

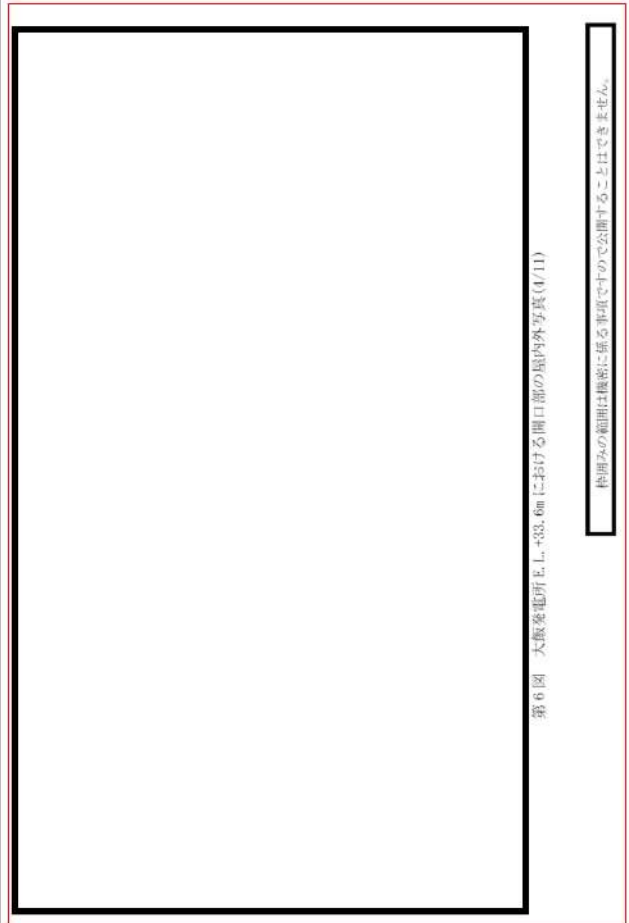
赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

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3.11）

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="85 236 595 1117" style="border: 1px solid black; width: 100%; height: 100%;"></div> <div data-bbox="595 459 618 927" style="writing-mode: vertical-rl; font-size: small;">第6図 大飯発電所主上、33.0mにおける開口部の屋内外写真(3/11)</div> <div data-bbox="654 236 683 742" style="border: 1px solid black; writing-mode: vertical-rl; font-size: small;">構内みの範囲は機密に係る事項ですの公開することはできません。</div>		<div data-bbox="1344 220 1953 1273"> <p>当該開口部を貫して屋内を撮影</p> <p>建屋開口部(2)</p> <p>建屋開口部(1)</p> <p>建屋外側（隣接建屋内）から当該開口部を撮影</p> <p>建屋開口部(2)</p> <p>建屋開口部(1)</p> <p>建屋開口部(1)</p> <p>当該開口部（ブローアウトパネル）を貫通した設計機来物が外部事象防護対象施設である主蒸気系統配管等に衝突しないよう、当該開口部に防護鋼板を設置する。</p> <p>図6 泊発電所3号炉における建屋開口部周辺の屋内写真他（T.P.33.1m）（3/3）</p> </div>	<p>【大飯】</p> <p>建屋開口部の相違</p> <p>設備配置の相違</p> <p>・プラント設計の相違</p>

