巻最大風速のハザード曲線による最大風速 (V_{B2})</p> <p>竜巻の発生について統計的に評価を行うため、竜巻検討地域における竜巻の観測記録等に基づいてハザード曲線(図3.4)を算定した。ハザード曲線は、竜巻検討地域の竜巻特性を適切に考慮できる海側、陸側5km範囲内で算定する場合に加え、保守性確保の観点から、1km範囲を短冊状に細かく区切り、竜巻の発生数を発生数に通過数を加えて算定する場合、全国の竜巻の被害長さ・幅の確率分布及び相関係数を用いて算定する場合の計3通りで算定を行った。</p> <p>算定したハザード曲線を図3.4(1)、(2)、(3)に示す。</p> <p>発電用軽水型原子炉施設に係る新安全基準骨子案に対する意見募集の結果について（平成25年4月3日原子力規制庁技術基盤課）に記載の『設計基準事故は、「原子炉施設の寿命期間中に予想される」頻度の運転時の異常な過渡変化よりもさらに低頻度のものであり、「プラント寿命中にまれであるが発生し得るもの」とされています。このためプラント寿命中に1回の頻度が 10^{-1}/年~10^{-2}/年となることを踏まえ、設計基準事故については、それよりも低頻度であることから、10^{-3}/年~10^{-4}/年程度の発生頻度を念頭においています』より、設計基準として考慮する竜巻の最大風速は 10^{-4}/年を念頭に設定することが妥当であると考え、竜巻の観測数が十分でないことを踏まえ保守的に 10^{-4} より1桁下げて、年超過確率 10^{-5} に相当する竜巻最大風速を V_{B2} とした。</p> <p>なお、竜巻の観測記録は、気象庁の竜巻等の突風データベースの情報を基にした。</p> <p>以上、(1)、(2)より算定した竜巻の最大風速 (V_B) を表3.2に示す。</p>	<p>【参考として、女川2号炉まとめ資料 別添資料1 2. 基準竜巻・設計竜巻の設定 2.1 基準竜巻の最大風速 (V_B) の設定を一部記載】</p> <p>2.3.8 竜巻最大風速のハザード曲線による最大風速 (V_{B2})</p> <p>第2.3.8-1図に、</p> <p>海岸線から陸側及び海側それぞれ5kmの範囲全域（竜巻検討地域）及びガイドに従い竜巻検討地域を1km範囲ごとに細分化した場合の竜巻最大風速のハザード曲線を示す。第2.3.8-1図より、陸側及び海側それぞれ5kmの範囲全域を対象とした場合の年超過確率 10^{-5} における風速は77.6m/s、竜巻検討地域を1km範囲ごとに細分化した場合の年超過確率 10^{-5} における風速は86.7m/s（陸側0~1km）となった。</p> <p>よって、竜巻最大風速のハザード曲線による最大風速 (V_{B2}) は、陸側及び海側それぞれ5kmの範囲全域及び1km範囲の竜巻最大風速のハザード評価結果のうち大きい方を採用し、$V_{B2} = 86.7\text{m/s}$ とする。</p>  <p>第2.3.8-1図 竜巻最大風速のハザード曲線（海側及び陸側それぞれ5kmの範囲及び1km範囲）</p> <p>また、不確かさ要素のハザード算定結果への影響を検討した結果を第2.3.8.2図に示す【添付資料2.4 参考資料3】。第2.3.8-2図より、データ、確率分布形選択及びデータ量が少ないことによる不確かさを表したハザード曲線により、これらの不確かさが小さいことを確認した。</p>  <p>第2.3.8-2図 ハザード不確かさ検討結果（バイアス補正後及び全パラメータ+1σのハザード）</p>	<p>(2) 竜巻最大風速のハザード曲線による最大風速 (V_{B2})</p> <p>竜巻の発生について統計的に評価を行うため、竜巻検討地域における竜巻の観測記録等に基づいてハザード曲線(第2.3.1図)を算定した。ハザード曲線は、海岸線から陸側及び海側それぞれ5kmの範囲全域（竜巻検討地域）及びガイドに従い竜巻検討地域を1km範囲ごとに細分化した場合の計2通りで算定を行った。また、不確かさ要素のハザード算定結果への影響を検討し、不確かさが小さいことを確認した。</p> <p>算定したハザード曲線を第2.3.1図(1)、(2)、(3)に示す。</p> <p>ガイドに従い、年超過確率 10^{-5} に相当する竜巻最大風速を V_{B2} とした。</p> <p>なお、竜巻の観測記録は、気象庁の竜巻等の突風データベースの情報を基にした。</p> <p>以上、(1)、(2)より算定した竜巻の最大風速 (V_B) を第2.3.2表に示す。</p>	<p>【大飯】 記載表現の相違 ・大飯は、竜巻特性を適切に考慮できる「基本ケース（沿岸±5km）評価」に加えて、保守性の観点から「短冊ケース（1kmごとに細分化）評価」を実施したという位置づけ ・泊は女川と同様、「基本ケース評価」に加え、ガイドに従い「短冊ケース評価」を実施（実質的な相違なし）</p> <p>【大飯】 検討方法の相違 ・女川審査実績の反映に伴い不確かさ評価を実施したことによる相違</p> <p>【大飯】 記載方針の相違 ・年超過確率 10^{-5} に相当する竜巻最大風速を V_{B2} としていることに相違なし</p>

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

原子力発電所の竜巻影響評価ガイド
 よい。

解説表 3.1 藤田スケールと風速の関係 (※)

スケール	風速
F0	17～32m/s (約15秒間の平均)
F1	33～49m/s (約10秒間の平均)
F2	50～69m/s (約7秒間の平均)
F3	70～92m/s (約5秒間の平均)
F4	93～116m/s (約4秒間の平均)
F5	117～142m/s (約3秒間の平均)

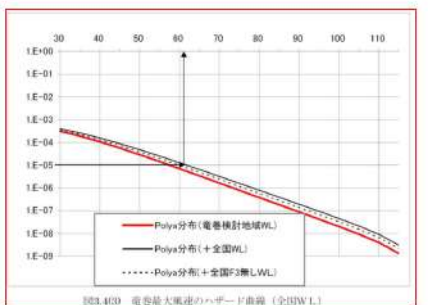
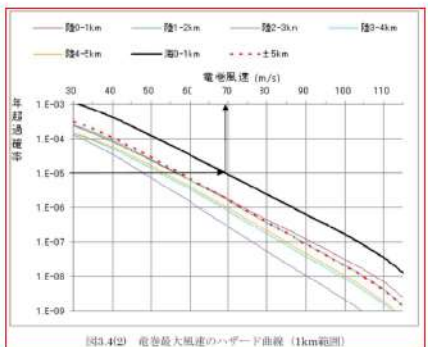
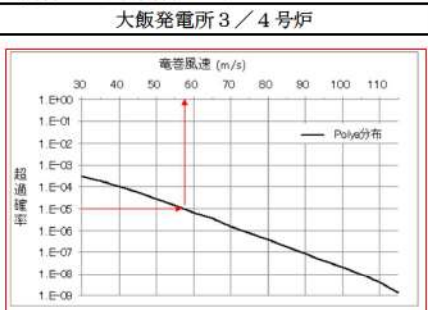
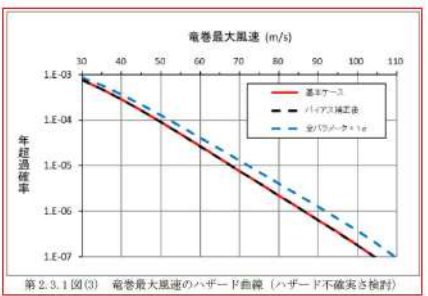
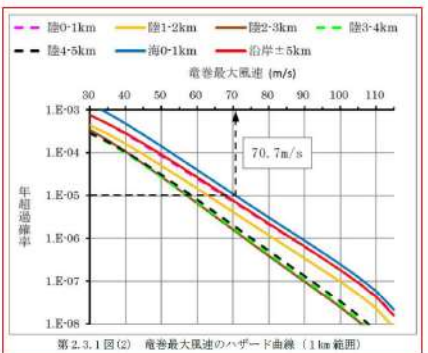
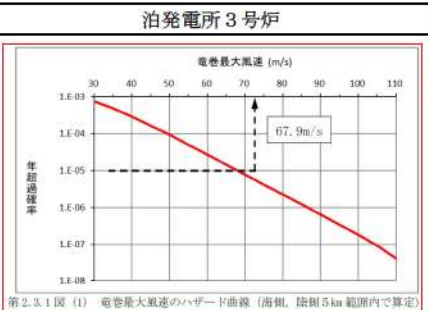


表3.2 竜巻の最大風速の算定結果

項目	最大風速
過去に発生した竜巻による最大風速 V_{00}	92m/s
竜巻最大風速のハザード曲線による最大風速 V_{0E}	70m/s

女川原子力発電所2号炉



第2.3.2表 竜巻の最大風速の算定結果

項目	最大風速[m/s]
過去に発生した竜巻による最大風速 V_{00}	92 (F3)
竜巻最大風速のハザード曲線による最大風速 V_{0E}	70.7

【大飯】
 評価結果の相違
 ・ハザード評価結果の相違によるもの

【大飯】
 検討方針の相違
 ・大飯は、感度解析として、泊で実施している「Jackknife法」の検討ではなく、全国データを用いた検討を実施している
 ・泊はBWR先行実績より、最新知見の反映として、不確実性評価を実施しているため、本検討は未実施

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（竜巻：別添資料1 添付資料3.15）

原子力発電所の竜巻影響評価ガイド	大飯発電所3/4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
<p>解説3.3.2 竜巻最大風速のハザード曲線を用いた最大風速 (V_{B2}) の算定</p> <p>既往の算定方法 (Wen&Chu^(*)及び Garson et. al^(*)) に基づいて V_{B2} を算定する方法について、その基本的な考え方を以下に例示する。竜巻最大風速のハザード曲線の算定は、解説図3.4に示す算定フローに沿って実施する。なお、本ガイドに示す V_{B2} の具体的な算定方法については、独立行政法人原子力安全基盤機構が東京工芸大学に委託した研究の成果^(*)が参考になる。また、竜巻最大風速のハザード曲線の算定方法については、技術的見地等からその妥当性を示すことを条件として、いずれの方法を用いてもよいが、竜巻影響エリアの設定の基本的な考え方は、以下の「(1) 竜巻影響エリアの設定」に従うことを原則とする。</p> <p>(注3.3) 解説3.3.3参照</p> <p>(1) 竜巻影響エリアの設定</p> <p>V_{B2} の算定にあたっては、まず始めに V_{B2} の発生エリアである竜巻影響エリアを設定する。竜巻影響エリアは、原子力発電所の号機ごとに設定する。号機ごとのすべての設計対象施設の設置面積の合計値及び推定される竜巻被害域(被害幅、被害長さ、移動方向等から設定)に基づいて、竜巻影響エリアを設定する。</p> <p>竜巻による被害域幅、被害域長さ及び移動方向は、竜巻検討地域で過去に発生した竜巻の記録に基づいて対数正規分布等を仮定して設定することを基本とする。また、竜巻による被害域幅、被害域長さ及び移動方向の設定に使用する竜巻の観測記録や仮定条件等は、後述する竜巻の最大風速の確率密度分布の設定に用いる観測記録や仮定条件等との整合性を持たせることを原則とし、V_{B2} の算定に使用するデータ等には一貫性を持たせるように配慮する。</p>	<p>以上(1)、(2)より、大飯発電所における基準竜巻の最大風速 V_B は92m/sとした。</p> <p>また、竜巻検討地域における基準竜巻の最大風速 V_B が発生し、被害を受ける年超過確率は、図3.4(1)より 5.0×10^{-7} である。</p> <p>(3) 竜巻最大風速のハザード曲線を用いた最大風速 (V_{B2}) の算定の仕方</p> <p>既往の算定方法 (Wen&Chu 及び Garson et. al) に基づいて、竜巻最大風速のハザード曲線を用いた最大風速 V_{B2} を算定した。具体的な算定方法は、独立行政法人原子力安全基盤機構が東京工芸大学に委託した研究の成果(参3)を参考とし、F4 竜巻の最大風速 116m/s 程度を考慮したハザード曲線とするため、竜巻最大風速の確率密度分布の積分の上限値 120m/s と設定した。</p> <p>詳細は補足説明資料4：竜巻最大風速のハザード曲線の求め方にて説明する。</p> <p>①竜巻影響エリアの設定</p> <p>竜巻影響エリアは、大飯発電所3、4号機はツインプラントであり建屋及び設備が隣接しているため、保守性を考慮して3号機、4号機の竜巻防護施設を十分に含む領域として直径350mの円とした。</p> <p>竜巻の発生数データは気象庁「竜巻等の突風データベース」より竜巻検討地域における1961年～2012年6月までのデータを用いて、観測体制の変遷やFスケール不明竜巻の取扱を考慮した発生数とした。竜巻による被害幅、被害長さは竜巻検討地域で過去に発生した竜巻の記録(気象庁「竜巻等の突風データベース」)に基づいて対数正規分布を仮定し設定した。</p>	<p>以上(1)、(2)より、女川原子力発電所における基準竜巻の最大風速 V_B は92m/sとした。</p> <p>また、竜巻検討地域における基準竜巻の最大風速 V_B が発生し、被害を受ける年超過確率は、第2.3.1図(2)より 6.9×10^{-7} である。</p> <p>(3) 竜巻最大風速のハザード曲線を用いた最大風速 (V_{B2}) の算定の仕方</p> <p>既往の算定方法 (Wen and Chu 及び Garson et al.) に基づいて、竜巻最大風速のハザード曲線を用いた最大風速 V_{B2} を算定した。具体的な算定方法は、独立行政法人原子力安全基盤機構が東京工芸大学に委託した研究の成果^(*)を参考とし、F4 竜巻の最大風速 116m/s 程度を考慮したハザード曲線とするため、竜巻最大風速の確率密度分布の積分の上限値 120m/s と設定した。</p> <p>詳細は添付資料2.4: 竜巻最大風速のハザード曲線の求め方にて説明する。</p> <p>①竜巻影響エリアの設定</p> <p>竜巻影響エリアは、泊発電所3号炉の評価対象施設等の面積及び設置位置を考慮して、評価対象施設等を十分に含む領域として直径920mの円とした。</p> <p>竜巻の発生数データは気象庁「竜巻等の突風データベース」より竜巻検討地域における1961年～2012年6月までのデータを用いて、観測体制の変遷やFスケール不明竜巻の取扱いを考慮した発生数とした。竜巻による被害幅、被害長さは竜巻検討地域で過去に発生した竜巻の記録(気象庁「竜巻等の突風データベース」)に基づいて対数正規分布を仮定し設定した。</p>	<p>以上(1)、(2)より、泊発電所における基準竜巻の最大風速 V_B は92m/sとした。</p> <p>また、竜巻検討地域における基準竜巻の最大風速 V_B が発生し、被害を受ける年超過確率は、第2.3.1図(2)より 6.9×10^{-7} である。</p> <p>(3) 竜巻最大風速のハザード曲線を用いた最大風速 (V_{B2}) の算定の仕方</p> <p>既往の算定方法 (Wen and Chu 及び Garson et al.) に基づいて、竜巻最大風速のハザード曲線を用いた最大風速 V_{B2} を算定した。具体的な算定方法は、独立行政法人原子力安全基盤機構が東京工芸大学に委託した研究の成果^(*)を参考とし、F4 竜巻の最大風速 116m/s 程度を考慮したハザード曲線とするため、竜巻最大風速の確率密度分布の積分の上限値 120m/s と設定した。</p> <p>詳細は添付資料2.4: 竜巻最大風速のハザード曲線の求め方にて説明する。</p> <p>①竜巻影響エリアの設定</p> <p>竜巻影響エリアは、泊発電所3号炉の評価対象施設等の面積及び設置位置を考慮して、評価対象施設等を十分に含む領域として直径920mの円とした。</p> <p>竜巻の発生数データは気象庁「竜巻等の突風データベース」より竜巻検討地域における1961年～2012年6月までのデータを用いて、観測体制の変遷やFスケール不明竜巻の取扱いを考慮した発生数とした。竜巻による被害幅、被害長さは竜巻検討地域で過去に発生した竜巻の記録(気象庁「竜巻等の突風データベース」)に基づいて対数正規分布を仮定し設定した。</p>	<p>相違理由</p> <p>【大飯】 記載方針の相違</p> <ul style="list-style-type: none"> ・大飯は基本ケース(±5km評価)から年超過確率を読み取っているが、泊は V_{B2} 算出に用いている海側0-1kmの結果から読み取っている <p>【大飯】 評価結果の相違</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ハザード評価結果の相違によるもの <p>【大飯】 評価対象施設の相違</p> <ul style="list-style-type: none"> ・発電所の評価対象施設の位置、面積が異なることによる竜巻影響エリアの相違

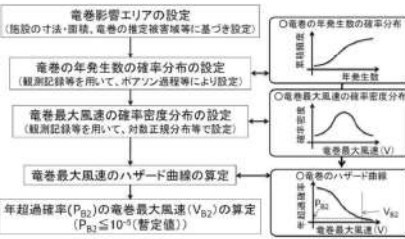
赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（竜巻：別添資料1 添付資料3.15）

原子力発電所の竜巻影響評価ガイド	大飯発電所3/4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
<p>(2) 竜巻の年発生数の確率分布の設定 竜巻の年発生数の確率分布は、竜巻検討地域で過去に発生した竜巻の記録等に基づいてポアソン過程等により設定することを基本とする。具体的には、竜巻検討地域を海岸線から陸側及び海側それぞれ 5km の範囲に設定した場合は、少なくとも 1km 範囲ごとに竜巻の年発生数の確率分布を算定し、そのうちの V_{B2} が最も大きな値として設定される確率分布を設計で用いることとする。</p> <p>(3) 竜巻最大風速の確率密度分布の設定 竜巻最大風速の確率密度分布は、竜巻検討地域で過去に発生した竜巻の記録等に基づいて対数正規分布等を仮定して設定することを基本とする。竜巻最大風速の確率密度分布の設定にあたっては、竜巻の年発生数の確率分布の設定と同様に、竜巻検討地域を 1km 範囲ごとに区切ってそれぞれの範囲で確率分布を算定し、そのうちの V_{B2} が最も大きな値として設定される確率分布を設定する等、配慮する。 竜巻最大風速の確率密度分布の設定にあたって使用する観測された竜巻の最大風速を藤田スケールに基づいて評価する場合^(注3.3)は、藤田スケールの各階級（F0～F5）の最小風速から最大風速のうち、V_{B2} が最も大きくなる風速を用いる。ただし、風速計等によって観測された風速記録がある場合には、その風速記録を用いてもよい。</p> <p>(4) 竜巻最大風速のハザード曲線の算定 上記で設定した竜巻の年発生数の確率分布及び竜巻最大風速の確率密度分布を用いて、竜巻最大風速のハザード曲線を算定する。 なお、竜巻最大風速のハザード曲線の算定において、竜巻最大風速の確率密度分布の積分の上限値を設定する場合は、竜巻最大風速の評価を行うハザード曲線が不自然な形状にならないように留意する。</p>	<p>② 竜巻の年発生数の確率分布の設定 竜巻の年発生数の確率分布は、①で設定した竜巻の発生データに基づき、竜巻は気象事象の中でも極めて稀に発生する事象であり、発生数の変動（標準偏差）が大きい分布であることからガイドで参照されている東京工芸大学委託成果にならないポリヤ分布により設定した。 なお、1km ごとの竜巻の年発生数は少なく、精度良くハザード曲線を算定できないことおよび竜巻による被害の発生特性（発生地点から数 km 離れた地点で最大風速に達する）を考慮し、1km ごとではなく竜巻検討地域全体（5km 範囲）として、年発生数の確率分布を求めた。竜巻風速の確率密度分布も同様とした。</p> <p>③ 竜巻最大風速の確率密度分布の設定 竜巻最大風速の確率密度分布は、①、②より対数正規分布を仮定し設定した。</p> <p>④ 竜巻最大風速のハザード曲線の算定 ①、②、③より竜巻最大風速のハザード曲線を算定した。</p>		<p>② 竜巻の年発生数の確率分布の設定 竜巻の年発生数の確率分布は、①で設定した竜巻の発生データに基づき、竜巻は気象事象の中でも極めてまれに発生する事象であり、発生数の変動（標準偏差）が大きい分布であることからガイドで参照されている東京工芸大学委託成果にならないポリヤ分布により設定した。 また、竜巻検討地域を 1km 範囲ごとに細分化した評価では、それぞれ 1km 範囲ごとに竜巻の年発生数の確率分布を算定し、そのうちの V_{B2} が最も大きな値として設定される確率分布を求めた。竜巻風速の確率密度分布も同様とした。</p> <p>③ 竜巻最大風速の確率密度分布の設定 竜巻最大風速の確率密度分布は、①、②より対数正規分布を仮定し設定した。</p> <p>④ 竜巻最大風速のハザード曲線の算定 ①、②、③より竜巻最大風速のハザード曲線を算定した。</p>	<p>【大飯】 記載方針の相違 ・大飯も短冊ケース（1km ごと評価）では、1km ごとの値を使用して評価しているが、基本ケース（沿岸±5km 評価）において 1km 範囲ごとの確率密度分布を求めていないことを説明している ・泊は、ガイドのとおり短冊ケース（1km ごと評価）を実施し 1km 範囲ごとの値を使用したことを記載している</p>

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（竜巻：別添資料1 添付資料3.15）

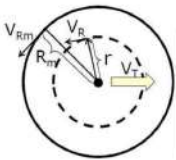
原子力発電所の竜巻影響評価ガイド	大飯発電所3/4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
<p>(5)年超過確率(P_{B2})に対応する竜巻最大風速(V_{B2})の算定</p> <p>上記で算定した竜巻最大風速のハザード曲線において年超過確率がP_{B2}($\leq 10^{-5}$(暫定値))の竜巻最大風速をV_{B2}とする。</p>  <p>解説 3.3.3</p> <p>日本版改良藤田スケールの適用について2015年12月に気象庁により策定され、2016年4月から竜巻等の突風の調査に使用されている日本版改良藤田スケール(以下「JEFスケール」という。)は、日本の建築物等の種類や特性を踏まえた被害指標及び被害度が用いられており、個別被害から求められる風速の精度の向上が図られている。一方で、2016年4月以降に蓄積されたJEFスケールにより評定された竜巻の風速等に関するデータのみで竜巻最大風速の大きさと発生頻度との関係を把握することは困難であることから、V_Bの設定は、JEFスケールのデータではなく、2016年3月以前に藤田スケールにより評定された竜巻の風速等に関するデータを用いて行うものとする。ただし、藤田スケールの階級F3の最大風速92m/sに近い値又はそれを超える値がJEFスケールで評定された場合には、気象庁の評定等を踏まえ、その値の扱いを別途検討する。</p>	<p>⑤年超過確率(P_{B2})に対応する竜巻最大風速(V_{B2})の算定</p> <p>④で算定したハザード曲線を用いて、年超過確率$P_{B2}=10^{-5}$に相当する竜巻最大風速をV_{B2}とした。</p>	<p>女川原子力発電所2号炉</p>	<p>⑤年超過確率(P_{B2})に対応する竜巻最大風速(V_{B2})の算定</p> <p>④で算定したハザード曲線を用いて、年超過確率$P_{B2}=10^{-5}$に相当する竜巻最大風速をV_{B2}とした。</p>	<p>相違理由</p>

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

原子力発電所の竜巻影響評価ガイド	大飯発電所3/4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
<p>3.4 設計竜巻の設定 以下の基本的な方針に基づいて設計竜巻の最大風速(VD)及び特性値を設定する。ここで、VDは最大瞬間風速とする。</p> <p>(1)設計竜巻の最大風速(VD)は、原子力発電所が立地する地域の特性（地形効果による竜巻の増幅特性等）等を考慮して、科学的見地等から基準竜巻の最大風速(VB)の適切な割り増し等を行って設定されていること。なお、VDは、VBを下回らないものとする。</p> <p>(2)設計竜巻の特性値は、設計竜巻の最大風速(VD)、並びに竜巻検討地域において過去に発生した竜巻の特性等を考慮して適切に設定する。</p> <p>解説3.4 設計竜巻の最大風速(VD)及び特性値の設定 解説3.4.1 設計竜巻の最大風速(VD)の設定で考慮する地形効果による竜巻の増幅特性 丘陵等による地形効果によって竜巻が増幅する可能性があると考えられる(参9 ほか)ことから、原子力発電所が立地する地域において、設計対象施設の周辺地形等によって竜巻が増幅される可能性について検討を行い、その検討結果に基づいて設計竜巻の最大風速(VD)を設定する。 なお、竜巻が丘陵や段差等の上空を通過した際には、竜巻が減衰する可能性が指摘されている</p>	<p>3.4 設計竜巻の設定 設計竜巻の最大風速および特性値は以下のとおり設定する。</p> <p>(1)設計竜巻の最大風速(V_D) 大飯発電所は三方を山に囲まれ北東方向が開かれた幅500mほどの狭隘な地形に立地しており、地表面粗度による渦の減速があり、竜巻の増幅は考えられないことから設計竜巻の最大風速VDは92m/sとする。</p> <p>(2)設計竜巻の特性値 設計竜巻の特性値を、竜巻検討地域における竜巻の観測データが不足していることから、ランキン渦モデルを仮定の上、①～⑤に従い設定し、表3.4に示す。</p>		<p>2.4 設計竜巻の設定 設計竜巻の最大風速および特性値は以下のとおり設定する。</p> <p>(1)設計竜巻の最大風速 (V_D) 竜巻検討地域で発生した竜巻は、海側から陸側に進入する可能性が高く、竜巻が増幅することはないと考えられる。竜巻が海上から発電所に進入してきた場合は、地表面粗度の影響を受けて竜巻は減衰した後、さらに防潮堤(T.P.16.5m)で減衰するため、竜巻による施設への影響は限定的となると考えられる。また、山側から発電所の敷地に移動してきた場合についても、発電所周辺は広い丘陵地に森林が存在しており、森林による粗度の影響を大きく受けるため減衰する。 したがって、泊発電所において地形効果による竜巻の増幅の影響は受けないものと考えられる。そのため、基準竜巻の割増しは不要と考えるが、将来的な気候変動による竜巻発生の不確実性を考慮し、基準竜巻の92m/sを安全側に切り上げて、設計竜巻の最大風速V_Dは100m/sとする。</p> <p>(2)設計竜巻の特性値 設計竜巻の特性値は、原則として十分な信頼性を有した観測記録等に基づいて設定する必要があり、泊では評価の保守性等も踏まえて、ガイドに示される方法に基づいて設定する。具体的には、ランキン渦モデルを仮定し、①～⑤に従い設定する。設定した結果を第2.4.1表に示す。</p>	<p>【女川】 記載充実（大飯参照）</p> <p>【大飯】 設計方針の相違 ・泊では、女川と同じく、設計竜巻はV_Dを切り上げた100m/sとする方針としている</p> <p>【大飯】 記載方針の相違 ・泊では、評価の保守性等の観点でランキン渦モデルに基づいて設定することとしている</p> <p>【大飯】 記載表現の相違</p>

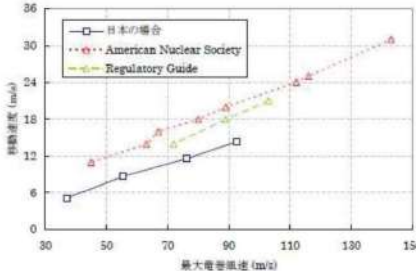
赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（竜巻：別添資料1 添付資料3.15）

原子力発電所の竜巻影響評価ガイド	大飯発電所3/4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
<p>(参10、参11)が、VDの設定においては、そのような減衰の効果は考慮しない。</p> <p>解説3.4.2 設計竜巻の特性値の設定 解説3.4.2.1 概要 竜巻検討地域で観測された竜巻に関する情報、並びに設計竜巻の最大風速（VD）等に基づいて、下記(1)～(5)に示す設計竜巻の各特性値を設定する。</p> <p>(1)移動速度（VT） (2)最大接線風速（VRm） (3)最大接線風速半径（Rm） (4)最大気圧低下量（ΔPmax） (5)最大気圧低下率（dp/dt）max</p> <p>(1)～(5)の各特性値については原則として、十分な信頼性を有した観測記録等に基づいて設定したものを、その根拠の明示を条件として用いる。ただし、設定に足る十分な信頼性を有した観測記録等がない場合には、解説3.4.2.2及び3.4.2.3に示す方法で各特性値を設定することができる。</p> <p>解説3.4.2.2 設計竜巻の特性値の設定に係る基本的な考え方 竜巻に関する観測データが不足している等の理由により、観測データ等に基づいた十分に信頼できる数学モデルの構築が困難な場合は、米国NRCの基準類(参4)を参考として、ランキン渦モデルを仮定して竜巻特性値を設定する。解説図3.5にランキン渦モデルの概要を示す。ランキン渦では、高さ方向によって風速及び気圧が変化しない平面的な流れ場を仮定している。なお、ランキン渦モデルに比べてより複雑な竜巻渦を仮定した数学モデル等を使用して竜巻特性値を設定する場合は、その技術的な妥当性を示す必要がある。</p> <div data-bbox="116 1197 542 1356">  <p> V_T: 竜巻の移動速度 V_R: 接線風速、r: 竜巻渦中心からの半径 V_{Rm}: 最大接線風速、R_m: 最大接線半径 $V_R = V_{Rm} \cdot (r/R_m)$ ($r \leq R_m$ の範囲) $V_R = V_{Rm} \cdot (R_m/r)$ ($r \geq R_m$ の範囲) </p> </div> <p>解説図3.5 ランキン渦モデルの概要</p> <p>解説3.4.2.3 設計竜巻の特性値の設定</p>				

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（竜巻：別添資料1 添付資料3.15）

原子力発電所の竜巻影響評価ガイド	大飯発電所3／4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
<p>(1) 設計竜巻の移動速度(VT)の設定 設計竜巻の移動速度(VT)は、以下の算定式を用いてVDからVTを算定する。 $VT = 0.15 \cdot VD \cdots (3.1)$ ここで、VD(m/s)は設計竜巻の最大風速を表す。(3.1)式は、解説図3.6に示される日本の竜巻の観測記録に基づいた竜巻移動速度と最大風速との関係(参3)を参考として設定したものである。解説図3.6をみると、青線で示す日本の竜巻による移動速度は、米国NRCの基準類等(参4)による移動速度と比べて、同じ最大竜巻風速に対して小さい。解説図3.6に示される日本の竜巻に対する移動速度は、藤田スケールに基づいた階級(F3、F2及びF2～F3、F1及びF1～F2、F0及びF0～F1)ごとの平均値であるが、日本で発生する竜巻を個別にみれば、スーパーセルに伴って発生する竜巻等、米国の竜巻に比べて移動速度が速いものも存在すると考えられる。 本ガイドでは、設計竜巻の最大速度(VD)が一定の場合、移動速度が遅い方が、最大気圧低下量(ΔPmax)が大きな値になる((3.2)式、(3.4)式)ことを考慮して、スーパーセルに伴って発生する竜巻等の移動速度が速い竜巻の特性は採用せずに、観測記録の平均値に基づいた解説図3.6の日本の竜巻における移動速度と最大竜巻風速の関係に基づく(3.1)式を採用することにした。</p>  <p>解説図 3.6 竜巻の移動速度と最大風速の関係^(*)</p>	<p>①設計竜巻の移動速度(V_T) $V_T = 0.15 \cdot V_D$ V_D(m/s): 設計竜巻の最大風速</p>		<p>①設計竜巻の移動速度(V_T) $V_T = 0.15 \cdot V_D$ V_D(m/s): 設計竜巻の最大風速</p>	

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（竜巻：別添資料1 添付資料3.15）

原子力発電所の竜巻影響評価ガイド	大飯発電所3/4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由																																				
<p>(2)設計竜巻の最大接線風速(V_{Rm})の設定 設計竜巻の最大接線風速(V_{Rm})は、米国 NRC の基準類(参4)を参考として、以下の算定式を用いて V_{Rm} を算定する。 $V_{Rm} = V_D - V_T \dots (3.2)$ ここで、V_D(m/s)及びV_T(m/s)は、設計竜巻の最大風速及び移動速度である。 (3)設計竜巻の最大接線風速が生じる位置での半径(R_m)の設定 設計竜巻の最大接線風速が生じる位置での半径(R_m)は、日本における竜巻の観測記録をもとに提案された竜巻モデル(参3)に準拠して以下の値を用いる。 $R_m = 30 (m) \dots (3.3)$ (4)設計竜巻の最大気圧低下量(ΔP_{max})の設定 設計竜巻の最大気圧低下量(ΔP_{max})は、米国 NRC の基準類(参4)を参考として、ランキン渦モデルによる風速分布に基づいて、最大気圧低下量(ΔP_{max})を設定する。 $\Delta P_{max} = \rho \cdot V_{Rm}^2 \dots (3.4)$ ここで、ρ及びV_{Rm}は、それぞれ空気密度、設計竜巻の最大接線風速を示す。 (5)設計竜巻の最大気圧低下率((dp/dt)_{max})の設定 設計竜巻の最大気圧低下率((dp/dt)_{max})は、米国 NRC の基準類(参4)を参考として、ランキン渦モデルによる風速分布に基づいて、最大気圧低下量(ΔP_{max})及び最大気圧低下率((dp/dt)_{max})を設定する。 $(dp/dt)_{max} = (V_T/R_m) \cdot \Delta P_{max} \dots (3.5)$ ここで、V_T及びR_mは、それぞれ設計竜巻の移動速度及び最大接線風速が生じる位置での半径を表す。</p>	<p>②設計竜巻の最大接線風速(V_{Rm}) $V_{Rm} = V_D - V_T$ $V_D(m/s)$: 設計竜巻の最大風速、$V_T(m/s)$: 設計竜巻の移動速度</p> <p>③設計竜巻の最大接線風速が生じる位置での半径(R_m) $R_m = 30(m)$</p> <p>④設計竜巻の気圧低下量(ΔP) $\Delta P = \rho \cdot V_{Rm}^2$ ρ: 空気密度(1.22(kg/m³)), $V_{Rm}(m/s)$: 設計竜巻の最大接線風速</p> <p>⑤設計竜巻の最大気圧低下率((dp/dt)_{max}) $(dp/dt)_{max} = (V_T/R_m) \cdot \Delta P$ $V_T(m/s)$: 設計竜巻の移動速度、$R_m(m/s)$: 設計竜巻の最大接線風速半径</p> <table border="1" data-bbox="555 957 972 1034"> <caption>表3.1 設計竜巻の特性値</caption> <thead> <tr> <th>最大風速 V_D(m/s)</th> <th>移動速度 V_T(m/s)</th> <th>最大接線風速 V_{Rm}(m/s)</th> <th>最大接線風速 半径R_m(m)</th> <th>気圧低下量 ΔP(Pa)</th> <th>最大気圧低下率 (dp/dt)_{max} (Pa/s)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>92</td> <td>13</td> <td>79</td> <td>30</td> <td>77</td> <td>34</td> </tr> </tbody> </table> <p>なお、竜巻影響評価にあたっては、竜巻の観測数等のデータが少なく、不確実性があることから、設計竜巻風速 92m/s を安全側に数字を切り上げ、下記の最大風速 100m/s (表 3.5 に示す)の設計荷重に対して、建屋・構築物、系統・機器の評価を行う。</p> <table border="1" data-bbox="555 1276 972 1353"> <caption>表3.3 竜巻影響評価に使用する竜巻の特性値*</caption> <thead> <tr> <th>最大風速 V_D(m/s)</th> <th>移動速度 V_T(m/s)</th> <th>最大接線風速 V_{Rm}(m/s)</th> <th>最大接線風速 半径R_m(m)</th> <th>気圧低下量 ΔP(Pa)</th> <th>最大気圧低下率 (dp/dt)_{max} (Pa/s)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>100</td> <td>13</td> <td>87</td> <td>30</td> <td>89</td> <td>43</td> </tr> </tbody> </table>	最大風速 V _D (m/s)	移動速度 V _T (m/s)	最大接線風速 V _{Rm} (m/s)	最大接線風速 半径R _m (m)	気圧低下量 ΔP(Pa)	最大気圧低下率 (dp/dt) _{max} (Pa/s)	92	13	79	30	77	34	最大風速 V _D (m/s)	移動速度 V _T (m/s)	最大接線風速 V _{Rm} (m/s)	最大接線風速 半径R _m (m)	気圧低下量 ΔP(Pa)	最大気圧低下率 (dp/dt) _{max} (Pa/s)	100	13	87	30	89	43		<p>②設計竜巻の最大接線風速(V_{Rm}) $V_{Rm} = V_D - V_T$ $V_D(m/s)$: 設計竜巻の最大風速、$V_T(m/s)$: 設計竜巻の移動速度</p> <p>③設計竜巻の最大接線風速が生じる位置での半径(R_m) $R_m = 30 (m)$</p> <p>④設計竜巻の気圧低下量(ΔP_{max}) $\Delta P_{max} = \rho \cdot V_{Rm}^2$ ρ: 空気密度(1.22 (kg/m³)), $V_{Rm}(m/s)$: 設計竜巻の最大接線風速</p> <p>⑤設計竜巻の最大気圧低下率((dp/dt)_{max}) $(dp/dt)_{max} = (V_T/R_m) \cdot \Delta P_{max}$ $V_T(m/s)$: 設計竜巻の移動速度、$R_m(m/s)$: 設計竜巻の最大接線風速半径</p> <table border="1" data-bbox="1429 957 1845 1062"> <caption>表 2.4.1 表 設計竜巻の特性値</caption> <thead> <tr> <th>最大風速 V_D (m/s)</th> <th>移動速度 V_T (m/s)</th> <th>最大接線風速 V_{Rm} (m/s)</th> <th>最大接線風速半径 R_m (m)</th> <th>最大気圧低下量 ΔP_{max} (Pa)</th> <th>最大気圧低下率 (dp/dt)_{max} (Pa/s)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>100</td> <td>13</td> <td>87</td> <td>30</td> <td>89</td> <td>43</td> </tr> </tbody> </table>	最大風速 V _D (m/s)	移動速度 V _T (m/s)	最大接線風速 V _{Rm} (m/s)	最大接線風速半径 R _m (m)	最大気圧低下量 ΔP _{max} (Pa)	最大気圧低下率 (dp/dt) _{max} (Pa/s)	100	13	87	30	89	43	<p>【大飯】 設計方針の相違 ・泊では、女川と同じく、設計竜巻はV_Rを切り上げた100m/sとする方針としている</p>
最大風速 V _D (m/s)	移動速度 V _T (m/s)	最大接線風速 V _{Rm} (m/s)	最大接線風速 半径R _m (m)	気圧低下量 ΔP(Pa)	最大気圧低下率 (dp/dt) _{max} (Pa/s)																																			
92	13	79	30	77	34																																			
最大風速 V _D (m/s)	移動速度 V _T (m/s)	最大接線風速 V _{Rm} (m/s)	最大接線風速 半径R _m (m)	気圧低下量 ΔP(Pa)	最大気圧低下率 (dp/dt) _{max} (Pa/s)																																			
100	13	87	30	89	43																																			
最大風速 V _D (m/s)	移動速度 V _T (m/s)	最大接線風速 V _{Rm} (m/s)	最大接線風速半径 R _m (m)	最大気圧低下量 ΔP _{max} (Pa)	最大気圧低下率 (dp/dt) _{max} (Pa/s)																																			
100	13	87	30	89	43																																			

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

原子力発電所の竜巻影響評価ガイド	大飯発電所3／4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
<p>4. 施設の設計</p> <p>4.1 概要</p> <p>設置許可段階の安全審査において以下を確認する。</p> <p>①設計荷重（設計竜巻荷重及びその他の組み合わせ荷重）が適切に設定されていること。 ただし、設置許可段階においては、その基本的な種類や値等が適切に設定されていることを確認する。（設計対象施設の各部位に作用させる設計荷重の詳細は、詳細設計段階において確認する）</p> <p>②設計荷重に対して、設計対象施設の構造健全性等が維持されて安全機能が維持される方針であること。</p>	<p>4. 竜巻影響評価</p> <p>4.1 評価概要</p> <p>評価の概要は以下のとおりとする。</p> <p>(1)設計竜巻および設計荷重（設計竜巻荷重およびその他の組み合わせ荷重）の設定</p> <p>(2)設計荷重に対する竜巻防護施設の構造健全性等の維持により安全機能が維持されることの評価</p>	<p>【参考として、女川2号炉まとめ資料 別添資料1 3. 竜巻影響評価 3.1 評価概要を記載】</p> <p>3. 竜巻影響評価</p> <p>3.1 評価概要</p> <p>評価の概要は以下のとおり。</p> <p>(1)設計荷重（設計竜巻荷重及びその他の組み合わせ荷重）の設定</p> <p>(2)原子力発電所における飛来物に係る調査</p> <p>(3)飛散防止対策</p> <p>(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を確認</p>	<p>3. 竜巻影響評価</p> <p>3.1 評価概要</p> <p>評価の概要は以下のとおり。</p> <p>(1)設計荷重（設計竜巻荷重及びその他の組み合わせ荷重）の設定</p> <p>(2)原子力発電所における飛来物に係る調査</p> <p>(3)飛散防止対策</p> <p>(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を確認</p>	<p>【女川】</p> <p>記載充実（大飯参照）</p> <p>・泊の記載は、女川の別添資料1の記載を参考としているため、女川欄に別添資料1の記載を参考掲載している。（参考掲載のため主要な相違理由のみ記載）</p> <p>【大飯】</p> <p>記載表現の相違</p> <p>【大飯】</p> <p>記載方針の相違</p>
<p>4.2 設計対象施設</p> <p>「2.1 設計対象施設」に示したとおりとする。</p>	<p>4.2 評価対象施設</p> <p>【6 竜巻-別添1-添付3.15-7~9にて比較】</p> <p>(1)竜巻防護施設</p> <p>評価対象となる竜巻防護施設を以下の通り抽出した。抽出フローを図4.1に示す。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・海水ポンプ（配管、弁を含む。） ・海水ストレーナ ・排気筒（建屋外） ・換気空調設備（アニュラス空気再循環設備、原子炉格納容器換気設備、補助建屋換気設備、中央制御室換気設備及びディーゼル発電機室の換気空調設備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・パタフライ弁） ・格納容器排気筒 ・使用済燃料ビット <p>(2)竜巻防護施設を内包する施設</p> <p>評価対象となる竜巻防護施設を内包する施設を以下の通り抽出した。抽出フローを図4.2に示す。</p>	<p>【参考として、女川2号炉まとめ資料 別添資料1 3. 竜巻影響評価 3.2 評価対象施設を記載】</p> <p>3.2 評価対象施設等</p> <p>「1.2.2 竜巻影響評価の対象施設」に示すとおり。</p>	<p>3.2 評価対象施設等</p> <p>「1.2.2 竜巻影響評価の対象施設」に示すとおり。</p>	<p>【大飯】</p> <p>記載表現の相違</p> <p>【大飯】</p> <p>記載箇所の相違</p>

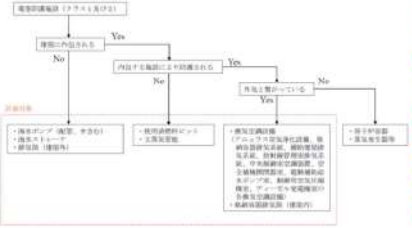
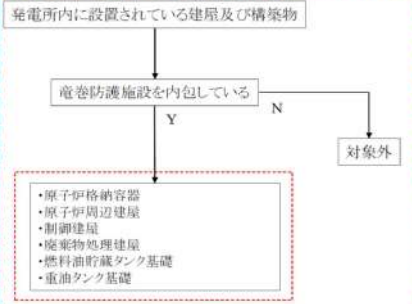

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（竜巻：別添資料1 添付資料3.15）

原子力発電所の竜巻影響評価ガイド	大飯発電所3/4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
	<p>【6 竜巻-別添1-添付3.15-8,10,11にて比較】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・原子炉格納容器（原子炉容器他を内包する建屋） ・原子炉周辺建屋（主蒸気管他を内包する建屋） ・制御建屋（中央制御室他を内包する建屋） ・廃棄物処理建屋 ・燃料油貯蔵タンク基礎（燃料油貯蔵タンクを内包する構築物） ・重油タンク基礎（重油タンクを内包する構築物） <p>(3) 竜巻防護施設に波及的影響を及ぼし得る施設 評価対象となる竜巻防護施設に波及的影響を及ぼし得る施設は以下の通り抽出した。抽出フローを図4.3に示す。</p> <p>① 竜巻防護施設に機械的影響を及ぼし得る主な施設 当該施設の破損により、竜巻防護施設に機械的な波及的影響を及ぼして安全機能を喪失させる可能性が否定できない施設は、竜巻防護施設に隣接する以下を抽出とした。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・タービン建屋 ・永久構台 ・耐火隔壁 <p>【6 竜巻-別添1-添付3.15-12,13にて比較】</p> <p>② 竜巻防護施設に機能的影響を及ぼし得る主な施設 当該施設の破損により、耐震Sクラス設備に機能的な波及的影響を及ぼして安全機能を喪失させる可能性が否定できない施設として、換気・冷却等が必要な耐震Sクラス設備を内包する区画の換気空調設備の内、以下を抽出した。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・主蒸気逃がし弁消音器 ・主蒸気安全弁排気管 ・タービン動補助給水ポンプ蒸気大気放出管 ・ディーゼル発電機排気消音器 ・燃料油貯蔵タンクベント管 ・重油タンクベント管 ・タンクローリー ・換気空調設備（蓄電池室の換気空調設備の外気と繋がるダクト・ファン及び外気と境界となるダンパ・バタフライ弁） 			<p>【大飯】 記載箇所の相違</p>