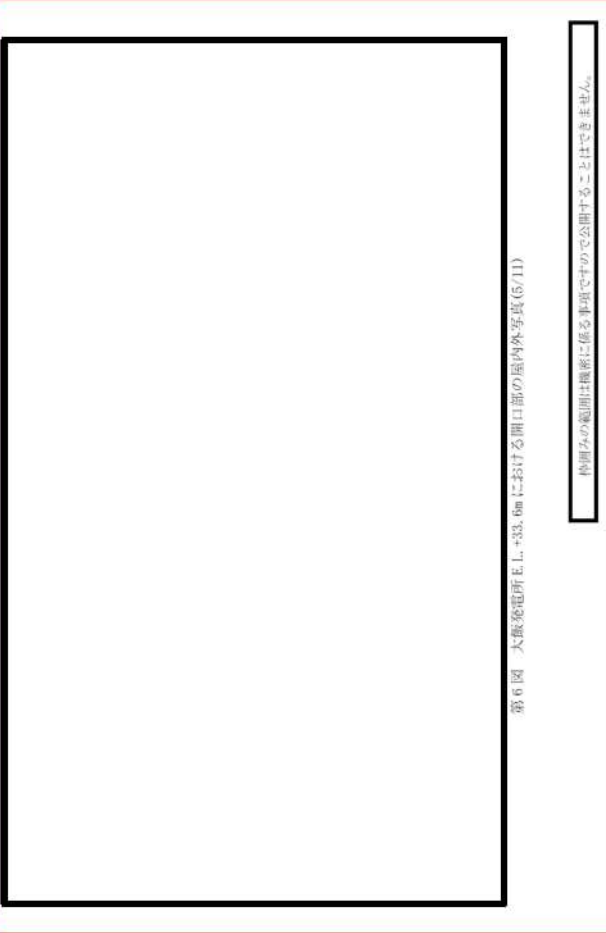
赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

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3.11）

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="593 470 622 949" style="writing-mode: vertical-rl; font-size: small;"> 第6図 大飯発電所E.L.+33.6mにおける開口部の屋内外写真(4/11) </div> <div data-bbox="660 247 689 758" style="writing-mode: vertical-rl; font-size: x-small; border: 1px solid black; padding: 2px;"> 構内みの範囲は極密に係る事項ですので公開することはありません。 </div>			<p>【大飯】</p> <ul style="list-style-type: none"> 建屋開口部の相違 設備配置の相違 ・プラント設計の相違

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3.11）

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="85 229 689 1165" style="border: 1px solid black; padding: 10px;">  <p style="writing-mode: vertical-rl; text-orientation: upright; margin-left: 20px;"> 大飯発電所 E.L.+33.6m における開口部の屋内外写真(5/11) 構内側の撮影は撮影に係る事項ですので公開することはありません。 </p> </div>			<p>【大飯】 建屋開口部の相違 設備配置の相違 ・プラント設計の相違</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3.11）

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="85 247 604 1145" style="border: 2px solid black; width: 100%; height: 100%;"></div> <div data-bbox="600 475 622 949" style="text-align: center;"> 第6図 大飯発電所E.L.+33.6mにおける開口部の屋内外写真(6/11) </div> <div data-bbox="654 295 676 715" style="text-align: center;"> 写真みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはありません。 </div>			<p>【大飯】 建屋開口部の相違 設備配置の相違 ・プラント設計の相違</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3.11）

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="85 236 595 1120" style="border: 2px solid black; width: 100%; height: 100%;"></div> <div data-bbox="595 464 616 930" style="writing-mode: vertical-rl; position: absolute; left: 266px; top: 291px;"> 第6図 大飯発電所E.L.+83.6mにおける開口部の屋内外写真(7/11) </div> <div data-bbox="651 292 674 703" style="border: 1px solid black; position: absolute; left: 291px; top: 183px; writing-mode: vertical-rl;"> 枠組みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはありません。 </div>			<p>【大飯】 建屋開口部の相違 設備配置の相違 ・プラント設計の相違</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3.11）

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="85 247 604 1141" style="border: 2px solid black; width: 100%; height: 100%;"></div> <div data-bbox="600 475 622 949" style="font-size: small;"> 第6図 大飯発電所L.L.+33.6mにおける開口部の座内外写真(8/11) </div> <div data-bbox="654 263 676 774" style="font-size: x-small; border: 1px solid black; padding: 2px;"> 枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。 </div>			<p>【大飯】</p> <ul style="list-style-type: none"> 建屋開口部の相違 設備配置の相違 ・プラント設計の相違