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（竜巻：別添資料1 添付資料3.15）

原子力発電所の竜巻影響評価ガイド	大飯発電所3/4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
	<p>【6 竜巻-別添1-添付3.15-10.13にて比較】</p> <p>補足説明資料6：竜巻防護施設の抽出について 補足説明資料7：波及的影響を及ぼし得る施設の抽出について</p>  <p>図4.1 竜巻防護施設のうち評価対象施設の抽出フロー</p> <p>【6 竜巻-別添1-添付3.15-10.14にて比較】</p> <p>発電所内に設置されている建屋及び構築物</p>  <p>図4.2 竜巻防護施設を内包する施設の抽出フロー</p>  <p>図4.3 波及的影響を及ぼし得る施設の抽出フロー</p>			<p>【大飯】 記載箇所の相違</p>

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（竜巻：別添資料1 添付資料3.15）

原子力発電所の竜巻影響評価ガイド	大飯発電所3／4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
<p>4.3 設計荷重の設定</p> <p>4.3.1 設計竜巻荷重の設定</p> <p>「2.2.2 設計対象施設に作用する荷重」の「(1) 設計竜巻荷重」で示した「風圧力」、「気圧差による圧力」及び「飛来物の衝撃荷重」について、それぞれ技術的見地等から妥当な荷重を設定する。</p> <p>解説 4.3.1 設計竜巻荷重の設定</p> <p>解説 4.3.1.1 設計竜巻の最大風速による風圧力の設定</p> <p>解説 4.3.1.1.1 概要</p> <p>設計竜巻の最大風速(VD)等に基づいて、設計竜巻によって設計対象施設に作用する風圧力を設定する。</p> <p>解説 4.3.1.1.2 基本的な考え方</p> <p>(1) 風圧力の算定に用いる風力係数</p> <p>竜巻によって生じた被害状況と対応する最大風速は、一般的には、竜巻等の非定常な流れ場の気流性状を考慮した風力係数を用いるのではなく、いわゆる通常の強風等を対象とした風力係数を用いて、逆算により推定されることから、本ガイドにおける風圧力の算定には、通常の強風等を対象とした風力係数を用いることを基本とする。</p>	<p>4.3 評価荷重の設定</p> <p>4.3.1 設計竜巻荷重の設定</p> <p>設計竜巻の最大風速 V_D 等に基づき、以下のとおり設定する。</p> <p>(1) 設計竜巻による風圧力の設定</p> <p>設計竜巻の水平方向の最大風速によって施設（屋根を含む）に作用する風圧力 (P_D) は、「建築基準法施行令」及び「日本建築学会 建築物荷重指針・同解説」に準拠して、下式により算定する。</p> <p>なお、ガスト影響係数(G)は $G=1.0$、風力係数(C)は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。</p> $P_D = q \cdot G \cdot C \cdot A$ <p>q：設計用速度圧、G：ガスト影響係数(=1.0)、C：風力係数</p> $q = (1/2) \cdot \rho \cdot V_D^2$ <p>ρ：空気密度、V_D：設計竜巻の最大風速</p>	<p>【参考として、女川2号炉まとめ資料 別添資料1 3. 竜巻影響評価 3.3 設計荷重の設定を一部記載】</p> <p>3.3 設計荷重の設定</p> <p>3.3.1 設計竜巻荷重の設定</p> <p>設計竜巻の最大風速 V_D 等に基づき、「風圧力」、「気圧差による圧力」及び「飛来物の衝撃荷重」について、以下のとおり設定する。</p> <p>(1) 設計竜巻による風圧力の設定</p> <p>設計竜巻の水平方向の最大風速によって施設（屋根を含む）に作用する風圧力 W は「建築基準法施行令」及び「日本建築学会 建築物荷重指針・同解説」に準拠して、下式により算定する。</p> <p>なお、ガスト影響係数Gは、$G=1.0$、風力係数Cは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。</p> $W_w = q \cdot G \cdot C \cdot A$ <p>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） A：施設を受圧面積 $q = (1/2) \cdot \rho \cdot V_D^2$ ρ：空気密度 V_D：設計竜巻の最大風速</p> <p>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弱いと考えられる評価対象施設等が存在する場合には、フジタモデルの風速場により求まる鉛直方向の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する。</p>	<p>3.3 設計荷重の設定</p> <p>3.3.1 設計竜巻荷重の設定</p> <p>設計竜巻の最大風速 V_D 等に基づき、「風圧力」、「気圧差による圧力」及び「飛来物の衝撃荷重」について、以下のとおり設定する。</p> <p>(1) 設計竜巻による風圧力の設定</p> <p>設計竜巻の水平方向の最大風速によって施設（屋根を含む）に作用する風圧力 W_w は「建築基準法施行令」及び「日本建築学会 建築物荷重指針・同解説」に準拠して、下式により算定する。</p> <p>なお、ガスト影響係数Gは、$G=1.0$、風力係数Cは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。</p> $W_w = q \cdot G \cdot C \cdot A$ <p>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） A：施設を受圧面積 $q = (1/2) \cdot \rho \cdot V_D^2$ ρ：空気密度 V_D：設計竜巻の最大風速</p> <p>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弱いと考えられる評価対象施設等が存在する場合には、ランキン渦モデルの風速場により求まる鉛直方向の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する。</p>	<p>【女川】 記載充実（大飯参照） ・泊の記載は、女川の別添資料1の記載を参考としているため、女川欄に別添資料1の記載を参考掲載している。（参考掲載のため主要な相違理由のみ記載）</p> <p>【大飯】 記載表現の相違</p> <p>【大飯】 記載表現の相違</p> <p>【大飯】 記載表現の相違</p> <p>【大飯】 記載方針の相違</p>

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（竜巻：別添資料1 添付資料3.15）

原子力発電所の竜巻影響評価ガイド	大飯発電所3/4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
<p>(2)設計竜巻による鉛直方向の風圧力 竜巻による最大風速は、一般的には、竜巻によって生じた被害状況と対応する水平方向の風速として算定される。しかしながら、実際の竜巻によって生じた被害は、少なからず鉛直方向の風速の影響も受けていると考えられる。 よって、本ガイドでは、設計竜巻の水平方向の最大風速(VD)には、鉛直方向の風速の影響も基本的には含まれているとみなす。 ただし、鉛直方向の風圧力に対して特に脆弱と考えられる設計対象施設が存在する場合は、VDを入力値とした竜巻の数値解析結果等から推定される鉛直方向の最大風速等に基づいて算定した鉛直方向の風圧力を考慮した設計を行う。</p> <p>解説 4.3.1.1.3 設計竜巻による風圧力の設定 設計竜巻の最大風速(VD)による風圧力(PD)の算定について以下に示す。 設計竜巻の水平方向の最大風速によって設計対象施設（屋根を含む）に作用する風圧力(PD)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(2004)」等を準用して、下式により算定する。 なお、(4.2)式のVDは最大瞬間風速であり、「建築基準法施行令」、「日本建築学会 建築物荷重指針・同解説(2004)」の最大風速と定義が異なることに留意する。 $PD = q \cdot G \cdot C \cdot A \cdots (4.1)$ ここで、qは設計用速度圧、Gはガスト影響係数、Cは風力係数、Aは施設の受圧面積を表し、qは下式による。 $q = (1/2) \cdot \rho \cdot VD^2 \cdots (4.2)$ ここで、ρは空気密度、VDは設計竜巻の最大風速である。 (4.1)式に示すように、風圧力(PD)は、(4.2)式で求められる設計用速度圧(q)に、ガスト影響係数(G)、風力係数(C)及び施設の受圧面積(A)を乗じて算定する。</p>	<p>(2)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内外の気圧差による圧力の設定</p> <p>設計竜巻による評価対象施設内外の気圧差による圧力は、気圧低下量(ΔP)に基づき設定する。</p> <p>①建屋・構築物等 建屋については、気圧差による圧力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。 $W_p = \Delta P \cdot A$ ΔP：気圧低下量、A：施設の受圧面積</p> <p>竜巻防護施設を内包する建屋・構築物について、建屋壁、屋根等について影響を評価し、当該施設が破損した場合には安全機能維持について確認を行う。</p> <p>②設備 設備についても、上記と同様に圧力荷重 W_p を設定する。 なお、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、圧力影響により作用する応力が許容値内であるかを確認し、許容値を上回る場合には設備が破損した場合の安全機能維持への影響について確認する。</p>	<p>【参考として、女川2号炉まとめ資料 別添資料1 3. 竜巻影響評価 3.3 設計荷重の設定を一部記載】</p> <p>(2) 気圧差による圧力の設定</p> <p>設計竜巻による評価対象施設等の内外の気圧差による圧力は、最大気圧低下量 ΔP_{max} に基づき設定する。 a. 建屋・構築物等 建屋については、気圧差による圧力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。 $W_p = \Delta P_{max} \cdot A$ $\Delta P_{max} : \text{最大気圧低下量}$ $A : \text{施設の受圧面積}$</p> <p>外部事象防護対象施設を内包する建屋・構築物について、影響評価を実施し、当該施設が破損した場合には安全機能維持について確認を行う。 b. 設備(系統、機器) 設備についても、上記と同様に圧力荷重 W_p を設定する。 なお、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、圧力影響により作用する応力が許容値内であるか確認し、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。</p>	<p>(2) 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圧力の設定</p> <p>設計竜巻による評価対象施設等の内外の気圧差による圧力は、最大気圧低下量 ΔP_{max} に基づき設定する。 a. 建屋・構築物等 建屋については、気圧差による圧力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。 $W_p = \Delta P_{max} \cdot A$ $\Delta P_{max} : \text{最大気圧低下量}$ $A : \text{施設の受圧面積}$</p> <p>外部事象防護対象施設を内包する建屋・構築物について、影響評価を実施し、当該施設が破損した場合には安全機能維持について確認を行う。 b. 設備(系統、機器) 設備についても、上記と同様に圧力荷重 W_p を設定する。 なお、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、圧力影響により作用する応力が許容値内であるか確認し、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。</p>	<p>【女川】 記載充実（大飯参照） ・泊の記載は、女川の別添資料1の記載を参考としているため、女川欄に別添資料1の記載を参考掲載している。(参考掲載のため主要な相違理由のみ記載)</p> <p>【大飯】 記載表現の相違</p>

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（竜巻：別添資料1 添付資料3.15）

原子力発電所の竜巻影響評価ガイド	大飯発電所3／4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
<p>ガスト影響係数Gは、風の乱れによる建築物の風方向振動の荷重効果を表すパラメータであり、強風中における建築物の最大変位と平均変位の比で定義される。本ガイドの最大竜巻風速(VD)は、最大瞬間風速として扱うことからG=1.0を基本とする。</p> <p>風力係数(C)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(2004)」等を参考として、施設の形状や風圧力が作用する部位（屋根、壁等）に応じて適切に設定する。</p> <p>解説4.3.1.2 設計竜巻における気圧低下によって生じる設計対象施設内外の気圧差による圧力の設定</p> <p>解説4.3.1.2.1 概要 前記において設定した設計竜巻による最大気圧低下量(ΔPmax)及び最大気圧低下率(dP/dt)maxに基づいて設計対象施設に作用する気圧差による圧力を設定する。</p> <p>解説4.3.1.2.2 基本的な考え方 設計竜巻によって引き起こされる最大気圧低下量及び最大気圧低下率によって設計対象施設に作用する圧力を算定する際の基本的な考え方を以下に示す。なお、以下の考え方は、米国NRC基準類(参12)を参考としている。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・完全に開かれた構築物等の施設が竜巻に曝されたとき、施設の内圧と外圧は竜巻通過中に急速に等しくなる。したがって、施設の内外の気圧の変化はゼロに近づくとみなせる。 ・閉じた施設（通気がない施設）では、施設内部の圧力は竜巻通過以前と以後で等しいとみなせる。他方、施設の外側の圧力は竜巻の通過中に変化し、施設内外に圧力差を生じさせる。この圧力差により、閉じた施設の隔壁（構築物等の屋根・壁及びタンクの頂部胴部等）に外向きに作用する圧力が生じるとみなせる。 ・部分的に閉じた施設（通気がある施設等）については、竜巻通過中の気圧変化により施設に作用する圧力は複雑な過程により決定される。また、部分的に閉じた設計対象施設への圧力値・分布の精緻な設定が困難な場合は、施設の構造健全性を評価する上で厳しくなるように作用する圧力を設定することとする。 <p>解説4.3.1.2.3 気圧差による圧力を作用させる施設の設定 気圧差による圧力を作用させる対象は、原子力</p>				

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（竜巻：別添資料1 添付資料3.15）

原子力発電所の竜巻影響評価ガイド	大飯発電所3／4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由												
<p>発電所の図面等を参照して十分に検討した上で設定する。</p> <p>(1)建屋・構築物等— 建屋・構築物等の主要な部材（壁、屋根等）に気圧差による圧力を作用させることは当然であるが、気圧差による圧力の影響を受けることが容易に想定される以下の施設については、気圧差による圧力の影響について検討を行い、当該施設が破損した場合の安全機能維持への影響についても確認を行うこととする。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・建屋・構築物等の開口部に設置された窓、扉、シャッター等 ・外気と隔離されているとみなせる区画の隔壁等（天井等） <p>(2)設備 設備の主要な部材に気圧差による圧力を作用させることは当然であるが、気圧差による圧力の影響を受けることが容易に想定される以下の設備については、気圧差による圧力の影響について検討を行い、当該設備が破損した場合の安全機能維持への影響についても確認を行うこととする。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・外気と隔離されているとみなせる区画の境界部（空調系ダクト類等） ・圧力差の影響を受け得る計器類や空調装置等 <p>解説4.3.1.3 設計竜巻による飛来物が設計対象施設に衝突する際の衝撃荷重の設定 解説4.3.1.3.1 概要 設計竜巻の最大風速(VD)及び特性値等に基づいて、設計飛来物を選定あるいは設定し、それら設計飛来物の飛来速度を設定する。そして、設計飛来物が設定した飛来速度で設計対象施設に衝突することを想定して、飛来物の衝突による設計対象施設への衝撃荷重を設定する。</p> <p>解説4.3.1.3.2 基本的な考え方 竜巻等の突風による被害は、風圧力によって引き起こされるだけでなく、飛来物による被害もかなりの部分を占める。また、竜巻による飛来物は上昇気流の影響もあって比較的遠方まで運ばれる可能性がある。これらの事項に留意して、設計対象施設に到達する可能性がある飛来物について検討を行った上で、設計飛来物を選定あるいは設定する。一般的には、遠方からの飛来物は相対的に重量が軽いものが多く、仮に衝突した場合でも衝撃荷重は相対的に小さいと考えられることから、設計対象施設に到達する</p>	<p>(3)設計竜巻による飛来物が評価対象施設に衝突する際の衝撃荷重の設定 ①設計飛来物の設定</p> <p>設計飛来物は、大飯発電所における飛来物の現地調査の結果およびガイドの解説表4.1の例示飛来物より、表4.1の通りとしている。</p> <table border="1" data-bbox="548 1157 969 1268"> <caption>表4.1 設計飛来物</caption> <thead> <tr> <th>飛来物の種類</th> <th>砂利</th> <th>鋼製パイプ</th> <th>鋼製材</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>サイズ(m)</td> <td>長さ×幅×奥行 0.04×0.04×0.04</td> <td>長さ×幅×奥行 2×0.05×0.05</td> <td>長さ×幅×奥行 4.2×0.3×0.2</td> </tr> <tr> <td>質量(kg)</td> <td>0.18</td> <td>8.4</td> <td>135</td> </tr> </tbody> </table> <p>補足説明資料8：設計飛来物の設定について</p>	飛来物の種類	砂利	鋼製パイプ	鋼製材	サイズ(m)	長さ×幅×奥行 0.04×0.04×0.04	長さ×幅×奥行 2×0.05×0.05	長さ×幅×奥行 4.2×0.3×0.2	質量(kg)	0.18	8.4	135	<p>【参考として、女川2号炉まとめ資料 別添資料1 3. 竜巻影響評価 3.3 設計荷重の設定を一部記載】</p> <p>(3) 設計竜巻による飛来物が評価対象施設等に衝突する際の衝突荷重の設定 a. 女川原子力発電所2号炉における設計飛来物等の選定【添付資料3.3】</p> <p>女川原子力発電所2号炉の竜巻影響評価における設計飛来物等については、女川原子力発電所2号炉における飛来物源の現地調査結果及び「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選定する。</p> <p>第3.3.1-1 図に発電所における設計飛来物の選定フローを、第3.3.1-1 表に発電所における設計飛来物を示す。</p>	<p>(3) 設計竜巻による飛来物が評価対象施設等に衝突する際の衝突荷重の設定 a. 泊発電所3号炉における設計飛来物等の選定【添付資料3.3】</p> <p>泊発電所3号炉の竜巻影響評価における設計飛来物等については、泊発電所3号炉における飛来物源の現地調査結果及び「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選定する。</p> <p>第3.3.1.1 表に発電所における設計飛来物を示す。</p>	<p>【女川】 記載充実（大飯参照） ・泊の記載は、女川の別添資料1の記載を参考としているため、女川欄に別添資料1の記載を参考掲載している。（参考掲載のため主要な相違理由のみ記載）</p> <p>【大飯】 記載表現の相違</p> <p>【大飯】 記載方針の相違</p>
飛来物の種類	砂利	鋼製パイプ	鋼製材													
サイズ(m)	長さ×幅×奥行 0.04×0.04×0.04	長さ×幅×奥行 2×0.05×0.05	長さ×幅×奥行 4.2×0.3×0.2													
質量(kg)	0.18	8.4	135													

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（竜巻：別添資料1 添付資料3.15）

原子力発電所の竜巻影響評価ガイド	大飯発電所3/4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
<p>可能性がある飛来物を検討する範囲は、原子力発電所の敷地内を原則とする。</p> <p>ただし、原子力発電所の敷地外からの飛来物による衝撃荷重が、原子力発電所の敷地内からの飛来物による衝撃荷重を上回ると想定され得る場合は、原子力発電所の敷地外からの飛来物も考慮する。</p> <p>また、設計飛来物として、最低限以下の①～③を選定あるいは設定することとする。</p> <p>なお、以下の①～③の設定にあたっては、米国NRCの基準類(参13)を参考とした。</p> <p>①大きな運動エネルギーをもつ飛来物（自動車等）</p> <p>②施設の貫入抵抗を確認するための固い飛来物（鉄骨部材等）</p> <p>③開口部等を通過することができる程度に小さくて固い飛来物（砂利等）</p> <p>解説4.3.1.3.3 設計飛来物の速度の設定</p> <p>(1)基本的な考え方</p> <p>設計飛来物に設定する速度は、設計竜巻によって飛来した際の最大速度とする。設計飛来物の最大水平速度(MVHmax)は、非定常な乱流場を数値的に解析できる計算手法等による計算結果等に基づいて設定することを基本とする。ただし、安全側の設計になるように、設計竜巻の最大風速(VD)を設計飛来物の最大水平速度として設定してもよい。設計飛来物の最大鉛直速度(MVVmax)は、最大水平速度と同様に計算等により求めても良いし、米国NRCの基準類(参4)を参考に設定した下式により算定してもよい。</p> $MVVmax = (2/3) \cdot MVHmax \dots (4.3)$ <p>ここで、MVHmaxは、設計飛来物の最大水平速度を表す。</p> <p>(2)設計飛来物の設定例</p> <p>設計飛来物の選定あるいは設定、並びに設計飛来物の最大速度を設定する際の参考として、解説表4.1に飛来物及びその最大速度の設定例を示す。解説表4.1の棒状物、板状物及び塊状物の最大水平速度(MVHmax)は、設計竜巻の最大風速(VD)=100(m/s)とした条件下で解析的に算定した結果(参3)である。また、解説表4.1の最大鉛直速度(MVVmax)は、米国NRCの基準類(参4)を参考として設定した(4.3)式を用いて算定した結果である。なお、解説表4.1に示した飛来物よりも小さ</p>	<p>②設計飛来物の速度の設定</p> <p>設計竜巻による設計飛来物の最大水平速度(uV_{Hmax})および最大鉛直速度(uV_{Vmax})は、ガイドに示される竜巻の最大風速(V_0)=100m/sの値とし、表4.2の通りとする。</p>	<p>【参考として、女川2号炉まとめ資料 別添資料1 3. 竜巻影響評価 3.3 設計荷重の設定を一部記載】</p> <p>b. 設計飛来物の速度等の設定【添付資料3.1】</p> <p>設計竜巻の最大風速(100m/s)による設計飛来物の最大水平速度MVHmaxは、フジタモデルの風速場を用いて算出した。また、設計飛来物の浮き上がり高さ及び飛散距離も同様に算出した。その結果を第3.3.1-1表に示す。竜巻影響評価においては、敷地の高台等を適切に考慮し評価を実施する。また、影響範囲は「設計飛来物が到達する高さ」以上の範囲もカバーする観点から、評価対象施設等の全面に設計飛来物が影響を及ぼすものとして評価する。</p> <p>【伊方発電所3号炉まとめ資料 6条(竜巻)-別添1-資料5-6ページより引用】</p> <p>3. 設計飛来物の速度等</p> <p>設計竜巻による設計飛来物(鋼製パイプ及び鋼製材)の最大水平速度、最大鉛直速度及び運動エネルギーは、衝撃荷重による影響を保守的に評価するため、「原子力発電所の竜巻影響評価ガイド(平成25年6月19日付け原規技発第13061911号。以下「評価ガイド」という。)」に示されている竜巻の最大風速(VD=100m/s)の場合と同じ値とする。</p> <p>評価ガイドについては、平成26年9月17日に鋼製材の最大水平速度が57m/sから51m/s、最大鉛直速度が38m/sから34m/sに改正されているが改正前の値とする。</p>	<p>b. 設計飛来物の速度の設定【添付資料3.1】</p> <p>設計竜巻の最大風速(100m/s)による設計飛来物の最大水平速度(uV_{Hmax})及び最大鉛直速度(uV_{Vmax})は、衝撃荷重による影響を保守的に評価するため、ガイドに示される設計竜巻の最大風速(V_0)=100m/sの場合と同じ値とする。ガイドにおける鋼製材の最大水平速度及び最大鉛直速度については、平成26年9月17日に改正(最大水平速度が57m/sから51m/sに、最大鉛直速度が38m/sから34m/sに改正)されているが改正前の値とし、第3.3.1.1表のとおりとする。</p> <p>ただし、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*を参考にして、ランキン渦を仮定し風速場の中での速度を算出した。</p>	<p>【女川】</p> <p>記載充実(大飯参照)</p> <p>・泊の記載は、女川の別添資料1の記載を参考としているため、女川欄に別添資料1の記載を参考掲載している。(参考掲載のため主要な相違理由のみ記載)</p> <p>【大飯】</p> <p>設計方針の相違</p> <p>・大飯では、設計竜巻の最大風速は92m/sであるが、設計に当たっては、安全側に数字を切り上げて、最大風速100m/sを用いる方針であるが、泊では、女川と同じく、基準竜巻の最大風速を切り上げて、設計竜巻の最大風速を100m/sとし、設計に用いている。</p> <p>【大飯】</p> <p>記載方針の相違</p> <p>・大飯では、泊と同じく、鋼製材の最大水平速度等は改正前のガイドの値を用いている。</p> <p>・伊方の記載を参考とした。</p> <p>【大飯】</p> <p>記載表現の相違</p>