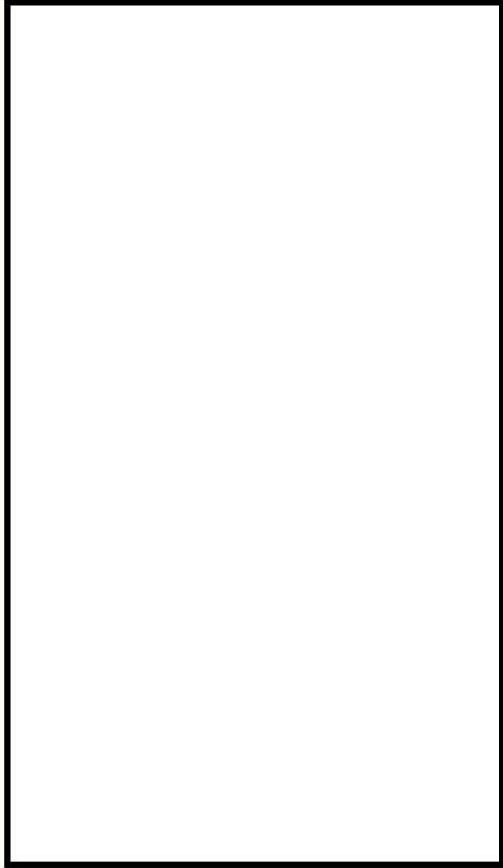
赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

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3.11）

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="94 252 593 1117" style="border: 2px solid black; width: 100%; height: 100%;"></div> <div data-bbox="593 470 622 925" style="position: absolute; left: 265px; top: 295px; font-size: small;"> 第6図 大飯発電所E.L.+83.6mにおける開口部の屋内外写真(9/11) </div> <div data-bbox="654 263 683 758" style="position: absolute; left: 292px; top: 165px; border: 1px solid black; padding: 2px; font-size: x-small;"> 参照みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。 </div>			<p>【大飯】 建屋開口部の相違 設備配置の相違 ・プラント設計の相違</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3.11）

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="85 225 689 1161" style="border: 1px solid black; padding: 10px;">  <p data-bbox="591 485 613 954" style="writing-mode: vertical-rl; text-orientation: upright;">第6図 大飯発電所 E.L.+33.6m における開口部の屋内外写真(10/11)</p> <p data-bbox="658 240 680 746" style="writing-mode: vertical-rl; text-orientation: upright;">枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。</p> </div>			<p data-bbox="1980 233 2040 252">【大飯】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li data-bbox="1980 261 2114 280">建屋開口部の相違 <li data-bbox="1980 290 2092 309">設備配置の相違 <li data-bbox="1980 319 2145 338">・プラント設計の相違