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（竜巻：別添資料1 添付資料3.15）

原子力発電所の竜巻影響評価ガイド					
な開口部を飛来物が通過することの影響等を確認する場合は、さらに小さな飛来物を設定する必要がある。					
解説表 4.1 飛来物及び最大速度の設定例（ $V_{50}=100\text{m/s}$ の場合）					
飛来物の種類	棒状物		塊状物		塊状物
	鋼製パイプ	鋼製材	コンクリート板	コンテナ	
サイズ (m)	長さ×直径 2×0.05	長さ×幅×奥行 4.2×0.3×0.2	長さ×幅×厚さ 1.5×1×0.15	長さ×幅×奥行 2.4×2.6×0	長さ×幅×奥行 5×1.9×1.3
質量 (kg)	8.4	135	540	2300	4750
最大水平速度 $v_{V_{50max}}$ (m/s)	49	51	30	80	34
最大鉛直速度 $v_{V_{50max}}$ (m/s)	33	34	20	40	23

【比較のため改正前のガイドの解説表 4.1 を記載】

解説表 4.1 飛来物及び最大速度の設定例（ $V_{50}=100\text{m/s}$ の場合）					
飛来物の種類	棒状物		塊状物		塊状物
	鋼製パイプ	鋼製材	コンクリート板	コンテナ	
サイズ (m)	長さ×直径 2×0.05	長さ×幅×奥行 4.2×0.3×0.2	長さ×幅×厚さ 1.5×1×0.15	長さ×幅×奥行 2.4×2.6×6	長さ×幅×奥行 5×1.9×1.3
質量 (kg)	8.4	135	540	2300	4750
最大水平速度 $v_{V_{50max}}$ (m/s)	49	57	30	60	34
最大鉛直速度 $v_{V_{50max}}$ (m/s)	33	38	20	40	23

大飯発電所3号炉			
表 4.2 設計飛来物および飛来物速度			
飛来物の種類	鋼製材		
	砂利	鋼製パイプ	鋼製材
サイズ (m)	長さ×幅×奥行 0.04×0.04×0.04	長さ×幅×奥行 2×0.05×0.05	長さ×幅×奥行 4.2×0.3×0.2
質量 (kg)	0.18	8.4	135
最大水平速度 (m/s)	62	49	37
最大鉛直速度 (m/s)	42	33	38

女川原子力発電所2号炉		
【参考として、女川2号炉まとめ資料 別添資料1 3. 竜巻影響評価 3.3 設計荷重の設定を一部記載】		
第 3.3.1-1 表 女川原子力発電所における設計飛来物		
項目	飛来物の種類	
	砂利	鋼製材
サイズ (m)	縦×横×高さ 0.04×0.04×0.04 ^(a)	縦×横×高さ 4.2×0.3×0.2
質量 (kg)	0.2	135
初期高さ (m) ^(b)	8.0	11.5
計算結果	最大水平速度 (m/s)	59.3
	最大鉛直速度 (m/s)	22.6~37.9 ^(c)
浮き上がり高さ (m)	18.0	2.6
飛散距離 (m)	209.5	139.4

注1 砂利のサイズは、竜巻影響モデルの全網目径より $5\text{mm} \leq \text{全網目径} < 4\text{mm} \leq 5\text{mm}$ を考慮し、 $4\text{mm} \leq \text{全網目径} < 5\text{mm}$ の範囲で設定。
 注2 初期高さは竜巻解析の結果を載せて、最大水平速度の算出条件を適用。
 注3 竜巻影響風速 10m/s 、当社が実施するフラクショナルの風速場を用いた竜巻影響評価による結果。
 注4 竜巻影響による全網目径の平均値を算出する。竜巻影響評価モデルに示される竜巻の最大風速 ($V_{50} = 100\text{m/s}$) の値と同様に算出する。また、鋼製材については、竜巻影響評価モデルに示される値を適用する。

泊発電所3号炉			
第 3.3.1.1 表 泊発電所における設計飛来物			
項目	飛来物の種類		
	砂利	鋼製パイプ	鋼製材
サイズ (m)	長さ×幅×奥行 0.04×0.04×0.04 ^(a)	長さ×直径 2×0.05	長さ×幅×奥行 4.2×0.3×0.2
質量 (kg)	0.18	8.4	135
最大水平速度 (m/s)	62 ^(b)	49 ^(c)	37 ^(d)
最大鉛直速度 (m/s)	42 ^(e)	33 ^(f)	38 ^(g)

注1 砂利のサイズは、竜巻影響モデルの全網目径より $5\text{mm} \leq \text{全網目径} < 4\text{mm} \leq 5\text{mm}$ を考慮し、 $4\text{mm} \leq \text{全網目径} < 5\text{mm}$ の範囲で設定。
 注2 設計竜巻風速 10m/s 、当社が実施するフラクショナルの風速場を用いた竜巻影響評価による結果。
 注3 竜巻影響評価モデルに基づき最大水平速度の算出条件を適用。
 注4 竜巻影響による全網目径の平均値を算出する。竜巻影響評価モデルに示される竜巻の最大風速 ($V_{50} = 100\text{m/s}$) の値と同様に算出する。また、鋼製材については、竜巻影響評価モデルに示される値を適用する。

中：竜巻による原子力施設への影響に関する調査研究（東京工科大学）
 E. Simiu and N. Gurdas, MSIR20-1050, Tornado-Borne Missile Speeds, 1976

相違理由

【女川】
 記載充実（大飯参照）
 ・泊の記載は、女川の別添資料1の記載を参考としているため、女川欄に別添資料1の記載を参考掲載している。（参考掲載のため主要な相違理由のみ記載）

【大飯】
 記載方針の相違

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（竜巻：別添資料1 添付資料3.15）

原子力発電所の竜巻影響評価ガイド	大飯発電所3/4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
<p>解説4.3.1.3.4 設計飛来物の衝突方向、衝突範囲及び衝撃荷重の設定</p> <p>設計飛来物が設計対象施設に衝突する方向は、安全側の設計になるように設定する。</p> <p>設計飛来物が到達する範囲について解析結果等から想定される場合は、その技術的根拠を示した上で設計飛来物が到達しない範囲を設定することができる。</p> <p>各設計飛来物による衝撃荷重は、設計飛来物の形状及び剛性等の機械的特性を適切に設定した衝撃解析等の計算結果に基づいて設定するか、あるいは、安全側の設計となるように配慮して設計飛来物を剛体と仮定して設定してもよい。</p>		<p>【参考として、女川2号炉まとめ資料 別添資料1 3. 竜巻影響評価 3.3 設計荷重の設定を一部記載】</p> <p>c. 設計飛来物の衝撃荷重の設定</p> <p>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。</p> <p>鋼製材の最大速度は第3.3.1-1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(1)を踏まえた下式にて算出した。</p> $W_w = F_{MAX} = MV^2 / L_{MIN}$ <p>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</p> <p>Rieraの方法で衝撃荷重を算出する場合、衝撃荷重が最大となるのは第3.3.1-2図に示す向きの衝突となる。</p> <p>なお、有限要素法による飛来物衝突評価を行う場合には、飛来物の衝突速度を初速値として入力し、衝突解析により衝撃荷重を算出する。衝突解析における鋼製材の衝突方向は、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とする。</p>  <p>第3.3.1-2図 最大衝撃荷重となる鋼製材衝突方向（Rieraの方法⁽¹⁾）</p>	<p>c. 設計飛来物の衝撃荷重の設定</p> <p>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、運動エネルギーが最も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。</p> <p>鋼製材の最大速度は第3.3.1.1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の方法を踏まえた下式にて算出した。</p> $W_w = F_{MAX} = MV^2 / L_{MIN}$ <p>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</p> <p>Rieraの方法で衝撃荷重を算出する場合、衝撃荷重が最大となるのは第3.3.1.2図に示す向きの衝突となる。</p> <p>なお、有限要素法による飛来物衝突評価を行う場合には、飛来物の衝突速度を初速値として入力し、衝突解析により衝撃荷重を算出する。衝突解析における鋼製材の衝突方向は、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とする。</p>  <p>第3.3.1.2図 最大衝撃荷重となる鋼製材衝突方向（Rieraの方法⁽¹⁾）</p>	<p>【女川】 記載充実（大飯参照） ・泊の記載は、女川の別添資料1の記載を参考としているため、女川欄に別添資料1の記載を参考掲載している。（参考掲載のため主要な相違理由のみ記載）</p> <p>【大飯】 記載方針の相違</p>

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（竜巻：別添資料1 添付資料3.15）

原子力発電所の竜巻影響評価ガイド	大飯発電所3号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
<p>解説4.3.1.4 設計竜巻荷重の組み合わせ 設計対象施設的设计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NRCの基準類(参12)を参考として設定した下式により算定する。</p> $WT1=WP \cdots (4.4)$ $WT2=WW +0.5 \cdot Wp+ WM \cdots (4.5)$ <p>ここで、(4.4)式及び(4.5)式の各変数は下記のとおり。 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：設計竜巻による気圧差による荷重 W_M：設計飛来物による衝撃荷重 なお、設計対象施設にはW_{T1}及びW_{T2}の両荷重をそれぞれ作用させる。</p> <p>4.3.2 設計竜巻荷重と組み合わせる荷重の設定 「2.2.2 設計対象施設に作用する荷重」の「(2)設計竜巻荷重と組み合わせる荷重」に示した各荷重について、それぞれ技術的見地等から妥当な荷重として設定し、設計竜巻荷重と組み合わせる。</p>	<p>(4) 設計竜巻荷重の組み合わせ 評価対象施設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)、および設計飛来物による衝撃荷重(W_M)を組み合わせた複合荷重とし、以下の式により算定する。</p> $W_{T1} = W_p$ $W_{T2} = W_w + 0.5 \cdot W_p + W_M$ <p>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：設計飛来物による衝撃荷重</p> <p>4.3.2 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。 a. 竜巻防護施設等に常時作用する荷重、運転時荷重等 竜巻防護施設等に常時作用する荷重、運転時荷重等としては、自重、死荷重及び活荷重を適切に組み合わせる。</p>	<p>【参考として、女川2号炉まとめ資料 別添資料1 3. 竜巻影響評価 3.3 設計荷重の設定を一部記載】</p> <p>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、及び設計飛来物による衝撃荷重W_Mを組み合わせた複合荷重として、以下の式により算出する。</p> $W_{T1} = W_p$ $W_{T2} = W_w + 0.5 \cdot W_p + W_M$ <p>ここで、 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：設計飛来物による衝撃荷重</p> <p>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。</p> <p>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。</p>	<p>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、及び設計飛来物による衝撃荷重W_Mを組み合わせた複合荷重として、以下の式により算出する。</p> $W_{T1} = W_p$ $W_{T2} = W_w + 0.5 \cdot W_p + W_M$ <p>ここで、 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：設計飛来物による衝撃荷重</p> <p>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。</p> <p>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。</p>	<p>【女川】 記載充実（大飯参照） ・泊の記載は、女川の別添資料1の記載を参考としているため、女川欄に別添資料1の記載を参考掲載している。（参考掲載のため主要な相違理由のみ記載）</p> <p>【大飯】 記載表現の相違</p> <p>【大飯】 記載方針の相違</p> <p>【大飯】 記載表現の相違</p>

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

原子力発電所の竜巻影響評価ガイド	大飯発電所3／4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
<p>b. 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、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、雹及び大雨である。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。</p> <p>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。</p> <p>① 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。</p> <p>② 雪</p> <p>大飯発電所が立地する地域においては、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や竜巻通過前に積った雪の大部分は竜巻の風により吹き飛ばされるため、雪による荷重は十分小さく設計竜巻荷重に包絡される。</p>	<p>【参考として、女川2号炉まとめ資料 別添資料1 3. 竜巻影響評価 3.3 設計荷重の設定を一部記載】</p> <p>(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⁽²⁾、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。</p> <p>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。</p> <p>① 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。</p> <p>② 雪 竜巻の作用時間は極めて短時間であること、積雪の荷重は冬季の限定された期間に発生し、積雪荷重の大きさや継続時間は除雪を行うことで低減できることから、発生頻度が極めて小さい設計竜巻の風荷重と積雪による荷重が同時に発生し、設備に影響を与えることは考えにくい。また、雪が堆積した状態における竜巻の影響については、除雪により雪を長期間堆積状態にしない方針であることから、組合せを考慮しない。</p> <p>冬期に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。</p>	<p>(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、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。</p> <p>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。</p> <p>① 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。</p> <p>② 雪 竜巻の作用時間は極めて短時間であること、積雪の荷重は冬季の限定された期間に発生し、積雪荷重の大きさや継続時間は除雪を行うことで低減できることから、発生頻度が極めて小さい設計竜巻の風荷重と積雪による荷重が同時に発生し、設備に影響を与えることは考えにくい。また、雪が堆積した状態における竜巻の影響については、除雪により雪を長期間堆積状態にしない方針であることから、組合せを考慮しない。</p> <p>冬期に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。</p>	<p>【女川】 記載充実（大飯参照） ・泊の記載は、女川の別添資料1の記載を参考としているため、女川欄に別添資料1の記載を参考掲載している。（参考掲載のため主要な相違理由のみ記載）</p> <p>【大飯】 記載表現の相違</p> <p>【大飯】 設計方針の相違 ・泊では、前段で設計竜巻荷重と設計積雪荷重の組合せについて記載している。（後段は竜巻と同時発生が想定される雪との組合せについて記載）</p> <p>【大飯】 記載方針の相違</p> <p>【大飯】 記載表現の相違</p>	

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

原子力発電所の竜巻影響評価ガイド	大飯発電所3／4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
<p>② 雹 雹は積乱雲から降る直径5mm以上の氷の粒であり、仮に直径10cm程度の大型の雹を想定した場合でも、その質量は約0.5kgである。竜巻と雹が同時に発生する場合においても10cm程度の雹の終端速度は59m/s、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、雹の衝突による荷重は設計竜巻荷重に包絡される。</p> <p>④ 大雨 竜巻と大雨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。</p> <p>c. 設計基準事故時荷重</p> <p>設計竜巻は設計基準事故の起因とはならない設計とするため、設計竜巻と設計基準事故は独立事象となる。</p> <p>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。</p>	<p>【参考として、女川2号炉まとめ資料 別添資料1 3. 竜巻影響評価 3.3 設計荷重の設定を一部記載】</p> <p>③ひょう ひょうは、積乱雲から直径5mm以上の氷の粒⁽³⁾であり、仮に直径10cm程度の大型のひょうを想定した場合、その重量は約0.5kgとなる。直径10cm程度のひょうの終端速度は59m/s⁽⁴⁾、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。</p> <p>④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。</p> <p>(3) 設計基準事故時荷重 外部事象防護対象施設は、当該外部事象防護対象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外部事象防護対象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、それぞれの因果関係及び時間的変化を考慮して、適切に組み合わせて設計する。 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であり、因果関係はない。 時間的変化の観点からは、事故の影響が長期に及ぶことが考えられる設計基準事故である原子炉冷却材喪失の発生頻度は小さく、また、外部事象防護対象施設に大きな影響を及ぼす竜巻の発生頻度も小さい。よって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ため、設計基準事故時荷重と設計竜巻の荷重を組み合わせる必要はなく、設計竜巻により外部事象防護対象施設に作用する衝撃による応力評価と変わらない。</p>	<p>③ひょう ひょうは、積乱雲から直径5mm以上の氷の粒であり、仮に直径10cm程度の大型のひょうを想定した場合、その重量は約0.5kgとなる。直径10cm程度のひょうの終端速度は59m/s、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。</p> <p>④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。</p> <p>(3) 設計基準事故時荷重 外部事象防護対象施設は、当該外部事象防護対象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外部事象防護対象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、それぞれの因果関係及び時間的変化を考慮して、適切に組み合わせて設計する。 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であり、因果関係はない。 時間的変化の観点からは、事故の影響が長期に及ぶことが考えられる設計基準事故である原子炉冷却材喪失の発生頻度は小さく、また、外部事象防護対象施設に大きな影響を及ぼす竜巻の発生頻度も小さい。よって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ため、設計基準事故時荷重と設計竜巻の荷重を組み合わせる必要はなく、設計竜巻により外部事象防護対象施設に作用する衝撃による応力評価と変わらない。</p>	<p>【女川】 記載充実（大飯参照） ・泊の記載は、女川の別添資料1の記載を参考としているため、女川欄に別添資料1の記載を参考掲載している。（参考掲載のため主要な相違理由のみ記載）</p> <p>【大飯】 記載表現の相違</p> <p>【大飯】 記載表現の相違</p> <p>【大飯】 記載表現の相違</p> <p>【大飯】 記載方針の相違</p>	

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（竜巻：別添資料1 添付資料3.15）

原子力発電所の竜巻影響評価ガイド	大飯発電所3/4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
<p>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、竜巻防護施設等のうち設計基準事故時荷重が生じる設備としては動的機器である海水ポンプが考えられるが、設計基準事故時においても海水ポンプの圧力、温度が変わらず、機械的荷重が変化することはないため、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。</p>	<p>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、外部事象防護対象施設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施設としては原子炉補機冷却海水ポンプ等が考えられるが、設計基準事故時においても原子炉補機冷却海水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、設計竜巻の荷重と設計基準事故時荷重を組み合わせる必要はないため、設計竜巻により外部事象防護対象施設に作用する衝撃による応力評価と変わらない。このため、設計竜巻の荷重と設計基準事故時荷重の組合せは考慮しない。</p>	<p>【参考として、女川2号炉まとめ資料 別添資料1 3. 竜巻影響評価 3.3 設計荷重の設定を一部記載】</p> <p>また、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、外部事象防護対象施設のうち設計基準事故時荷重が生じ、外殻となる施設による防護機能が期待できないことから、竜巻による風荷重等の影響を受ける可能性がある屋内施設としては原子炉補機冷却海水ポンプが考えられるが、設計基準事故時においても原子炉補機冷却海水ポンプ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、設計竜巻の荷重と設計基準事故時荷重を組み合わせる必要はないため、設計竜巻により外部事象防護対象施設に作用する衝撃による応力評価と変わらない。このため、設計竜巻の荷重と設計基準事故時荷重の組合せは考慮しない。</p>	<p>また、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、外部事象防護対象施設のうち設計基準事故時荷重が生じ、外殻となる施設による防護機能が期待できないことから、竜巻による風荷重等の影響を受ける可能性がある屋内施設としては原子炉補機冷却海水ポンプが考えられるが、設計基準事故時においても原子炉補機冷却海水ポンプ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、設計竜巻の荷重と設計基準事故時荷重を組み合わせる必要はないため、設計竜巻により外部事象防護対象施設に作用する衝撃による応力評価と変わらない。このため、設計竜巻の荷重と設計基準事故時荷重の組合せは考慮しない。</p>	<p>【女川】 記載充実（大飯参照） ・泊の記載は、女川の別添資料1の記載を参考としているため、女川欄に別添資料1の記載を参考掲載している。（参考掲載のため主要な相違理由のみ記載）</p> <p>【大飯】 記載表現の相違</p> <p>【女川】 設備の相違 ・泊の原子炉補機海水ポンプは循環水ポンプ建屋内に設置されているが、当該建屋全体が、外殻施設としての防護機能は期待できないことを考慮し、風荷重等の影響を受けるものとして評価している。</p> <p>【大飯】 記載方針の相違</p>

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（竜巻：別添資料1 添付資料3.15）

原子力発電所の竜巻影響評価ガイド	大飯発電所3/4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
<p>4.4 施設の構造健全性の確認</p> <p>4.4.1 概要</p> <p>設計竜巻荷重及びその他組み合わせ荷重（常時作用している荷重、竜巻以外の自然現象による荷重、設計基準事故時荷重等）を適切に組み合わせさせた設計荷重に対して、設計対象施設、あるいはその特定の区画（注4.1）の構造健全性が維持されて安全機能が維持される方針であることを確認する。</p> <p>（注4.1）竜巻防護施設を内包する区画。</p>	<p>4.4 施設の構造健全性評価結果</p> <p>4.4.1 概要</p> <p>設計竜巻荷重およびその他組み合わせ荷重を適切に組み合わせさせた設計荷重に対して、評価対象施設、あるいはその特定の区画の構造健全性が維持されて安全機能が維持されることを確認した。</p>	<p>【参考として、女川2号炉まとめ資料 別添資料1 3. 竜巻影響評価 3.4 評価対象施設等の設計方針を一部記載】</p> <p>3.4 評価対象施設等の設計方針</p> <p>外部事象防護対象施設のうち評価対象施設等については、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わない設計とする。</p> <p>(1) 許容限界</p> <p>建屋及び構築物の設計において、設計飛来物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さ（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。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・建築基準法 ・日本産業規格 ・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 JEAG4601-1987（日本電気協会） ・震災建築物の被災度区分判定基準及び復旧技術指針（日本建築防災協会） ・原子力エネルギー協会（NEI）の基準・指針類等 <p>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さ（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。</p>	<p>3.4 評価対象施設等の設計方針</p> <p>外部事象防護対象施設のうち評価対象施設等については、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わない設計とする。</p> <p>(1) 許容限界</p> <p>建屋及び構築物の設計において、設計飛来物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さ（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。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・建築基準法 ・日本産業規格 ・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 JEAG4601-1987（日本電気協会） ・日本機械学会の基準・指針類 ・震災建築物の被災度区分判定基準及び復旧技術指針（日本建築防災協会） ・原子力エネルギー協会（NEI）の基準・指針類等 <p>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さ（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。</p>	<p>【大飯】</p> <p>記載方針の相違</p> <ul style="list-style-type: none"> ・大飯では、4.4.2項以降で評価対象施設等に対する構造健全性評価結果を記載しているが、泊では、評価対象施設等に対する設計方針を記載している。 ・泊の記載は、女川の別添資料1の記載を参考としているため、女川欄に別添資料1の記載を参考掲載している。（参考掲載のため主要な相違理由のみ記載）