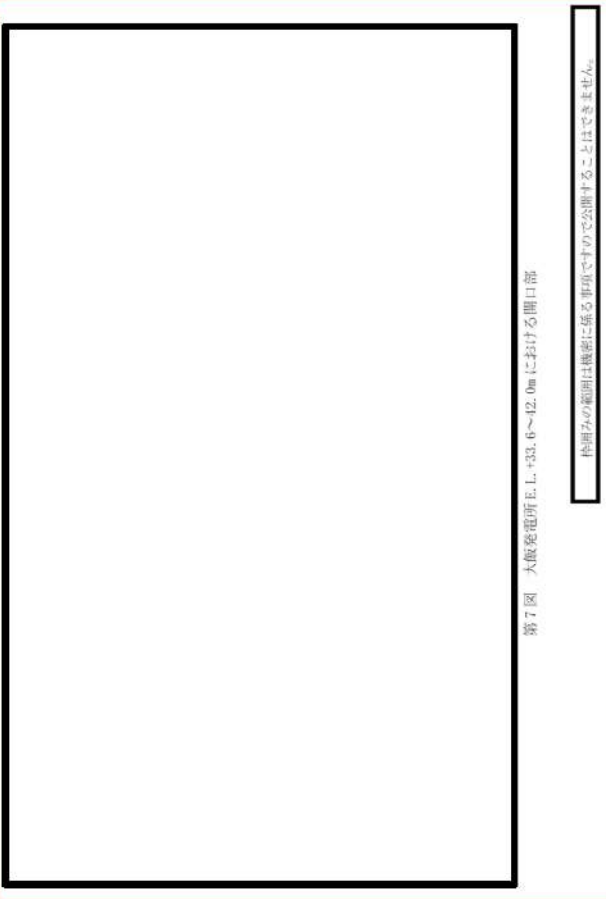
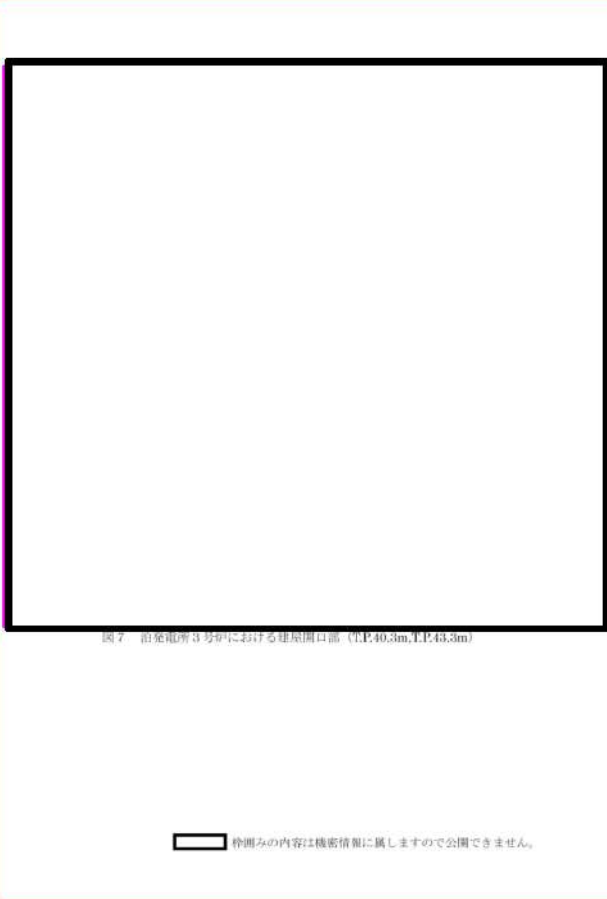
赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

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3.11）

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="85 277 282 1161" style="border: 2px solid black; width: 88px; height: 554px; margin-bottom: 10px;"></div> <div data-bbox="280 494 309 973" style="display: inline-block; transform: rotate(-90deg); transform-origin: left top;"> 第6図 大飯発電所E.L.+33.6mにおける開口部の屋内外写真(11/11) </div> <div data-bbox="651 245 680 756" style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block; transform: rotate(-90deg); transform-origin: left top;"> 特開みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。 </div>			<p>【大飯】</p> <ul style="list-style-type: none"> 建屋開口部の相違 設備配置の相違 ・プラント設計の相違


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3.11）

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7図 大飯発電所E.L.+33.6～+32.0mにおける開口部</p> <p>内部の情報は機器に属する事項ですので公開できません。</p>		 <p>図7 泊発電所3号炉における建屋開口部 (E.L.+40.3m, T.L.+43.3m)</p> <p>内部の内容は機器情報に属しますので公開できません。</p>	<p>【大飯】 建屋開口部の相違 ・プラント設計の相違</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3.11）