泊発電所3号炉 DB基準適合性 比較表

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（竜巻：別添資料1 添付資料3.15）

原子力発電所の竜巻影響評価ガイド	大飯発電所3／4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
		<p>【参考として、女川2号炉まとめ資料 別添資料1 3. 竜巻影響評価 3.4 評価対象施設等の設計方針を一部記載】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・日本産業規格 ・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 JEAG4601-1987（日本電気協会）等 <p>(2) 屋外施設（外部事象防護対象施設を内包する区画を含む。）</p> <p>外部事象防護対象施設等のうち屋外施設は、設計荷重に対して、安全機能が維持される設計とし、必要に応じて竜巻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。</p> <p>【参考として、女川2号炉まとめ資料 別添資料1 3. 竜巻影響評価 3.4 評価対象施設等の設計方針を一部記載】</p> <p>(3) 屋内の施設で外気と繋がっている施設</p> <p>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、必要に応じて施設の補強、防護鋼板の設置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。</p> <p>【参考として、女川2号炉まとめ資料 別添資料1 3. 竜巻影響評価 3.4 評価対象施設等の設計方針を一部記載】</p> <p>なお、屋内に配置される施設のうち、外殻となる施設等による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。また、設計飛来物は評価対象施設等の全面に影響を及ぼすものとして評価及び対策を行う。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・日本産業規格 ・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 JEAG4601-1987（日本電気協会）等 <p>(2) 屋外施設（外部事象防護対象施設を内包する区画を含む。）及び屋内の施設で外気と繋がっている施設</p> <p>外部事象防護対象施設等のうち屋外施設は、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。</p> <p>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である竜巻防護鋼板の設置又は運用による竜巻防護対策を講じる方針とする。</p> <p>なお、屋内に配置される施設のうち、外殻となる施設等による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。また、設計飛来物は評価対象施設等の全面に影響を及ぼすものとして評価及び対策を行う。</p>	<p>【大飯】</p> <p>記載方針の相違</p> <ul style="list-style-type: none"> ・大飯では、4.4.2項以降で評価対象施設等に対する構造健全性評価結果を記載しているが、泊では、評価対象施設等に対する設計方針を記載している。 ・泊の記載は、女川の別添資料1の記載を参考としているため、女川欄に別添資料1の記載を参考掲載している。（参考掲載のため主要な相違理由のみ記載） <p>【女川】</p> <p>記載方針の相違</p> <ul style="list-style-type: none"> ・排気筒は、建屋に内包されている部分と、建屋に内包されていない部分があり、内包されている部分は外気と繋がっている施設、内包されていない部分は屋外施設となるため、大飯含む先行PWR同様に屋外施設と外気と繋がっている施設を纏めて記載している。

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

原子力発電所の竜巻影響評価ガイド	大飯発電所3/4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
	<p>【参考として、基本方針1.9.1.10(3) 竜巻防護施設のうち、屋外施設及び建屋内の施設で外気と繋がっている施設を記載】</p> <p>c. 排気筒</p> <p>排気筒は竜巻防護施設を内包する施設である原子炉周辺建屋に内包されている部分と、屋外に露出している部分がある。原子炉周辺建屋に内包されている部分については、原子炉周辺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設計飛来物による衝撃荷重は作用しないため、気圧差による荷重に対して、排気筒の構造健全性が維持され安全機能を損なうことのない設計とする。</p> <p>また、原子炉周辺建屋に内包されていない部分については、設計飛来物である鋼製材及び鋼製パイプにより貫通し排気筒の構造健全性が維持されないことを考慮して、補修が可能な設計とすることにより、設計基準事故時における安全機能を損なうことのない設計とする。</p>	<p>【参考として、基本方針1.8.2.1(7) 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。）を記載】</p> <p>(f) 排気筒</p> <p>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。</p> <p>また、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。</p> <p>【参考として、女川2号炉まとめ資料 別添資料1 3. 竜巻影響評価 3.4 評価対象施設等の設計方針 (3) 屋内の施設で外気と繋がっている施設を記載】</p> <p>a. 中央制御室換気空調系、計測制御電源室換気空調系及び原子炉補機室換気空調系</p> <p>中央制御室換気空調系、計測制御電源室換気空調系は、制御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。</p>	<p>a. 排気筒</p> <p>排気筒は、周辺補機棟に内包されている部分と、周辺補機棟に内包されていない部分がある。周辺補機棟に内包されている部分については、竜巻防護鋼板の設置による竜巻防護対策を行う周辺補機棟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設計飛来物による衝撃荷重は作用しないため、気圧差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。</p> <p>また、周辺補機棟に内包されていない部分については、設計飛来物の衝突により貫通し構造健全性が維持されないことを考慮して、補修が可能な設計とすることにより、設計基準事故時における安全機能を損なわない設計とする。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。</p> <p>b. 換気空調設備（アニュラス空気浄化設備、格納容器空調装置、補助建屋空調装置、試料採取室空調装置、中央制御室空調装置、電動補助給水ポンプ室換気装置、制御用空気圧縮機室換気装置、ディーゼル発電機室換気装置及び安全補機閉閉器室空調装置）</p> <p>換気空調設備（アニュラス空気浄化設備、格納容器空調装置、補助建屋空調装置、試料採取室空調装置、中央制御室空調装置、電動補助給水ポンプ室換気装置、制御用空気圧縮機室換気装置、ディーゼル発電機室換気装置及び安全補機閉閉器室空調装置）は、外部遮へい建屋、竜巻防護鋼板の設置による竜巻防護対策を行う周辺</p>	<p>【大飯】 記載方針の相違</p> <ul style="list-style-type: none"> ・大飯では、4.4.2項以降で評価対象施設等に対する構造健全性評価結果を記載しているが、泊では、評価対象施設等に対する設計方針を記載している。 <p>【大飯】 記載方針の相違</p> <ul style="list-style-type: none"> ・泊の排気筒と同じ安全機能を有している大飯の記載を参考とした。また、屋外部分の風荷重等に対する構造健全性維持に係る記載は女川の基本方針の記載を参考とした。 <p>【大飯】 記載方針の相違</p> <ul style="list-style-type: none"> ・泊の記載は、女川の別添資料1「a. 中央制御室換気空調系、計測制御電源室換気空調系及び原子炉補機室換気空調系」を参考としている。

泊発電所3号炉 DB基準適合性 比較表

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（竜巻：別添資料1 添付資料3.15）

原子力発電所の竜巻影響評価ガイド	大飯発電所3/4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
		<p>【参考として、女川2号炉まとめ資料 別添資料1 3. 竜巻影響評価 3.4 評価対象施設等の設計方針 (3) 屋内の施設で外気と繋がっている施設を記載】</p> <p>原子炉補機室換気空調系は、防護鋼板等の竜巻防護対策を行う原子炉建屋に内包されていることを考慮すると、設計飛来物による衝撃荷重は作用しないことから、風圧力による荷重、気圧差による荷重及び原子炉補機室換気空調系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。</p> <p>【参考として、女川2号炉まとめ資料 別添資料1 3. 竜巻影響評価 3.4 評価対象施設等の設計方針 (2) 屋外施設（外部事象防護対象施設を内包する区画を含む。）を記載】</p> <p><以下、外部事象防護対象施設を内包する区画></p> <p>h. タービン建屋及び制御建屋</p> <p>タービン建屋及び制御建屋は、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。</p>	<p>補機棟及び原子炉補助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。</p> <p><以下、外部事象防護対象施設を内包する区画></p> <p>c. 外部遮へい建屋</p> <p>外部遮へい建屋は、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。</p>	<p>【大飯】 記載方針の相違</p> <p>・大飯では、4.4.2項以降で評価対象施設等に対する構造健全性評価結果を記載しているが、泊では、評価対象施設等に対する設計方針を記載している。</p> <p>【大飯】 記載方針の相違</p> <p>・泊の記載は、女川の別添資料1「h. タービン建屋及び制御建屋」を参考としている。</p>

泊発電所3号炉 D B基準適合性 比較表

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（竜巻：別添資料1 添付資料3.15）

原子力発電所の竜巻影響評価ガイド	大飯発電所3／4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
<p>【参考として、基本方針1.9.1.9 竜巻防護施設を内包する施設の設計のうち、(2)原子炉周辺建屋を記載】</p> <p>(2) 原子炉周辺建屋</p> <p>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、主架構の構造健全性が維持されるとともに、個々の部材の破損により当該建屋内の竜巻防護施設が安全機能を損なうことのない設計とする。</p> <p>ただし、設計荷重又は設計飛来物の衝突による影響を受け、屋根、壁、開口部建具等が損傷し当該建屋内の竜巻防護施設の安全機能を損なう可能性がある場合には、当該建屋内の竜巻防護施設が安全機能を損なわないかを評価し、安全機能を損なう可能性がある場合には、設備又は運用による竜巻防護対策を実施する。</p>	<p>【参考として、基本方針1.9.1.9 竜巻防護施設を内包する施設の設計のうち、(2)原子炉周辺建屋を記載】</p> <p>(2) 原子炉周辺建屋</p> <p>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、主架構の構造健全性が維持されるとともに、個々の部材の破損により当該建屋内の竜巻防護施設が安全機能を損なうことのない設計とする。</p> <p>ただし、設計荷重又は設計飛来物の衝突による影響を受け、屋根、壁、開口部建具等が損傷し当該建屋内の竜巻防護施設の安全機能を損なう可能性がある場合には、当該建屋内の竜巻防護施設が安全機能を損なわないかを評価し、安全機能を損なう可能性がある場合には、設備又は運用による竜巻防護対策を実施する。</p>	<p>【参考として、女川2号炉まとめ資料 別添資料1 3. 竜巻影響評価 3.4 評価対象施設等の設計方針 (2) 屋外施設（外部事象防護対象施設を内包する区画を含む。）を記載】</p> <p><以下、外部事象防護対象施設を内包する区画></p> <p>h. タービン建屋及び制御建屋</p> <p>タービン建屋及び制御建屋は、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。</p> <p>【島根原子力発電所2号炉 設置変更許可申請書添付資料八より引用】</p> <p>(g) ディーゼル燃料貯蔵タンク室（A-非常用ディーゼル発電機（燃料移送系）、高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機（燃料移送系）、ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽（B-非常用ディーゼル発電機（燃料移送系）） ディーゼル燃料貯蔵タンク室、ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽は、地下埋設されていることを考慮し、設計飛来物による衝撃荷重に対して、構造健全性が維持され、ディーゼル燃料貯蔵タンクが安全機能を損なわない設計とする。</p>	<p>d. 周辺補機棟、燃料取扱棟、原子炉補助建屋及びディーゼル発電機建屋</p> <p>周辺補機棟、燃料取扱棟、原子炉補助建屋及びディーゼル発電機建屋は、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。</p> <p>ただし、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常時作用する荷重又は設計飛来物の衝突による影響を受け、屋根、壁及び開口部（扉類）が損傷し当該建屋内の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場合には、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かを評価し、安全機能を損なう可能性がある場合には、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。</p> <p>e. A1, A2-燃料油貯油槽タンク室及びB1, B2-燃料油貯油槽タンク室</p> <p>A1, A2-燃料油貯油槽タンク室及びB1, B2-燃料油貯油槽タンク室は、地下埋設されており風圧力による荷重、気圧差による荷重は作用しないことから、設計飛来物による衝撃荷重に対して、構造健全性が維持され、ディーゼル発電機燃料油貯油槽が安全機能を損なわない設計とする。</p>	<p>【大飯】 記載方針の相違 ・大飯では、4.4.2項以降で評価対象施設等に対する構造健全性評価結果を記載しているが、泊では、評価対象施設等に対する設計方針を記載している。</p> <p>【大飯】 記載方針の相違 ・泊の記載は、女川の別添資料1の「h. タービン建屋及び制御建屋」を参考としている。 ・また、当該建屋は、設計飛来物の衝突により、壁、開口部が損傷する可能性があるため、ただし書きの部分は、大飯の設置許可を参考としている。（記載表現は女川は参照している）</p> <p>【大飯】 記載方針の相違 ・泊同様、地下埋設されている島根のタンク室の記載を参考とした。</p>

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（竜巻：別添資料1 添付資料3.15）

原子力発電所の竜巻影響評価ガイド	大飯発電所3/4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
	<p>【参考として、基本方針1.9.1.9 竜巻防護施設を内包する施設の設計のうち、(2)原子炉周辺建屋を再掲】</p> <p>(2) 原子炉周辺建屋 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、主架構の構造健全性が維持されるとともに、個々の部材の破損により当該建屋内の竜巻防護施設が安全機能を損なうことのない設計とする。 ただし、設計荷重又は設計飛来物の衝突による影響を受け、屋根、壁、開口部建具等が損傷し当該建屋内の竜巻防護施設の安全機能を損なう可能性がある場合には、当該建屋内の竜巻防護施設が安全機能を損なわないかを評価し、安全機能を損なう可能性がある場合には、設備又は運用による竜巻防護対策を実施する。</p>	<p>【参考として、島根原子力発電所2号炉 設置変更許可まとめ資料別添2-1より引用】</p> <p>⑦ 排気筒モニタ室 排気筒モニタ室については、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量の可能性を考慮し、安全上支障のない期間に補修を行うことで、排気筒モニタの安全機能を損なわない設計とする。</p>	<p>f. 循環水ポンプ建屋 循環水ポンプ建屋は、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常時作用する荷重又は設計飛来物の衝突による影響を受け、屋根、壁及び開口部（扉類）が損傷する可能性があるため、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かを評価し、安全機能を損なう可能性がある場合には、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。</p> <p>g. タービン建屋 タービン建屋は、竜巻を起因として蒸気発生器への過剰給水が発生することはないが、独立事象としての重量の可能性を考慮し、安全上支障のない期間に補修等の対応を行うことで、タービン保安装置及び主蒸気止め弁が安全機能を損なわない設計とする。</p>	<p>【大飯】 記載方針の相違 ・大飯では、4.4.2項以降で評価対象施設等に対する構造健全性評価結果を記載しているが、泊では、評価対象施設等に対する設計方針を記載している。</p> <p>【大飯】 記載方針の相違 ・循環水ポンプ建屋は、外設施設としての防護機能が期待できないため、大飯において、一部区画が、外設施設としての防護機能を期待できない、大飯の「(2) 原子炉周辺建屋」のただし書きを参考とした。</p> <p>【大飯】 記載方針の相違 ・島根の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、系統及び機器である排気筒モニタを内包する排気筒モニタ室の記載を参考にした。</p>

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（竜巻：別添資料1 添付資料3.15）

原子力発電所の竜巻影響評価ガイド	大飯発電所3/4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
		<p>【参考として、女川2号炉まとめ資料 別添資料1 3. 竜巻影響評価 3.4 評価対象施設等の設計方針を記載】</p> <p>(4) 外殻となる施設による防護機能が期待できない施設 外殻となる施設による防護機能が期待できない施設は、設計荷重に対して、安全機能が維持される設計とし、必要に応じて開口部建具の補強等、防護鋼板の設置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。</p> <p>【伊方発電所3号炉 設置変更許可申請書添付資料八より引用】</p> <p>(a) 使用済燃料ピット 設計飛来物が原子炉建屋（燃料取扱棟）の折板壁を貫通し使用済燃料ピットに侵入する場合でも、設計飛来物の衝撃荷重により、使用済燃料ピットのライニング及びコンクリートの一部が損傷して、ピット水が漏えいすることはほとんどなく、使用済燃料ピットの冷却機能及び遮蔽機能に影響しないことにより使用済燃料ピットが安全機能を損なわない設計とする。</p> <p>(b) 使用済燃料ラック 設計飛来物が原子炉建屋（燃料取扱棟）の折板壁を貫通し使用済燃料ピットに侵入し使用済燃料ラックに衝突する場合でも、設計飛来物が使用済燃料の燃料有効部に達することはなく、使用済燃料の構造健全性が維持されることにより安全機能を損なわない設計とする。</p>	<p>(4) 外殻となる施設による防護機能が期待できない施設 外殻となる施設による防護機能が期待できない施設は、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である竜巻防護鋼板等の設置又は運用による竜巻防護対策を講じる方針とする。</p> <p>a. 使用済燃料ピット 設計飛来物が燃料取扱棟の壁を貫通し使用済燃料ピットに侵入する場合でも、設計飛来物の衝撃荷重により、使用済燃料ピットのライニング及びコンクリートの一部が損傷して、ピット水が漏えいすることはほとんどなく、使用済燃料ピットの冷却機能及び遮蔽機能に影響しないことにより使用済燃料ピットが安全機能を損なわない設計とする。</p> <p>b. 使用済燃料ラック 設計飛来物が燃料取扱棟の壁を貫通し使用済燃料ピットに侵入し使用済燃料ラックに衝突する場合でも、設計飛来物が使用済燃料ラックに貯蔵している燃料の燃料有効部に達することはなく、使用済燃料ラックに貯蔵している燃料の構造健全性が維持されることにより安全機能を損なわない設計とする。</p>	<p>【大飯】 記載方針の相違 ・大飯では、4.4.2項以降で評価対象施設等に対する構造健全性評価結果を記載しているが、泊では、評価対象施設等に対する設計方針を記載している。</p> <p>【大飯】 記載方針の相違 ・泊の記載は、女川の別添資料1の記載を参考としている</p> <p>【大飯】 記載方針の相違 ・伊方の記載を参考としている。</p> <p>【大飯】 記載方針の相違 ・伊方の記載を参考としている。</p>

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（竜巻：別添資料1 添付資料3.15）

原子力発電所の竜巻影響評価ガイド	大飯発電所3／4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
	<p>【参考として、基本方針1.9.1.10 竜巻防護施設及び竜巻防護施設に波及的影響を及ぼし得る施設の設計(2) 竜巻防護施設のうち、建屋に内包されるが防護が期待できない施設を記載】</p> <p>b. 主蒸気管他</p> <p>主蒸気管他は設計飛来物である鋼製材及び鋼製パイプが原子炉周辺建屋の開口部建具であるブローアウトパネルを貫通し、主蒸気管他に衝突し安全機能を損なうことを考慮して、原子炉周辺建屋のブローアウトパネルに竜巻飛来物防護対策設備を設置することにより、設計飛来物の主蒸気管他への衝突を防止し、主蒸気管他の構造健全性が維持され安全機能を損なうことのない設計とする。</p>	<p>【参考として伊方発電所3号炉 設置変更許可申請書添付資料八より引用】</p> <p>(b) 使用済燃料ラック</p> <p>設計飛来物が原子炉建屋（燃料取扱棟）の折板壁を貫通し使用済燃料ピットに侵入し使用済燃料ラックに衝突する場合でも、設計飛来物が使用済燃料の燃料有効部に達することはなく、使用済燃料の構造健全性が維持されることにより安全機能を損なわない設計とする。</p> <p>【参考として伊方発電所3号炉まとめ資料 6条(竜巻)-別添1-資料 6-362 ページより引用】</p> <p>③燃料移送装置</p> <p>原子炉容器から取り出された燃料集合体については、燃料移送装置により使用済燃料ピット側に移送され、使用済燃料ピットクレーンにて使用済燃料ピット内の使用済燃料ラックに貯蔵される。</p> <p>当該装置により燃料集合体を移送中に設計飛来物が燃料コンテナに衝突した場合、当該コンテナが貫通等の損傷を受けることにより燃料集合体の損傷が想定される。</p> <p>そのため、当該装置使用時に竜巻が襲来する恐れが生じた場合は、当該作業を一時中断して、移送中の燃料集合体は設計飛来物の影響を受けない原子炉格納容器（原子炉建屋）内に移動す</p>	<p>c. 新燃料ラック</p> <p>設計飛来物が燃料取扱棟の壁を貫通し新燃料貯蔵庫に侵入し新燃料ラックに衝突する場合でも、設計飛来物が新燃料ラックに貯蔵している燃料の燃料有効部に達することはなく、新燃料ラックに貯蔵している燃料の構造健全性が維持されることにより安全機能を損なわない設計とする。</p> <p>また、設計飛来物が新燃料ラックに貯蔵している燃料に直接衝突し、燃料の構造健全性が損なわれることを考慮して、竜巻防護鋼板の設置による竜巻防護対策を行うことにより、設計飛来物が新燃料ラックに貯蔵している燃料に直接衝突することを防止し、燃料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。</p> <p>d. 燃料移送装置、使用済燃料ピットクレーン、燃料取扱棟クレーン、燃料取替キャナル、キャスクピット、燃料検査ピット</p> <p>燃料移送装置、使用済燃料ピットクレーン、燃料取扱棟クレーン、燃料取替キャナル、キャスクピット、燃料検査ピットは、設計飛来物が燃料取扱棟の壁を貫通し、燃料移送装置、使用済燃料ピットクレーン、燃料取扱棟クレーン、燃料取替キャナル、キャスクピット、燃料検査ピットに衝突し移送又は取扱い中の燃料の構造健全性が損なわれることを考慮して、竜巻襲来が予想される場合には、燃料取扱作業を中止し、移送中の燃料は燃料移送装置にて外部遮へい建屋内に移動する又は取扱い中の燃料は使用済燃</p>	<p>【大飯】</p> <p>記載方針の相違</p> <ul style="list-style-type: none"> ・大飯では、4.4.2項以降で評価対象施設等に対する構造健全性評価結果を記載しているが、泊では、評価対象施設等に対する設計方針を記載している。 <p>【大飯】</p> <p>記載方針の相違</p> <ul style="list-style-type: none"> ・前半部分は、伊方の類似設備である「(b)使用済燃料ラック」の記載を参考とした。後半部分は、大飯の外殻となる施設による防護機能が期待できない設備であり防護対策を実施する「b.主蒸気管他」の記載を参考とした。 <p>【大飯】</p> <p>記載方針の相違</p> <ul style="list-style-type: none"> ・燃料取扱作業中止に係る記載は、伊方及び島根のまとめ資料を参考とした。また、使用済燃料ピットクレーン退避に係る記載は、島根の設置許可を参考とした。