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="85 260 589 1134" style="border: 1px solid black; width: 100%; height: 100%;"></div> <div data-bbox="584 485 609 938" style="writing-mode: vertical-rl; position: absolute; right: 10px; bottom: 10px;"> 第8図 大飯発電所E.L.+33.6~42.0mにおける開口部の屋内写真 </div> <div data-bbox="658 300 680 703" style="writing-mode: vertical-rl; position: absolute; right: 10px; top: 10px;"> 特開の範囲は概略に基き、写真で公開することはできません。 </div>		<div data-bbox="1350 225 1951 1193" style="border: 1px solid red; padding: 10px;">  <p>屋内から当該開口部を撮影</p> <p>当該開口部を覆っている積納容器排気希釈用外気取入ガラリアートを貫通した設計残末物が外部事象防護対象施設である排気筒（建屋内）とに衝突しないよう、当該開口部に防護鋼板を設置する。</p> <p>建屋開口部</p> <p>建屋開口部（屋外から撮影）</p> <p>ガラリ（タービン建屋上）</p> <p>ガラリ内</p> <p>建屋開口部（屋外から撮影）</p> <p>建屋開口部</p> <p>原子炉建屋に隣接しているタービン建屋上のガラリを貫通した設計残末物が外部事象防護対象施設である主蒸気系統配管他に衝突しないよう、当該開口部（換気口）に防護鋼板を設置する。</p> <p>図8 泊発電所3号炉における建屋開口部周辺の屋内写真他（TP40.3m,TP43.3m）</p> </div>	<p>【大飯】</p> <p>建屋開口部の相違</p> <p>設備配置の相違</p> <p>・プラント設計の相違</p>

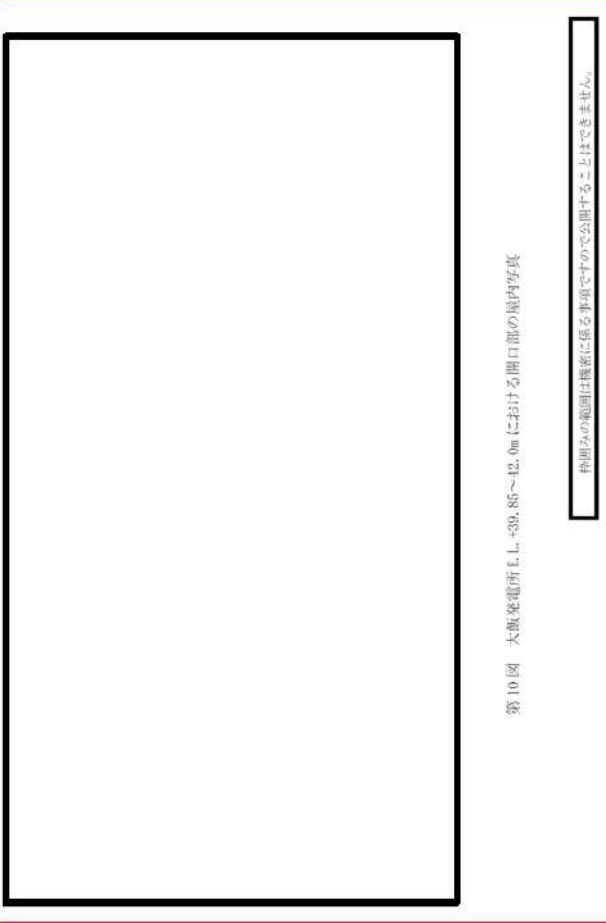
赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

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3.11）

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="85 252 600 1120" style="border: 2px solid black; width: 100%; height: 100%;"></div> <div data-bbox="600 496 622 874" style="text-align: center;"> 第9図 大飯発電所E.L.+39.85~+42.0mにおける開口部 </div> <div data-bbox="656 284 678 692" style="border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center;"> 内部の範囲は風密に係る事項ですので公開することはありません。 </div>			<p>【大飯】 建屋開口部の相違 設備配置の相違 ・プラント設計の相違</p>