泊発電所3号炉 DB基準適合性 比較表

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（竜巻：別添資料1 添付資料3.15）

原子力発電所の竜巻影響評価ガイド	大飯発電所3/4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
		<p>る運用をする。</p> <p>【参考として伊方発電所3号炉まとめ資料 6条(竜巻)-別添1-資料6-362 ページより引用】</p> <p>④使用済燃料ピットクレーン</p> <p>使用済燃料ピットクレーンは、使用済燃料ピット内の使用済燃料ラックに燃料集合体を貯蔵する、あるいは使用済燃料ラックから原子炉容器に燃料を装荷する等の際に使用する。当該クレーンにより燃料集合体の取扱い中に設計飛来物が当該クレーンのホイストや燃料保持機構に衝突した場合、ホイスト等が破損することにより燃料集合体の落下が想定される。そのため、当該クレーン使用時に竜巻が襲来する恐れが生じた場合は、当該作業を一時中断して、取扱い中の燃料集合体は所定の位置に戻す運用をする。</p> <p>【参考として島根原子力発電所2号炉 設置変更許可申請書添付資料八 (a) 原子炉建物1階 原子炉補機冷却水ポンプ、熱交換器、配管及び弁、原子炉建物2階 原子炉建物付属棟空調換気系、原子炉建物4階原子炉建物天井クレーン、燃料取替機、燃料プール、燃料プール冷却系配管及び弁、使用済燃料貯蔵ラック、燃料集合体、廃棄物処理建物3階 中央制御室換気系等の一部記載を引用】</p> <p>なお、原子炉建物天井クレーン及び燃料取替機については、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、燃料プール、燃料プール冷却系配管及び弁、使用済燃料貯蔵ラック及び燃料集合体に影響を及ぼさない待機位置への退避措置を行う。</p>	<p>料ピットクレーンにて使用済燃料ラックに貯蔵することにより、移送又は取扱い中の燃料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。</p> <p>なお、使用済燃料ピットクレーンは使用済燃料ラック及び使用済燃料ラックに貯蔵している燃料に影響を及ぼさない待機位置への退避措置を行う。</p>	<p>【大飯】 記載方針の相違</p> <p>・大飯では、4.4.2項以降で評価対象施設等に対する構造健全性評価結果を記載しているが、泊では、評価対象施設等に対する設計方針を記載している。</p>

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（竜巻：別添資料1 添付資料3.15）

原子力発電所の竜巻影響評価ガイド	大飯発電所3/4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
		<p>【参考として、女川2号炉まとめ資料 別添資料1 3. 竜巻影響評価 3.4 評価対象施設等の設計方針（2）屋外施設（外部事象防護対象施設を内包する区画を含む。）を記載】</p> <p>a. 原子炉補機冷却海水ポンプ（配管、弁含む） 原子炉補機冷却海水ポンプ（配管、弁含む）は、設計飛来物（鋼製材）の衝突により貫通することを考慮し、竜巻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原子炉補機冷却海水ポンプ（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。なお、竜巻防護ネットの金網を通過する可能性がある設計飛来物として設定した砂利の衝突に対して、部材を貫通しない厚さを確保し、安全機能を損なわない設計とする。</p>	<p>e. 原子炉補機冷却海水ポンプ 原子炉補機冷却海水ポンプは、設計飛来物の衝突により貫通することを考慮し、竜巻防護ネットの設置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原子炉補機冷却海水ポンプ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。</p> <p>f. 原子炉補機冷却海水ポンプ出口ストレーナ 原子炉補機冷却海水ポンプ出口ストレーナは、設計飛来物の衝突により貫通することを考慮し、竜巻防護ネットの設置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原子炉補機冷却海水出口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。</p> <p>g. 配管及び弁（原子炉補機冷却海水系統） 配管及び弁（原子炉補機冷却海水系統）は、設計飛来物の衝突により貫通することを考慮し、竜巻防護ネットの設置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配管及び弁（原子炉補機冷却海水系統）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。</p>	<p>【大飯】 記載方針の相違 ・大飯では、4.4.2項以降で評価対象施設等に対する構造健全性評価結果を記載しているが、泊では、評価対象施設等に対する設計方針を記載している。</p> <p>【大飯】 記載方針の相違 ・当該施設（e～g）は、循環水ポンプ建屋内に設置しているが、当該建屋全体が、外設となる施設による防護機能は期待できないことを考慮し、女川の屋外施設であり、泊同様に防護ネットを設置する方針である「a. 原子炉補機冷却海水ポンプ（配管、弁含む）」（風荷重等を考慮）を参考とした。</p>

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（竜巻：別添資料1 添付資料3.15）

原子力発電所の竜巻影響評価ガイド	大飯発電所3/4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
	<p>【参考として、基本方針1.9.1.10 竜巻防護施設及び竜巻防護施設に波及的影響を及ぼし得る施設の設計(2) 竜巻防護施設のうち、建屋に内包されるが防護が期待できない施設を記載】</p> <p>b. 主蒸気管他</p> <p>主蒸気管他は設計飛来物である鋼製材及び鋼製パイプが原子炉周辺建屋の開口部建具であるブローアウトパネルを貫通し、主蒸気管他に衝突し安全機能を損なうことを考慮して、原子炉周辺建屋のブローアウトパネルに竜巻飛来物防護対策設備を設置することにより、設計飛来物の主蒸気管他への衝突を防止し、主蒸気管他の構造健全性が維持され安全機能を損なうことのない設計とする。</p> <p>【参考として、基本方針1.9.1.10 竜巻防護施設及び竜巻防護施設に波及的影響を及ぼし得る施設の設計(2) 竜巻防護施設のうち、建屋に内包されるが防護が期待できない施設を記載】</p> <p>b. 主蒸気管他</p> <p>主蒸気管他は設計飛来物である鋼製材及び鋼製パイプが原子炉周辺建屋の開口部建具であるブローアウトパネルを貫通し、主蒸気管他に衝突し安全機能を損なうことを考慮して、原子炉周辺建屋のブローアウトパネルに竜巻飛来物防護対策設備を設置することにより、設計飛来物の主蒸気管他への衝突を防止し、主蒸気管他の構造健全性が維持され安全機能を損なうことのない設計とする。</p>	<p>【参考として、女川2号炉まとめ資料 別添資料1 3. 竜巻影響評価 3.4 評価対象施設等の設計方針 (4) 外殻となる施設による防護機能が期待できない施設を記載】</p> <p>a. 原子炉補機室換気空調系</p> <p>原子炉補機室換気空調系は、設計飛来物の衝突により、開口部建具に貫通が発生することを考慮し、防護鋼板等で開口部建具の竜巻防護対策を行うことにより、原子炉補機室換気空調系への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原子炉補機室換気空調系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。</p>	<p>h. 原子炉補機冷却水サージタンク（配管及び弁含む）</p> <p>原子炉補機冷却水サージタンク（配管及び弁含む）は、設計飛来物が周辺補機棟の開口部建具である扉を貫通し、原子炉補機冷却水サージタンク（配管及び弁含む）に衝突し安全機能を損なうことを考慮して、竜巻防護壁の設置による竜巻防護対策を行うことにより、設計飛来物の原子炉補機冷却水サージタンク（配管及び弁含む）への衝突を防止し、原子炉補機冷却水サージタンク（配管及び弁含む）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。</p> <p>i. 主蒸気系統配管他</p> <p>主蒸気系統配管他は、設計飛来物が周辺補機棟又はディーゼル発電機建屋の開口部建具であるブローアウトパネル、扉又はガラリを貫通し、主蒸気系統配管他に衝突し安全機能を損なうことを考慮して、竜巻防護鋼板等で開口部建具の竜巻防護対策を行うことにより、設計飛来物の主蒸気系統配管他への衝突を防止し、主蒸気系統配管他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。</p>	<p>【大飯】 記載方針の相違 ・大飯では、4.4.2項以降で評価対象施設等に対する構造健全性評価結果を記載しているが、泊では、評価対象施設等に対する設計方針を記載している。</p> <p>【大飯】 記載方針の相違 ・大飯の外殻となる施設による防護機能が期待できない設備であり防護対策を実施する「b.主蒸気管他」の記載を参考とした。</p> <p>【大飯】 記載方針の相違 ・大飯の外殻となる施設による防護機能が期待できない設備であり防護対策を実施する「b.主蒸気管他」の記載を参考とした。また、泊同様、開口部建具への防護対策を行う方針としている、女川の「a.原子炉補機室換気空調系」の防護対策に係る記載を参考とした。</p>

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（竜巻：別添資料1 添付資料3.15）

原子力発電所の竜巻影響評価ガイド	大飯発電所3/4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
	<p>【参考として、基本方針1.9.1.10 竜巻防護施設及び竜巻防護施設に波及的影響を及ぼし得る施設の設計(2) 竜巻防護施設のうち、建屋に内包されるが防護が期待できない施設を記載】</p> <p>b. 主蒸気管他 主蒸気管他は設計飛来物である鋼製材及び鋼製パイプが原子炉周辺建屋の開口部建具であるブローアウトパネルを貫通し、主蒸気管他に衝突し安全機能を損なうことを考慮して、原子炉周辺建屋のブローアウトパネルに竜巻飛来物防護対策設備を設置することにより、設計飛来物の主蒸気管他への衝突を防止し、主蒸気管他の構造健全性が維持され安全機能を損なうことのない設計とする。</p>	<p>【参考として、島根原子力発電所2号炉 設置変更許可まとめ資料別添2-1より引用】</p> <p>④ 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。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、代替設備による監視及び安全上支障のない期間に補修を行うことで、安全機能を損なわない設計とする。</p>	<p>j. 制御用空気系統配管 制御用空気系統配管は、設計飛来物が原子炉補助建屋の開口部建具である扉を貫通し、制御用空気系統配管に衝突し安全機能を損なうことを考慮して、竜巻防護壁の設置による竜巻防護対策を行うことにより、設計飛来物の制御用空気系統配管への衝突を防止し、制御用空気系統配管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。</p> <p>k. 蓄熱室加熱器 蓄熱室加熱器は、設計飛来物がディーゼル発電機建屋の開口部建具である扉又はガラリを貫通し、蓄熱室加熱器に衝突し安全機能を損なうことを考慮して、竜巻防護鋼板等の設置による竜巻防護対策を行うことにより、設計飛来物の蓄熱室加熱器への衝突を防止し、蓄熱室加熱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。</p> <p>1. タービン保安装置及び主蒸気止め弁 タービン保安装置及び主蒸気止め弁は、蒸気発生器への過剰給水の緩和手段（タービントリップ機能）として期待している。竜巻を起因として蒸気発生器への過剰給水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、安全機能を損なわない設計とする。</p>	<p>【大飯】 記載方針の相違 ・大飯では、4.4.2項以降で評価対象施設等に対する構造健全性評価結果を記載しているが、泊では、評価対象施設等に対する設計方針を記載している。</p> <p>【大飯】 記載方針の相違 ・大飯の外殻となる施設による防護機能が期待できない設備であり防護対策を実施する「b.主蒸気管他」の記載を参考とした。</p> <p>【大飯】 記載方針の相違 ・大飯の外殻となる施設による防護機能が期待できない設備であり防護対策を実施する「b.主蒸気管他」の記載を参考とした。</p> <p>【大飯】 記載方針の相違 ・島根の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、系統及び機器である排気筒モニタの記載を参考にした。</p>

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（竜巻：別添資料1 添付資料3.15）

原子力発電所の竜巻影響評価ガイド	大飯発電所3／4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
<p>【参考として、基本方針1.9.1.10 竜巻防護施設及び竜巻防護施設に波及的影響を及ぼし得る施設の設計(4) 竜巻防護施設に波及的影響を及ぼし得る施設を記載】</p> <p>a. タービン建屋、永久構台及び耐火隔壁</p> <p>竜巻防護施設に波及的影響を及ぼし得る施設のうち、タービン建屋、永久構台及び耐火隔壁については、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竜巻防護施設へ波及的影響を及ぼさない設計とする。</p>	<p>【参考として、女川2号炉まとめ資料 別添資料1 3. 竜巻影響評価 3.4 評価対象施設等の設計方針を記載】</p> <p>(5) 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</p> <p>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、必要に応じて施設の補強、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、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。</p> <p>【参考として、女川2号炉まとめ資料 別添資料1 3. 竜巻影響評価 3.4 評価対象施設等の設計方針のうち、(5) 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記載】</p> <p>c. 非常用ディーゼル発電設備（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備を含む。）排気消音器</p> <p>非常用ディーゼル発電設備（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備を含む。）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設備（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備を含む。）排気消音器が閉塞することがなく、ディーゼル発電機の機能が維持される設計とする。</p>	<p>(5) 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</p> <p>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、必要に応じて施設の補強、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、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。</p> <p>a. 循環水ポンプ建屋、タービン建屋、電気建屋及び出入管理建屋</p> <p>循環水ポンプ建屋、タービン建屋、電気建屋及び出入管理建屋は、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。</p> <p>b. ディーゼル発電機排気消音器</p> <p>ディーゼル発電機排気消音器は、設計飛来物の衝突により貫通することを考慮しても、ディーゼル発電機排気消音器が閉塞することがなく、ディーゼル発電機の排気機能が維持される設計とする。</p>	<p>【大飯】 記載方針の相違</p> <ul style="list-style-type: none"> ・大飯では、4.4.2項以降で評価対象施設等に対する構造健全性評価結果を記載しているが、泊では、評価対象施設等に対する設計方針を記載している。 <p>【大飯】 記載方針の相違</p> <ul style="list-style-type: none"> ・泊の記載は、女川の別添資料1の記載を参考としている <p>【大飯】 記載方針の相違</p> <ul style="list-style-type: none"> ・大飯の竜巻防護施設に波及的影響を及ぼし得る施設である「a. タービン建屋、永久構台及び耐火隔壁」の記載を参考とした。 <p>【大飯】 記載方針の相違</p> <ul style="list-style-type: none"> ・泊の記載は、女川の別添資料1「c. 非常用ディーゼル発電設備（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備を含む。）排気消音器」を参考としている。 	

泊発電所3号炉 DB基準適合性 比較表

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（竜巻：別添資料1 添付資料3.15）

原子力発電所の竜巻影響評価ガイド	大飯発電所3／4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
	<p>【参考として、基本設計方針1.9.1.10 竜巻防護施設及び竜巻防護施設に波及的影響を及ぼし得る施設の設計(4) 竜巻防護施設に波及的影響を及ぼし得る施設を記載】</p> <p>c. 主蒸気逃がし弁消音器 主蒸気逃がし弁消音器は設計飛来物である鋼製材及び鋼製パイプが衝突により貫通することを考慮しても、主蒸気逃がし弁消音器が損傷して閉塞することはなく、主蒸気逃がし弁の排気機能が維持される設計とする。 さらに、主蒸気逃がし弁消音器が風圧力による荷重及び気圧差による荷重に対して、構造健全性を維持し安全機能を損なうことのない設計とする。 以上より、主蒸気逃がし弁消音器が、竜巻防護施設である主蒸気逃がし弁に機能的影響を及ぼさず、主蒸気逃がし弁が安全機能を損なうことのない設計とする。</p>	<p>【参考として、女川2号炉まとめ資料 別添資料1 3. 竜巻影響評価 3.4 評価対象施設等の設計方針のうち、(5) 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記載】</p> <p>さらに、非常用ディーゼル発電設備（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備を含む。）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。</p>	<p>さらに、ディーゼル発電機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ディーゼル発電機に機能的影響を及ぼさない設計とする。</p> <p>c. 主蒸気逃がし弁消音器 主蒸気逃がし弁消音器は、設計飛来物の衝突により貫通することを考慮しても、主蒸気逃がし弁消音器が損傷して閉塞することはなく、主蒸気逃がし弁の排気機能が維持される設計とする。 さらに、主蒸気逃がし弁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、主蒸気逃がし弁消音器が、外部事象防護対象施設である主蒸気逃がし弁に機能的影響を及ぼさず、主蒸気逃がし弁が安全機能を損なわない設計とする。</p>	<p>【大飯】 記載方針の相違 ・大飯では、4.4.2項以降で評価対象施設等に対する構造健全性評価結果を記載しているが、泊では、評価対象施設等に対する設計方針を記載している。</p> <p>【大飯】 記載方針の相違 ・大飯の竜巻防護施設に波及的影響を及ぼし得る施設である「c. 主蒸気逃がし弁消音器」の記載を参考とした。</p>

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（竜巻：別添資料1 添付資料3.15）

原子力発電所の竜巻影響評価ガイド	大飯発電所3／4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
	<p>【参考として、基本設計方針1.9.1.10 竜巻防護施設及び竜巻防護施設に波及的影響を及ぼし得る施設の設計(4) 竜巻防護施設に波及的影響を及ぼし得る施設を記載】</p> <p>d. 主蒸気安全弁排気管 主蒸気安全弁排気管は設計飛来物である鋼製材及び鋼製パイプが衝突により貫通することを考慮しても、主蒸気安全弁排気管が損傷して閉塞することはなく、主蒸気安全弁の排気機能が維持される設計とする。 さらに、主蒸気安全弁排気管が風圧力による荷重及び気圧差による荷重に対して、構造健全性を維持し安全機能を損なうことのない設計とする。</p> <p>以上より、主蒸気安全弁排気管が、竜巻防護施設である主蒸気安全弁に機能的影響を及ぼさず、主蒸気安全弁が安全機能を損なうことのない設計とする。</p> <p>e. タービン動補助給水ポンプ蒸気大気放出口 タービン動補助給水ポンプ蒸気大気放出口は設計飛来物である鋼製材及び鋼製パイプが衝突により貫通することを考慮しても、タービン動補助給水ポンプ蒸気大気放出口が損傷して閉塞することはなく、タービン動補助給水ポンプの機関の排気機能が維持される設計とする。 さらに、タービン動補助給水ポンプ蒸気大気放出口が風圧力による荷重及び気圧差による荷重に対して、構造健全性を維持し安全機能を損なうことのない設計とする。</p> <p>以上より、タービン動補助給水ポンプ蒸気大気放出口が、竜巻防護施設であるタービン動補助給水ポンプに機能的影響を及ぼさず、タービン動補助給水ポンプが安全機能を損なうことのない設計とする。</p>		<p>d. 主蒸気安全弁排気管 主蒸気安全弁排気管は、設計飛来物の衝突により貫通することを考慮しても、主蒸気安全弁排気管が損傷して閉塞することはなく、主蒸気安全弁の排気機能が維持される設計とする。</p> <p>さらに、主蒸気安全弁排気管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。</p> <p>以上より、主蒸気安全弁排気管が、外部事象防護対象施設である主蒸気安全弁に機能的影響を及ぼさず、主蒸気安全弁が安全機能を損なわない設計とする。</p> <p>e. タービン動補助給水ポンプ排気管 タービン動補助給水ポンプ排気管は、設計飛来物の衝突により貫通することを考慮しても、タービン動補助給水ポンプ排気管が損傷して閉塞することはなく、タービン動補助給水ポンプの機関の排気機能が維持される設計とする。</p> <p>さらに、タービン動補助給水ポンプ排気管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。</p> <p>以上より、タービン動補助給水ポンプ排気管が、外部事象防護対象施設であるタービン動補助給水ポンプに機能的影響を及ぼさず、タービン動補助給水ポンプが安全機能を損なわない設計とする。</p>	<p>【大飯】 記載方針の相違 ・大飯では、4.4.2項以降で評価対象施設等に対する構造健全性評価結果を記載しているが、泊では、評価対象施設等に対する設計方針を記載している。</p> <p>【大飯】 記載方針の相違 ・大飯の竜巻防護施設に波及的影響を及ぼし得る施設である「d. 主蒸気安全弁排気管」の記載を参考とした。</p> <p>【大飯】 記載方針の相違 ・大飯の竜巻防護施設に波及的影響を及ぼし得る施設である「e. タービン動補助給水ポンプ蒸気大気放出口」の記載を参考とした。</p>

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（竜巻：別添資料1 添付資料3.15）

原子力発電所の竜巻影響評価ガイド	大飯発電所3/4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
	<p>【比較のため、1.9.1.10 竜巻防護施設及び竜巻防護施設に波及的影響を及ぼし得る施設の設計(4) 竜巻防護施設に波及的影響を及ぼし得る施設を記載】</p> <p>i. 換気空調設備（蓄電池室の換気空調設備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）</p> <p>換気空調設備が竜巻防護施設を内包する施設である制御建屋に内包されていることを考慮すると、設計竜巻荷重のうち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。気圧差による荷重に対しては、換気空調設備の構造健全性が維持される設計とする。</p> <p>以上より、換気空調設備が、竜巻防護施設である蓄電池に機能的影響を及ぼさず、蓄電池が安全機能を損なうことのない設計とする。</p>	<p>【参考として、女川2号炉まとめ資料 別添資料1 3. 竜巻影響評価 3.4 評価対象施設等の設計方針のうち、(5) 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記載】</p> <p>e. 軽油タンクA系ベント配管、軽油タンクB系ベント配管、軽油タンクHPCS系ベント配管</p> <p>軽油タンクA系ベント配管、軽油タンクB系ベント配管及び軽油タンクHPCS系ベント配管は、設計飛来物の衝突により貫通することを考慮しても、軽油タンクベント配管が閉塞することがなく、軽油タンクA系、軽油タンクB系及び軽油タンクHPCS系の機能が維持される設計とする。</p> <p>さらに、軽油タンクA系ベント配管、軽油タンクB系ベント配管及び軽油タンクHPCS系ベント配管が風圧力による荷重、気圧差による荷重及び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軽油タンクA系、軽油タンクB系及び軽油タンクHPCS系に機能的影響を及ぼさない設計とする。</p>	<p>f. ディーゼル発電機燃料油貯油槽ベント管</p> <p>ディーゼル発電機燃料油貯油槽ベント管は、設計飛来物の衝突により貫通することを考慮しても、ディーゼル発電機燃料油貯油槽ベント管が閉塞することがなく、ディーゼル発電機燃料油貯油槽のベント機能が維持される設計とする。</p> <p>さらに、ディーゼル発電機燃料油貯油槽ベント管が風圧力による荷重、気圧差による荷重及び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ディーゼル発電機燃料油貯油槽に機能的影響を及ぼさない設計とする。</p> <p>g. 換気空調設備（蓄電池室排気装置）</p> <p>換気空調設備が原子炉補助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設計飛来物による衝撃荷重は作用しない。気圧差による荷重及び設備に常時作用する荷重に対しては、換気空調設備の構造健全性が維持される設計とする。</p> <p>以上より、換気空調設備が、外部事象防護対象施設である蓄電池に機能的影響を及ぼさず、蓄電池が安全機能を損なわない設計とする。</p>	<p>【大飯】 記載方針の相違 ・大飯では、4.4.2項以降で評価対象施設等に対する構造健全性評価結果を記載しているが、泊では、評価対象施設等に対する設計方針を記載している。</p> <p>【大飯】 記載方針の相違 ・泊の記載は、女川の別添資料1「e. 軽油タンクA系ベント配管、軽油タンクB系ベント配管、軽油タンクHPCS系ベント配管」を参考としている。</p> <p>【大飯】 記載方針の相違 ・大飯の竜巻防護施設に波及的影響を及ぼし得る施設である「i. 換気空調設備（蓄電池室の換気空調設備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）」の記載を参考とした。</p>