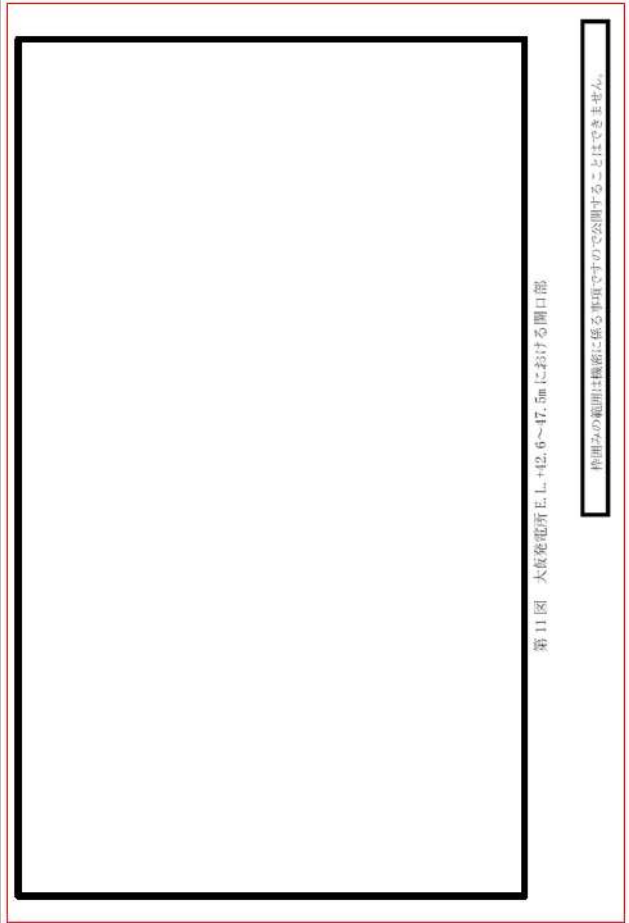
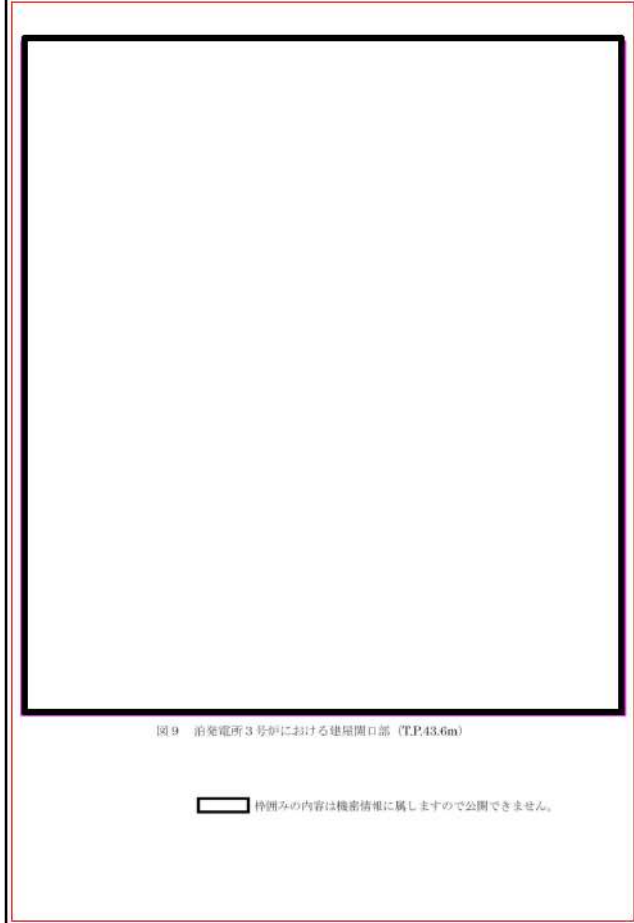
赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

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3.11）

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="85 231 689 1157" style="border: 1px solid black; padding: 10px;">  <p style="text-align: center;">第10図 大飯発電所L.L.39.85~42.0mにおける開口部の屋内写真</p> <p style="text-align: center;">枠囲みの範囲は撮影に係る事項ですので公開することはありません。</p> </div>			<p>【大飯】</p> <ul style="list-style-type: none"> 建屋開口部の相違 設備配置の相違 ・プラント設計の相違


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3.11）

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>特別みの範囲は機密に属する事項ですので公開できません。</p>		 <p>図9 泊発電所3号炉における建屋開口部（T.P.43.6m）</p> <p>特別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>【大飯】 建屋開口部の相違 ・プラント設計の相違</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3.11）

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="85 225 584 1118" style="border: 1px solid black; width: 100%; height: 100%;"></div> <div data-bbox="577 456 607 944" style="text-align: center;"> 第12図 大飯発電所E.L.+2.6~47.5mにおける開口部の屋内写真(1/2) </div> <div data-bbox="651 236 680 732" style="border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center;"> 内開きの開口は機能に係る事項ですので公開することはできません。 </div>		<div data-bbox="1352 256 1944 507" style="border: 1px solid black; padding: 5px;">  <div data-bbox="1518 277 1621 300" style="border: 1px solid black; padding: 2px;">建屋開口部⑩</div> <div data-bbox="1711 316 1944 432" style="border: 1px solid red; padding: 5px;"> 当該開口部を貫通した設計飛来物が外部事象防護対象施設である原子炉補機冷却水サージタンク他に衝突しないよう、当該開口部近傍（建屋内）にコンクリート製の防護壁を設置する。 </div> <div data-bbox="1361 488 1570 507" style="border: 1px solid black; padding: 2px;">当該開口部を背にして屋内を撮影</div> </div> <div data-bbox="1368 1241 1921 1264" style="text-align: center;"> 図10 泊発電所3号炉における建屋開口部周辺の屋内写真他（T.P.43.6m） </div>	<p>【大飯】 建屋開口部の相違 設備配置の相違 ・プラント設計の相違</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3.11）

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="85 252 436 1118" style="border: 2px solid black; width: 157px; height: 543px; margin-bottom: 5px;"></div> <div data-bbox="432 453 456 944" style="font-size: 8px; text-align: center;"> 第12図 大飯発電所3、4号炉における開口部の屋内写真(2/2) </div> <div data-bbox="651 236 678 735" style="border: 1px solid black; padding: 2px; font-size: 8px; text-align: center;"> 枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。 </div>			<p>【大飯】 建屋開口部の相違 設備配置の相違 ・プラント設計の相違</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3.11）

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1</p> <p>障害物と竜巻防護施設の位置関係の調査結果について</p> <p>【開口部 No.2（4号電動補助給水ポンプ室）について】</p> <p>①断面に関する検討</p> <p>最も侵入角が厳しい場合を想定し、永久構台天板から設計飛来物が侵入したと仮定した場合、飛来物の開口部内部への侵入距離は1.1mである。一方、水密扉から、電動補助給水ポンプまでの距離は、6.19m、水密扉から電動補助給水ポンプ起動盤までの距離は3.2mであることから設計飛来物は電動補助給水ポンプに衝突しないといえる。</p> <p>各構造物と離隔距離の関係を図1に示す。</p> <div data-bbox="80 639 689 1002" style="border: 1px solid black; height: 200px; width: 100%;"></div> <p style="text-align: center; font-size: small;">図1 飛来物の侵入角と開口部からの離隔距離の関係（電動補助給水ポンプ室）</p> <p>②平面に関する検討</p> <p>電動補助給水ポンプ室の水密扉を貫通した場合の飛来物侵入エリアについて、永久構台南側のコンクリートよう壁において、最も高さが高い位置からの補助給水ポンプ貫水密扉への侵入角について検討を行った結果、侵入するエリアにおいて竜巻防護施設がないことを確認した。</p> <p>永久構台南側のコンクリートよう壁、永久構台南端の柱と飛来物侵入エリアの関係を図2に示す。</p>			<p>【大阪】</p> <p>設計方針の相違</p> <p>・泊では、設計飛来物の侵入方向に後背斜面があり、侵入角度が斜め下向きとなるため、対象となる開口部から離れた場所に設置されている外部事象防護対象施設に衝突することは考え難いと評価している箇所が1箇所あるが、図5にその旨記載するとともに、図6(2/3)に当該開口部から撮影した後背斜面の写真を掲載している。</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3.11）