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（竜巻：別添資料1 添付資料3.15）

原子力発電所の竜巻影響評価ガイド	大阪発電所3/4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
<p>4.4.2 建屋、構築物等の構造健全性の確認 設計荷重に対して、建屋・構築物等の構造健全性が維持されて安全機能が維持される方針であることを確認する。</p> <p>(1)設計荷重によって施設に生じる変形・応力等の算定 建屋・構築物等の形状や特徴等を反映して設定した設計荷重によって設計対象施設に生じる変形や応力等を算定する方針である。設計対象施設に生じる変形や応力等は、その技術的な妥当性を確認した上で、原則として、現行の法律及び基準類(注4.2)等に準拠して算定する。</p> <p>(2)構造健全性の確認 「(1)設計荷重によって施設に生じる変形・応力等の算定」で算定される変形・応力等に基づいて、設計対象施設(建屋・構築物等)が以下の構造健全性評価基準を満足する方針であることを確認する。</p> <p>① 竜巻防護施設(外殻となる施設等による防護機能が確認された竜巻防護施設を除く) 設計対象施設が終局耐力等の許容限界(注4.2)に対して妥当な安全余裕を有している。</p> <p>②竜巻防護施設に波及的影響を及ぼし得る施設 1)設計対象施設あるいはその特定の区画(注4.3)が、終局耐力等の許容限界(注4.2)に対して妥当な安全余裕を有している。 2)設計飛来物が設計対象施設あるいはその特定の区画(注4.3)に衝突した際に、竜巻防護施設の安全機能の維持に影響を与えない。(注4.4)</p> <p>(注4.2) 建築基準法、日本産業規格、日本建築学会及び土木学会等の規準・指針類、並びに日本電気協会の原子力発電所耐震設計技術指針(JEAG4601-1987)等に準拠する。 (注4.3) 竜巻防護施設を内包する区画。 (注4.4) 貫通及び裏面剥離(コンクリート等の部材に衝突物が衝突した際に、衝突面の裏側</p>	<p>4.4.2 建屋、構築物の構造健全性の確認結果 設計荷重に対して、建屋・構築物等の構造健全性が維持されて安全機能が維持されることを確認した。</p> <p>(1)設計荷重によって施設に生じる変形・応力等の算定 原子炉格納容器、原子炉周辺建屋および制御建屋に対し、建屋の形状や配置状況を反映した受風面積、形状係数等を考慮した設計竜巻による複合荷重WT1、WT2を作用させ、評価対象施設に生じる以下の変形を算定した。</p> <p>① 鉄筋コンクリート造部分 設計竜巻による複合荷重により生じるせん断応力を算出し、地震応答解析モデルに適用しているせん断力の復元特性(Q-γ関係)よりせん断歪度を算定した。</p> <p>② 鉄骨造部分 設計竜巻による複合荷重により生じるせん断応力を算出し、地震応答解析モデルに適用している荷重変形関係(Q-δ関係)から得られる水平変位より層間変形角を算定した。</p> <p>(2)構造健全性の確認 a. 竜巻防護施設 ①構造骨組の評価 1)鉄筋コンクリート造部分 地震応答解析モデルに適用しているせん断力の復元特性(Q-γ関係)より算定したせん断歪度について、鉄筋コンクリート造耐震壁の最大応答せん断ひずみ度の許容限界値 2000μ ※1 を十分下回り、安全余裕を有していることから構造健全性を確認した。</p> <p>※1:原子力発電所耐震設計技術規程(JEAC4601-2008)に示されている、Sクラスの建物・構築物の鉄筋コンクリート造耐震壁に対する基準地震動 Ss による各層の鉄筋コンクリート造耐震壁の最大応答せん断ひずみ度の許容限界値。 2)鉄骨造部分 地震応答解析モデルに適用している荷重変形関係(Q-δ関係)より算定した層間変形角について、許容限界値 120分の1※2を十分下回り、安全余裕を有していることから構造健全性を確認した。</p> <p>※2:建築基準法施行令第82条の2に示されている、当該層間変位の当該各階の高さに対する割合の許容限界値。 また、建屋の主要部材である外壁・屋根に対す</p>		<p>(設工認にて説明)</p>	<p>【大阪】 記載方針の相違 ・女川は資料なし ・建屋、構築物等の構造健全性の確認結果については、設工認にて説明する方針。</p>

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（竜巻：別添資料1 添付資料3.15）

原子力発電所の竜巻影響評価ガイド	大飯発電所3/4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
<p>でせん断破壊等に起因した剥離が生じる破壊現象）に対して、施設の構造健全性を確認することを基本とする。</p>	<p>る気圧差の影響評価を実施し、終局耐力を上回ることを確認した。</p> <p>②設計飛来物の評価</p> <p>1)鉄筋コンクリート造部分 設計飛来物が竜巻防護施設に衝突しても、建屋の外壁や屋根スラブの壁厚が裏面剥離・貫通を防ぐために必要な壁厚を確保していることを確認した。</p> <p>2)鉄骨造部分 設計飛来物が鋼構造部分（原子炉周辺建屋）の外壁に衝突した場合、貫通することから、竜巻防護施設である使用済燃料ピット中の燃料集合体への影響確認を行った。評価結果は、4.4.3に示す。</p> <p>b. 波及的影響を及ぼし得る施設の評価 タービン建屋の設計竜巻による複合荷重 WT1、WT2 による層せん断力は、保有水平耐力より小さいため、タービン建屋の主要構造部材は損壊しない。タービン建屋の天井材、窓等の損傷の可能性は否定できないが、主梁、柱は機能を保ち、タービン等の重量機器、主配管は溶接され支持構造物で固定されていることから、飛散すると考えがたい。タービン建屋から飛来する飛来物による影響は、剛体で投影面積が小さく重量もある鋼製材による影響評価で包含されると考えられる。</p> <p>また、廃棄物処理建屋については、地震応答解析モデルに適用しているせん断力の復元特性（Q-γ関係）より算定したせん断歪度について、鉄筋コンクリート造耐震壁の最大応答せん断ひずみ度の許容限界値 2000μ ※1 を十分下回り、安全余裕を有していることから構造健全性を確認した。</p> <p>c. 開口部（扉等）についての評価 竜巻防護施設の開口部（扉等）に対する気圧差荷重(Wp)ならびに風圧力による荷重及び気圧差荷重による複合荷重(WW+0.5WP)と設計飛来物の衝突について評価を実施し、竜巻防護施設に影響を及ぼさないことを確認した。</p> <p>補足説明資料10：建屋、構築物の構造健全性評価結果</p>		<p>(設工認にて説明)</p>	<p>【大飯】 記載方針の相違 ・女川は資料なし ・建屋、構築物等の構造健全性の確認結果については、設工認にて説明する方針。</p>

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

泊発電所3号炉 DB基準適合性 比較表

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（竜巻：別添資料1 添付資料3.15）

原子力発電所の竜巻影響評価ガイド	大飯発電所3/4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
<p>4.4.3 設備の構造健全性の確認 設計荷重に対して、設備（系統・機器）の構造健全性が維持されて安全機能が維持される方針であることを確認する。 (1)設計荷重によって施設に生じる変形・応力等の算定 設備の形状や特徴等を反映して設定した設計荷重によって設計対象施設に生じる変形や応力等を算定する方針である。設計対象施設に生じる変形や応力等は、その技術的な妥当性を確認した上で、原則として、現行の法律及び基準類（注4.5）等に準拠して算定する。</p>	<p>4.4.3 設備の構造健全性の確認結果 設計荷重に対して、設備の安全機能が維持されることを確認した。 (1)設計荷重によって施設に生じる変形・応力等の算定 a. 竜巻防護施設 ①海水ポンプ 海水ポンプ及びポンプモータに対し、設計竜巻による複合荷重 WT1、WT2 を作用させ、発生応力を算定する。 ②海水ストレーナ 海水ストレーナに対し、設計竜巻による複合荷重 WT1、WT2、ストレーナ内圧の重ね合わせ、発生応力を算定する。 ③海水系配管 海水系配管に対し、設計竜巻による複合荷重 WT1、WT2 に配管内圧及び自重を重ね合わせ、発生応力を算定する。 ④排気筒 排気筒に対し、設計竜巻による複合荷重 WT1、WT2 を作用させ発生応力を算定した。 ⑤使用済燃料ビッド 使用済燃料ビッドについては、飛来物の影響を鉛直方向および水平方向それぞれに対して燃料被覆管の歪量を算定した。 ⑥換気空調設備 1)ダクト ダクトに対し、設計竜巻による気圧差荷重 WP を作用させ、発生応力を算定した。 2)ダンパ ダンパの構成部材毎（ケーシング、ペーン、シャフト）に設計竜巻による気圧差荷重 WP に自重を重ね合わせ、発生応力を算出した。 3)ファン ファンに対し、設計竜巻による気圧差荷重を Wp を作用させ、発生応力を算定した。 ⑦主蒸気管他 主蒸気管他については、風荷重による損傷は考えにくく、また、転倒することもないため、構造健全性の評価対象としない。 b. 竜巻防護施設に波及的影響を及ぼし得る施設 ①タンクローリー タンクローリーは複数台所持しており、また発電所構内に分散配置していることから、竜巻により全台損傷することは考え難いが、竜巻襲来</p>		<p>(設工認にて説明)</p>	<p>【大飯】 記載方針の相違 ・女川は資料なし ・設備の構造健全性の確認結果については、設工認にて説明する方針。</p>

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（竜巻：別添資料1 添付資料3.15）

原子力発電所の竜巻影響評価ガイド	大飯発電所3/4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
<p>(2) 構造健全性の確認 「(1)設計荷重によって施設に生じる変形・応力等の算定」で算定される変形・応力等に基づいて、設計対象施設（設備）が以下の構造健全性評価基準を満足する方針であることを確認する。 ①竜巻防護施設（外殻となる施設等による防護機能が確認された竜巻防護施設を除く） 設計対象施設が許容応力度等に基づく許容限界（注4.5）に対して妥当な安全余裕を有してい</p>	<p>の恐れがある場合※には、竜巻の被害を受けにくいトンネル内に移動させる運用としている。 当該施設が竜巻により何らかの影響を受けた場合、速やかに保守等の対応を行う。 ※ レーダーナウキャストにおいて、「竜巻発生確度2」かつ「雷活動度3以上」の場合 ②主蒸気逃がし弁消音器 主蒸気逃がし弁消音器に対し、設計竜巻による風荷重 WW を作用させ、発生応力を算定した。 ③主蒸気安全弁排気管 主蒸気安全弁排気管に対し、設計竜巻による風荷重 WW を作用させ、発生応力を算定した。 ④タービン動補助給水ポンプ大気放出管 タービン動補助給水ポンプ大気放出管に対し、設計竜巻による風荷重 WW を作用させ、発生応力を算定した。 ⑤ディーゼル発電機排気消音器 ディーゼル発電機排気消音器に対し、設計竜巻による風荷重 WW を作用させ、発生応力を算定した。 ⑥燃料油貯蔵タンクベント管 ベント管に対し、設計竜巻による風荷重 WW を作用させ、発生応力を算定した。 ⑦重油タンクベント管 ベント管に対し、設計竜巻による風荷重 WW を作用させ、発生応力を算定した。 ⑧換気空調設備 1)ダクト ダクトに対し、設計竜巻による気圧差荷重 WP を作用させ、発生応力を算定した。 2)ダンパ ダンパの構成部材毎（ケーシング、ペーン、シャフト）に設計竜巻による気圧差荷重 WP に自重を重ね合わせ、発生応力を算出した。 ⑨耐火隔壁 耐火隔壁については、評価中。 (2)構造健全性の確認 1) 風荷重又は気圧差荷重に対する評価 a. 竜巻防護施設 ①海水ポンプ 海水ポンプ及びモータの基礎ボルト、モータ取付ボルト等に発生する応力評価を行い、健全であることを確認した。 なお、飛来物となりうる物品の固縛等による飛来物の発生防止対策および飛来物の衝突から海水ポンプを守る防護ネット等を設置し、飛来物</p>		<p>(設工認にて説明)</p>	<p>【大飯】 記載方針の相違 ・女川は資料なし ・設備の構造健全性の確認結果については、設工認にて説明する方針。</p>

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

泊発電所3号炉 DB基準適合性 比較表

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（竜巻：別添資料1 添付資料3.15）

原子力発電所の竜巻影響評価ガイド	大飯発電所3/4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
<p>る。</p> <p>②竜巻防護施設に波及的影響を及ぼし得る施設</p> <p>1)設計対象施設あるいはその特定の区画(注4.6)が、許容応力度等に基づく許容限界(注4.5)に対して妥当な安全余裕を有している。</p> <p>2)設計飛来物が設計対象施設あるいはその特定の区画(注4.6)に衝突した際に、竜巻防護施設の安全機能の維持に影響を与えない。(注4.7)</p> <p>(注4.5) 日本産業規格、日本電気協会の原子力発電所耐震設計技術指針（JEAG4601-1987）及び日本機械学会の規格・指針類等に準拠する。</p> <p>(注4.6) 竜巻防護施設を内包する区画。</p> <p>(注4.7) 貫通及び裏面剥離（コンクリート等の部材に衝突物が衝突した際に、衝突面の裏側でせん断破壊等に起因した剥離が生じる破壊現象）に対して、施設の構造健全性を確認することを基本とする。</p>	<p>に対し海水ポンプを防護するため、設計飛来物による衝撃荷重(WM)は評価しない。</p> <p>②海水ストレーナ 海水ストレーナ胴板、スカート、基礎ボルトに発生する応力評価を行い、健全であることを確認した。</p> <p>③海水系配管 配管に発生する応力評価を行い、健全であることを確認した。</p> <p>④排気筒（建屋外） 建屋外の排気筒の丸ダクト及び角ダクトに発生する応力評価を行い、健全であることを確認した。</p> <p>なお、排気筒の板厚は薄く飛来物の衝突による貫通等の損傷を受けることが支配的であるため、複合荷重の算定において、飛来物による衝撃荷重(WM)は評価しない。</p> <p>⑤換気空調設備 排気筒（建屋内）、ダクト、ダンパについて気圧差に対する健全性評価を行い、安全機能が維持できることを確認した。</p> <p>b. 竜巻防護施設に波及的影響を及ぼし得る施設</p> <p>①耐火隔壁 耐火隔壁については、評価中。</p> <p>②主蒸気逃がし弁消音器 設計竜巻による風荷重(WW)に対する、消音器を支持している架台柱脚のすみ肉溶接部に発生する応力評価を行い、健全であることを確認した。</p> <p>③主蒸気安全弁排気管 排気管に発生する応力評価を行い、健全であることを確認した。</p> <p>④タービン動補助給水ポンプ蒸気大気放出管 蒸気大気放出管に発生する応力評価を行い、健全であることを確認した。</p> <p>⑤ディーゼル発電機排気消音器 設計竜巻による風荷重(WW)に対する、消音器を支持している架台の基礎ボルトに発生する応力評価を行い、健全であることを確認した。</p> <p>⑥換気空調設備 排気筒（建屋内）、ダクト、ダンパ、バタフライ弁、ファンについて気圧差に対する健全性評価を行い、安全機能が維持できることを確認した。</p> <p>⑦燃料油貯蔵タンクベント管 ベント管に発生する応力評価を行い、健全であ</p>		<p>(設工認にて説明)</p>	<p>【大飯】</p> <p>記載方針の相違</p> <ul style="list-style-type: none"> ・女川は資料なし ・設備の構造健全性の確認結果については、設工認にて説明する方針。

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（竜巻：別添資料1 添付資料3.15）

原子力発電所の竜巻影響評価ガイド	大阪発電所3／4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
	<p>ることを確認した。</p> <p>⑧重油タンクベント管 ベント管に発生する応力評価を行い、健全であることを確認した。</p> <p>2)設計飛来物に対する評価</p> <p>a. 海水ポンプ（海水ストレーナ・配管含む） 海水ポンプは100%×3台あるが、設計飛来物（鋼製材）の衝突により海水ポンプモータのケーシング等が貫通し、安全機能の維持に影響を与える可能性がある。そのため、飛来物となりうる物品の固縛等による飛来物の発生防止対策および飛来物の衝突から海水ポンプを守る防護ネット等を設置する。従って、飛来物は海水ポンプに衝突し得ないことから、海水ポンプへの飛来物の影響はない。</p> <p>また、砂利等の微小な飛来物に対しても、主軸の固着、モータ冷却管の閉塞等はなく、機能へ影響を与えないことを確認した。</p> <p>b. 排気筒 高所放出がクレジットとなっている基準設計事故である原子炉冷却材喪失等で放出される放射性物質による敷地境界での被ばく、及び、平常時の気体廃棄物の計画放出等での敷地境界での被ばくについて、排気筒が損傷しても線量めやす値を超えないことを確認した。</p> <p>c. 使用済燃料ピット 設計飛来物が使用済燃料ピット内に進入し、燃料集合体に衝突する場合、発生する歪が燃料被覆管の破損が生じる歪より小さく燃料被覆管が損傷しないことを確認した。 使用済燃料ピットライニングは、設計飛来物が衝突した場合、損傷する可能性があるが、ライニング背面の使用済燃料ピット（躯体）部分であるコンクリートは十分な厚さを有しているためコンクリートを貫通することは無い。ライニングが損傷した場合、ピット水の漏えいが生じるが、コンクリート躯体を貫通しないことから、大量のピット水の漏えいが生じることはなく、冷却機能及び遮へい機能は維持される。</p> <p>d. 主蒸気管他 主蒸気管他は設計飛来物が開口部を貫通し、衝突することによりその安全機能を喪失するおそれがあることから、飛来物となりうる物品の固縛等による飛来物の発生防止対策および飛来物の衝突から主蒸気管他を守る防護ネット等を設置する。従って、飛来物は主蒸気管他に衝突し</p>		<p>(設工認にて説明)</p>	<p>【大阪】 記載方針の相違 ・女川は資料なし ・設備の構造健全性の確認結果については、設工認にて説明する方針。</p>

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（竜巻：別添資料1 添付資料3.15）

原子力発電所の竜巻影響評価ガイド	大飯発電所3/4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
<p>4.5 その他の確認事項</p> <p>4.4 に示す以外の確認事項については、原子力発電所の図面等を参照して十分に検討した上で設定する。例えば、中央制御室等の重要な区画等や非常用発電機等の重要な設備等に繋がる給排気ダクト類へ作用する風圧力が安全機能維持に与える影響等、安全機能維持の観点から重要と考えられる確認事項を設定する。そして、それぞれの項目について検討を行い、安全機能が維持される方針であることを確認する。</p>	<p>得ないことから、主蒸気管他への飛来物の影響はない。</p> <p>e. 主蒸気逃がし弁消音器 設計飛来物の衝突により、貫通するが、排気機能への影響はなく、問題ないことを確認した。また、砂利等の極小な飛来物に対しては、閉塞することはなく、問題ないことを確認した。</p> <p>f. 主蒸気安全弁排気管 設計飛来物の衝突により、貫通するが、排気機能への影響はなく、問題ないことを確認した。また、砂利等の極小な飛来物に対しては、閉塞することはなく、問題ないことを確認した。</p> <p>g. タービン動補助給水ポンプ蒸気大気放出管 設計飛来物の衝突により、貫通するが、排気機能への影響はなく、問題ないことを確認した。また、砂利等の極小な飛来物に対しては、閉塞することはなく、問題ないことを確認した。</p> <p>h. ディーゼル発電機排気消音器 設計飛来物の衝突により、貫通するが、排気機能への影響はなく、問題ないことを確認した。また、砂利等の極小な飛来物に対しては、閉塞することはなく、問題ないことを確認した。</p> <p>i. 換気空調設備 外気取入口には、フィルタが設置されており、フィルタでの除塵機能により、閉塞しないことを確認した。</p> <p>補足説明資料12：設計竜巻に対する設備の構造健全性の確認結果 補足説明資料13：竜巻防護対策の概要について</p> <p>4.5 その他の確認事項</p> <p>解説4.3.1.2.3において要求がある「圧力差の影響を受け得る計器類」については、評価対象である耐震Sクラスの計器類は、全て建屋内に設置されており、竜巻により建屋内・外で差圧が発生した場合にその影響を受けるものは無い。(海水ポンプ関連で屋外設置の耐震Sクラスの計器なし)</p> <p>中央制御室及び非常用発電機の設備に繋がる給排気ダクト類は、風圧力の影響を受けない構造となっているを確認している。</p>		<p>(設工認にて説明)</p>	<p>【大飯】</p> <p>記載方針の相違</p> <ul style="list-style-type: none"> ・女川は資料なし ・設備の構造健全性の確認結果については、設工認にて説明する方針。

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

泊発電所3号炉 D B基準適合性 比較表

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（竜巻：別添資料1 添付資料3.15）

原子力発電所の竜巻影響評価ガイド	大飯発電所3／4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
<p>5. 竜巻随伴事象に対する考慮</p> <p>5.1 概要 竜巻随伴事象に対して、竜巻防護施設の安全機能が維持される方針であることを確認する。</p> <p>5.2 基本的な考え方及び検討事項 検討対象とする竜巻随伴事象は、原子力発電所の図面等を参照して十分に検討した上で設定する。 ただし、竜巻随伴事象として容易に想定される以下の事象については、その発生の可能性について検討を行い、必要に応じてそれら事象が発生した場合においても安全機能が維持される方針であることを確認する。</p> <p>(1)火災 設計竜巻等により燃料タンクや貯蔵所等が倒壊して、重油、軽油及びガソリン等の流出等に起因した火災が発生した場合においても、竜巻防護施設の安全機能の維持に影響を与えない。</p>	<p>5. 竜巻随伴事象に対する評価</p> <p>竜巻随伴事象は、過去の竜巻被害の状況及び大飯発電所のプラント配置から想定される以下の事象を抽出し、事象が発生する場合においても、竜巻防護施設が安全機能を損なうことのない設計とする。</p> <p>(1) 火災</p> <p>竜巻随伴事象として、設計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。</p> <p>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、発電用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鋼板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。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。</p> <p>建屋外については、設計竜巻により危険物タンク等に火災が発生する場合でも、外部火災防護施設の安全機能を損なうことのない設計とすることを「1.11 外部火災防護に関する基本方針」にて考慮する。 なお、建屋外の火災については、消火用水、化学消防自動車及び小型動力ポンプ付き水槽車等による消火活動を行う。</p>	<p>【参考として、女川2号炉まとめ資料 別添資料1 3. 竜巻影響評価 3.5 竜巻随伴事象に対する評価】</p> <p>3.5 竜巻随伴事象に対する評価</p> <p>竜巻随伴事象は過去の竜巻被害事例及び女川原子力発電所のプラント配置から、想定される事象である、火災、溢水及び外部電源喪失を抽出し、事象が発生した場合の影響評価を行い、外部事象防護対象施設が安全機能を損なわないことを確認した。【添付資料3.4】</p> <p>(1) 火災 竜巻随伴事象として、設計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。</p> <p>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、発電用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、設計竜巻により建屋内に火災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。</p> <p>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「1.8.9 外部火災防護に関する基本方針」に記載する。 以上より、竜巻随伴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。</p>	<p>3.5 竜巻随伴事象に対する評価</p> <p>竜巻随伴事象は過去の竜巻被害事例及び泊発電所のプラント配置から、想定される事象である、火災、溢水及び外部電源喪失を抽出し、事象が発生した場合の影響評価を行い、外部事象防護対象施設が安全機能を損なわないことを確認した。【添付資料3.4】</p> <p>(1) 火災 竜巻随伴事象として、設計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。</p> <p>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、発電用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、設計竜巻により建屋内に火災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。</p> <p>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「1.10 外部火災防護に関する基本方針」に記載する。 以上より、竜巻随伴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。</p>	<p>【女川】 記載充実（大飯参照） ・泊の記載は、女川の別添資料1の記載を参考としているため、女川欄に別添資料1の記載を参考掲載している。（参考掲載のため主要な相違理由のみ記載）</p> <p>【大飯】 記載表現の相違</p> <p>【大飯】 プラント名称の相違</p> <p>【大飯】 記載方針の相違</p> <p>【大飯】 記載表現の相違</p> <p>【大飯】 記載方針の相違</p> <p>【女川】 設計方針の相違 ・女川では、外部事象防護対象施設が設置されている区画の開口部に対して飛来物防護対策を行っており、飛来物は侵入しないが、泊では、外部事象防護対象施設が設置されている一部区画に飛来物が侵入するため、開口部付近に飛来物が衝突する発火性又は引火性物質を内包する機器がないことを確認している。（先行PWRと同様）</p>

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

原子力発電所の竜巻影響評価ガイド	大飯発電所3／4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
<p>(2) 溢水等 設計竜巻による気圧低下等に起因した使用済燃料プール等の水の流出、屋外給水タンク等の倒壊による水の流出等が発生した場合においても、竜巻防護施設の安全機能の維持に影響を与えない。</p>	<p>(2) 溢水</p> <p>竜巻防護施設を内包する建屋内については、設計竜巻により飛来物が侵入した場合でも、建屋開口部付近に飛来物が衝突し、原子炉施設の安全機能を損なう可能性がある溢水源がないことから、建屋内の竜巻防護施設が安全機能を損なうことはない。</p> <p>建屋外については、設計竜巻により溢水が発生する場合に、溢水における防護対象設備の安全機能を損なうことのない設計とすることを「1.8 溢水防護に関する基本方針」にて考慮する。</p>	<p>【参考として、女川2号炉まとめ資料 別添資料1 3. 竜巻影響評価 3.5 竜巻随伴事象に対する評価】</p> <p>(2) 溢水</p> <p>竜巻随伴事象として、設計竜巻による気圧低下の影響や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。</p> <p>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、防護鋼板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い。また、建屋内は設計竜巻による気圧低下の影響を受けないことから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。</p> <p>建屋外については、気圧低下の影響による屋外タンク等の破損は考え難いものの、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想定されるが、「1.7 溢水防護に関する基本方針」にて、竜巻時の屋外タンク等の破損を想定し、溢水が安全系機器に影響を及ぼさない設計としていることから、竜巻随伴事象による屋外タンク等が損傷して発生す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。</p> <p>以上より、竜巻随伴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。</p>	<p>(2) 溢水</p> <p>竜巻随伴事象として、設計竜巻による気圧低下の影響や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。</p> <p>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、設計竜巻により建屋内に溢水が発生することはない。また、建屋内は設計竜巻による気圧低下の影響を受けないことから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。</p> <p>建屋外については、気圧低下の影響による屋外タンク等の破損は考え難いものの、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想定されるが、「1.7 溢水防護に関する基本方針」にて、竜巻時の屋外タンク等の破損を想定し、溢水が安全系機器に影響を及ぼさない設計としていることから、竜巻随伴事象による屋外タンク等が損傷して発生す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。</p> <p>以上より、竜巻随伴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。</p>	<p>【女川】 記載充実（大飯参照） ・泊の記載は、女川の別添資料1の記載を参考としているため、女川欄に別添資料1の記載を参考掲載している。（参考掲載のため主要な相違理由のみ記載）</p> <p>【大飯】 記載方針の相違</p> <p>【大飯】 記載表現の相違</p> <p>【女川】 設計方針の相違 ・女川では、外部事象防護対象施設が設置されている区画の開口部に対して飛来物防護対策を行っており、飛来物は侵入しないが、泊では、外部事象対象施設が設置されている一部区画に飛来物が侵入するため、開口部付近に飛来物が衝突する溢水源がないことを確認している。（先行PWRと同様）</p> <p>【女川】</p>

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（竜巻：別添資料1 添付資料3.15）

原子力発電所の竜巻影響評価ガイド	大飯発電所3/4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
<p>(3)外部電源喪失 設計竜巻、設計竜巻と同時に発生する雷・^{ひび}雹等、あるいはダウンバースト等により、送電網に関する施設等が損傷する等して外部電源喪失に至った場合においても、竜巻防護施設の安全機能の維持に影響を与えない。</p> <p>6. 附則 この規定は、平成25年7月8日より施行する。 本ガイドに記載されている以外の計算方法等を設計で使用する場合は、技術的見地等からその妥当性を示す必要がある。 また、竜巻等の発生頻度、特性及びメカニズム等に関する情報、並びに竜巻等による被害の実情に関する情報等が不足している現在の日本の状況では、竜巻等に係る最新情報の調査・入手に努めるとともに、本ガイドは、最新情報を反映して適宜見直しを行うものとする。 なお、将来に観測された竜巻の最大風速が、過去に観測された竜巻の最大風速を上回った場合は、本設計の妥当性について再度見直すこととする。</p>	<p>(3) 外部電源喪失 設計竜巻と同時に発生する雷又はダウンバースト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竜巻防護施設が安全機能を損なうことのない設計とする。</p> <p>補足説明資料18：竜巻随伴事象の抽出について</p>	<p>【参考として、女川2号炉まとめ資料 別添資料1 3. 竜巻影響評価 3.5 竜巻随伴事象に対する評価】</p> <p>(3) 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送電網に関する施設等が損傷して外部電源喪失が発生する場合が想定される。設計竜巻に対して非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。）の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の安全機能を損なわない設計とする。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。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・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、通常運転時を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。）運転に支障を来すことはない。 	<p>(3) 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送電網に関する施設等が損傷して外部電源喪失が発生する場合が想定される。設計竜巻に対してディーゼル発電機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の安全機能を損なわない設計とする。なお、ディーゼル発電機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。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・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、通常運転時を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ディーゼル発電機運転に支障を来すことはない。 	<p>記載充実（大飯参照） ・泊の記載は、女川の別添資料1の記載を参考としているため、女川欄に別添資料1の記載を参考掲載している。（参考掲載のため主要な相違理由のみ記載）</p> <p>【大飯】 記載方針の相違</p> <p>【大飯】 記載表現の相違</p>

泊発電所3号炉 DB基準適合性 比較表

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（竜巻：別添資料2）

大飯発電所3/4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
	<p style="text-align: right;">別添資料3</p> <p style="text-align: center;">女川原子力発電所 2号炉</p> <p style="text-align: center;">運用、手順説明資料 外部からの衝撃による損傷の防止 (竜巻)</p>	<p style="text-align: right;">別添資料2</p> <p style="text-align: center;">泊発電所 3号炉</p> <p style="text-align: center;">運用、手順説明資料 外部からの衝撃による損傷の防止 (竜巻)</p>	<p>【大飯】 記載方針の相違 ・女川審査実績の反映</p> <p>【女川】 記載表現の相違 ・プラント名の相違</p>

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

大飯発電所3/4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
	<p data-bbox="725 528 757 986">第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（竜巻）</p> <div data-bbox="775 185 969 1318" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p data-bbox="786 197 860 1283">安全施設（兼用キヤスクを除く。）は、想定される自然現象（地震及び津波を除く。次項について同じ。）が発生した場合においても安全機能を損なわれないものでなければならぬ。</p> <p data-bbox="878 197 952 1302">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き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に生ずる応力を適切に考慮したものでなければならぬ。</p> </div> <div data-bbox="1061 788 1303 1318" style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-left: 100px;"> <p data-bbox="1077 801 1240 1302">安全施設（兼用キヤスクを除く。）は、想定される自然現象（地震及び津波を除く。次項において同じ。）が発生した場合においても安全機能を損なわれないものでなければならぬ。</p> </div> <div data-bbox="1061 185 1303 711" style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-left: 100px;"> <p data-bbox="1077 197 1285 695">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き想定される自然現象により当該重要安全施設に作用する衝撃及び設計基準事故時に生ずる応力を適切に考慮したものでなければならぬ。</p> </div>	<p data-bbox="1386 560 1417 959">第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（竜巻）</p> <div data-bbox="1435 185 1630 1318" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p data-bbox="1447 197 1520 1283">安全施設（兼用キヤスクを除く。）は、想定される自然現象（地震及び津波を除く。次項において同じ。）が発生した場合においても安全機能を損なわれないものでなければならぬ。</p> <p data-bbox="1538 197 1612 1283">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き想定される自然現象により当該重要安全施設に作用する衝撃及び設計基準事故時に生ずる応力を適切に考慮したものでなければならぬ。</p> </div> <div data-bbox="1722 788 1917 1318" style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-left: 100px;"> <p data-bbox="1738 801 1901 1302">安全施設（兼用キヤスクを除く。）は、想定される自然現象（地震及び津波を除く。次項において同じ。）が発生した場合においても安全機能を損なわれないものでなければならぬ。</p> </div> <div data-bbox="1722 185 1917 711" style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-left: 100px;"> <p data-bbox="1738 197 1901 695">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き想定される自然現象により当該重要安全施設に作用する衝撃及び設計基準事故時に生ずる応力を適切に考慮したものでなければならぬ。</p> </div>	<p data-bbox="1977 320 2101 368">【女川】 記載表現の相違</p>

赤字: 設備, 運用又は体制の相違 (設計方針の相違)
青字: 記載箇所又は記載内容の相違 (記載方針の相違)
緑字: 記載表現, 設備名称の相違 (実質的な相違なし)

大阪発電所3/4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
<p>【参考として、伊方3号炉まとめ資料 別添資料2を記載】</p> <p>【赤字: A-1の設備事項 (設計に関する事項)】</p> <p>【青字: A-1の設備事項 (設備に関する事項)】</p> <p>【緑字: A-1の設備事項 (設備に関する事項)】</p>	<p>【赤字: A-1の設備事項 (設計に関する事項)】</p> <p>【赤字: A-1の設備事項 (設計に関する事項)】</p> <p>【青字: A-1の設備事項 (設備に関する事項)】</p> <p>【緑字: A-1の設備事項 (設備に関する事項)】</p>	<p>【赤字: A-1の設備事項 (設計に関する事項)】</p> <p>【赤字: A-1の設備事項 (設計に関する事項)】</p> <p>【青字: A-1の設備事項 (設備に関する事項)】</p> <p>【緑字: A-1の設備事項 (設備に関する事項)】</p>	<p>【女川】 設備の相違</p> <p>【女川】 設計方針の相違</p> <p>・女川では、外部事象防護対策施設が設置されている区画の開口部に飛来物防護対策を行っており、飛来物は侵入しないが、泊では、外部事象対策施設が設置されている一部区画に飛来物が侵入するため、建屋・構築物の評価方針の一つとして「外殻による防護が期待できない」を追加している。また、飛来物が侵入する一部区画のうち、燃料取扱棟に設置されている使用済燃料ビット、ラックについては、設計荷重に対して安全機能を損なわないと評価しており、その旨、設備の評価結果(除外)として記載している。さらに、使用済燃料ビットクレーン等については、竜巻襲来が予想される場合に当該クレーン等による燃料取扱作業を中止することで安全機能を損なわない設計としており、その旨運用対策として記載している。(使用済燃料ビット等の評価、燃料取扱作業中止は、先行PWRと同様の対応。なお、これらに係る記載は、伊方を参考とした。)</p>

赤字:設備、運用又は体制の相違(設計方針の相違)
青字:記載箇所又は記載内容の相違(記載方針の相違)
緑字:記載表現、設備名称の相違(実質的な相違なし)

大飯発電所3/4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
<p>【参考として、伊方3号炉まとめ資料 別添資料2を記載】</p> <p>【設計方針の相違】 赤字:設備、運用又は体制の相違(設計方針の相違) 青字:記載箇所又は記載内容の相違(記載方針の相違) 緑字:記載表現、設備名称の相違(実質的な相違なし)</p>	<p>【設計方針の相違】 赤字:設備、運用又は体制の相違(設計方針の相違) 青字:記載箇所又は記載内容の相違(記載方針の相違) 緑字:記載表現、設備名称の相違(実質的な相違なし)</p> <p>【設計方針の相違】 赤字:設備、運用又は体制の相違(設計方針の相違) 青字:記載箇所又は記載内容の相違(記載方針の相違) 緑字:記載表現、設備名称の相違(実質的な相違なし)</p>	<p>【設計方針の相違】 赤字:設備、運用又は体制の相違(設計方針の相違) 青字:記載箇所又は記載内容の相違(記載方針の相違) 緑字:記載表現、設備名称の相違(実質的な相違なし)</p> <p>【設計方針の相違】 赤字:設備、運用又は体制の相違(設計方針の相違) 青字:記載箇所又は記載内容の相違(記載方針の相違) 緑字:記載表現、設備名称の相違(実質的な相違なし)</p>	<p>【女川】 設備の相違 【女川】 設計方針の相違 ・女川では、外部事象防護対策施設が設置されている区画の開閉口に飛来物防護対策を行っており、飛来物は侵入しないが、泊では、外部事象防護対策施設が設置されている一部区画に飛来物が侵入するため、建屋・構築物の評価方針の一つとして「外殻による防護が期待できない」を追加している。また、飛来物が侵入する一部区画のうち、燃料取扱棟に設置されている使用済燃料ビット、ラックについては、設計荷重に対して安全機能を損なわないと評価しており、その旨、設備の評価結果(除外)として記載している。さらに、使用済燃料ビットクレーン等については、竜巻襲来が予想される場合に当該クレーン等による燃料取扱作業を中止することで安全機能を損なわない設計としており、その旨運用対策として記載している。(使用済燃料ビット等の評価、燃料取扱作業中止は、先行PWRと同様の対応。なお、これらに係る記載は、伊方を参考とした。)</p>

赤字:設備,運用又は体制の相違(設計方針の相違)
 青字:記載箇所又は記載内容の相違(記載方針の相違)
 緑字:記載表現,設備名称の相違(実質的な相違なし)

大飯発電所3/4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由																																								
	<p style="text-align: center;">運用,手順に係る対策等(設計基準)</p> <table border="1" data-bbox="831 178 1267 1321"> <thead> <tr> <th>設置許可基準規則 対象条文</th> <th>対象項目</th> <th>区分</th> <th>運用対策等</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>第6条 外部からの衝撃による損傷の防止</td> <td>資機材,車両等管理 資機材,車両等の飛来物発生防止対策(固縛,固定,評価対象施設等からの隔離,建屋内収納又は撤去)</td> <td>運用・手順</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> 屋外の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等を評価し,評価対象施設等への影響の有無を確認する。評価対象施設等へ影響を及ぼす資機材,車両等については,固縛,固定,評価対象施設等からの隔離,建屋内収納又は撤去の飛来物発生防止対策について手順等を定める 資機材,車両等の質量,寸法,形状から算出した飛来の有無,飛来時の運動エネルギー等による飛来物発生防止対策(固縛,固定,評価対象施設等からの隔離,建屋内収納又は撤去)の評価方法手順及び評価結果の管理 </td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>体制</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> 担当部署による保守・点検の体制 </td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>保守・点検</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> 日常点検 定期点検 損傷時の補修 </td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>教育・訓練</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> 運用・手順,体制,保守・点検に関する教育 </td> </tr> </tbody> </table>	設置許可基準規則 対象条文	対象項目	区分	運用対策等	第6条 外部からの衝撃による損傷の防止	資機材,車両等管理 資機材,車両等の飛来物発生防止対策(固縛,固定,評価対象施設等からの隔離,建屋内収納又は撤去)	運用・手順	<ul style="list-style-type: none"> 屋外の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等を評価し,評価対象施設等への影響の有無を確認する。評価対象施設等へ影響を及ぼす資機材,車両等については,固縛,固定,評価対象施設等からの隔離,建屋内収納又は撤去の飛来物発生防止対策について手順等を定める 資機材,車両等の質量,寸法,形状から算出した飛来の有無,飛来時の運動エネルギー等による飛来物発生防止対策(固縛,固定,評価対象施設等からの隔離,建屋内収納又は撤去)の評価方法手順及び評価結果の管理 			体制	<ul style="list-style-type: none"> 担当部署による保守・点検の体制 			保守・点検	<ul style="list-style-type: none"> 日常点検 定期点検 損傷時の補修 			教育・訓練	<ul style="list-style-type: none"> 運用・手順,体制,保守・点検に関する教育 	<p style="text-align: center;">運用,手順に係る対策等(設計基準)</p> <table border="1" data-bbox="1473 178 1888 1321"> <thead> <tr> <th>設置許可基準規則 対象条文</th> <th>対象項目</th> <th>区分</th> <th>運用対策等</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>第6条 外部からの衝撃による損傷の防止</td> <td>資機材,車両等管理 資機材,車両等の飛来物発生防止対策(固縛,固定,評価対象施設等からの隔離,建屋内収納又は撤去)</td> <td>運用・手順</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> 屋外の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等を評価し,評価対象施設等への影響の有無を確認する。評価対象施設等へ影響を及ぼす資機材,車両等については,固縛,固定,評価対象施設等からの隔離,建屋内収納又は撤去の飛来物発生防止対策について手順等を定める 資機材,車両等の質量,寸法,形状から算出した飛来の有無,飛来時の運動エネルギー等による飛来物発生防止対策(固縛,固定,評価対象施設等からの隔離,建屋内収納又は撤去)の評価方法手順及び評価結果の管理 </td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>体制</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> 担当部署による保守・点検の体制 </td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>保守・点検</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> 日常点検 定期点検 損傷時の補修 </td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>教育・訓練</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> 運用・手順,体制,保守・点検に関する教育 </td> </tr> </tbody> </table>	設置許可基準規則 対象条文	対象項目	区分	運用対策等	第6条 外部からの衝撃による損傷の防止	資機材,車両等管理 資機材,車両等の飛来物発生防止対策(固縛,固定,評価対象施設等からの隔離,建屋内収納又は撤去)	運用・手順	<ul style="list-style-type: none"> 屋外の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等を評価し,評価対象施設等への影響の有無を確認する。評価対象施設等へ影響を及ぼす資機材,車両等については,固縛,固定,評価対象施設等からの隔離,建屋内収納又は撤去の飛来物発生防止対策について手順等を定める 資機材,車両等の質量,寸法,形状から算出した飛来の有無,飛来時の運動エネルギー等による飛来物発生防止対策(固縛,固定,評価対象施設等からの隔離,建屋内収納又は撤去)の評価方法手順及び評価結果の管理 			体制	<ul style="list-style-type: none"> 担当部署による保守・点検の体制 			保守・点検	<ul style="list-style-type: none"> 日常点検 定期点検 損傷時の補修 			教育・訓練	<ul style="list-style-type: none"> 運用・手順,体制,保守・点検に関する教育 	
設置許可基準規則 対象条文	対象項目	区分	運用対策等																																								
第6条 外部からの衝撃による損傷の防止	資機材,車両等管理 資機材,車両等の飛来物発生防止対策(固縛,固定,評価対象施設等からの隔離,建屋内収納又は撤去)	運用・手順	<ul style="list-style-type: none"> 屋外の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等を評価し,評価対象施設等への影響の有無を確認する。評価対象施設等へ影響を及ぼす資機材,車両等については,固縛,固定,評価対象施設等からの隔離,建屋内収納又は撤去の飛来物発生防止対策について手順等を定める 資機材,車両等の質量,寸法,形状から算出した飛来の有無,飛来時の運動エネルギー等による飛来物発生防止対策(固縛,固定,評価対象施設等からの隔離,建屋内収納又は撤去)の評価方法手順及び評価結果の管理 																																								
		体制	<ul style="list-style-type: none"> 担当部署による保守・点検の体制 																																								
		保守・点検	<ul style="list-style-type: none"> 日常点検 定期点検 損傷時の補修 																																								
		教育・訓練	<ul style="list-style-type: none"> 運用・手順,体制,保守・点検に関する教育 																																								
設置許可基準規則 対象条文	対象項目	区分	運用対策等																																								
第6条 外部からの衝撃による損傷の防止	資機材,車両等管理 資機材,車両等の飛来物発生防止対策(固縛,固定,評価対象施設等からの隔離,建屋内収納又は撤去)	運用・手順	<ul style="list-style-type: none"> 屋外の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等を評価し,評価対象施設等への影響の有無を確認する。評価対象施設等へ影響を及ぼす資機材,車両等については,固縛,固定,評価対象施設等からの隔離,建屋内収納又は撤去の飛来物発生防止対策について手順等を定める 資機材,車両等の質量,寸法,形状から算出した飛来の有無,飛来時の運動エネルギー等による飛来物発生防止対策(固縛,固定,評価対象施設等からの隔離,建屋内収納又は撤去)の評価方法手順及び評価結果の管理 																																								
		体制	<ul style="list-style-type: none"> 担当部署による保守・点検の体制 																																								
		保守・点検	<ul style="list-style-type: none"> 日常点検 定期点検 損傷時の補修 																																								
		教育・訓練	<ul style="list-style-type: none"> 運用・手順,体制,保守・点検に関する教育 																																								