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="80 233 654 906" style="border: 2px solid black; width: 100%; height: 100%;"></div> <p data-bbox="147 906 584 922">図2 4号電動補助給水ポンプ室の水密扉への飛来物衝突に係る侵入エリア</p> <div data-bbox="203 935 685 959" style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> <p data-bbox="221 938 667 954">枠囲み範囲は機密に係る事項ですので、公開することはできません</p> </div> <p data-bbox="80 1015 539 1038">【開口部 No. 3, 12（ディーゼル発電機室）について】</p> <p data-bbox="80 1046 689 1214">4A ディーゼル発電機室及び3B ディーゼル発電機室の飛来物侵入エリアについて、現地確認を行った結果を以下に示す。現地確認を行った結果、防護対象であるディーゼル発電機の付属設備である電源ケーブル及び空気だめ等が設置されていることを確認した。4A ディーゼル発電機室及び3B ディーゼル発電機室の調査結果をそれぞれ、図3及び図4に示す。</p> <p data-bbox="80 1222 689 1334">上記調査結果より、ディーゼル発電機水密扉に防護機能を期待することになるため、開口部であるディーゼル発電機室の水密扉に対し、設計飛来物を衝突させた結果、貫通阻止できることを確認した。この貫通評価結果を別紙2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3.11）

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="80 233 689 762" style="border: 2px solid black; width: 100%; height: 100%;"></div> <p data-bbox="224 762 504 783">図3 開口部3の飛来物侵入エリアについて</p> <div data-bbox="219 850 685 879" style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: fit-content; margin: 10px auto;"> 枠囲み範囲は機密に係る事項ですので、公開することはできません </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）

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3.11）

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="85 231 645 778" style="border: 2px solid black; width: 250px; height: 343px; margin: 10px auto;"></div> <p data-bbox="219 778 504 798">図4 開口部12の飛来物侵入エリアについて</p> <div data-bbox="219 1023 683 1050" style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin: 10px auto; width: fit-content;"> 特開み範囲は機密に係る事項ですので、公開することはできません </div> <p data-bbox="85 1102 651 1123">【開口部 No. 4, 5, 10, 11（ディーゼル発電機制御盤室）について】</p> <p data-bbox="85 1131 271 1152">① 断面に関する検討</p> <p data-bbox="85 1160 696 1299">最も侵入角が厳しい場合を想定し、タービン建屋屋上から設計飛来物が侵入したと仮定した場合、飛来物の開口部内部への侵入距離は2.26mである。一方、水密扉から、ディーゼル発電機制御盤までの距離は、2.46mであることから設計飛来物はディーゼル発電機制御盤に直接、衝突する侵入角にないことを確認している。</p> <p data-bbox="85 1307 696 1414">また、当該制御盤室の水密扉はディーゼル発電機室水密扉と同様、厚み11mm（表板9mm+裏板2mm、材質SUS304）であり、設計飛来物は貫通せず、飛来物がディーゼル発電機制御盤に影響を与えないことを確認している。</p> <p data-bbox="98 1422 551 1442">各構造物と離隔距離の関係は図5のとおりである。</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3.11）

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="80 225 645 715" data-label="Image"> </div> <div data-bbox="114 715 595 735" data-label="Caption"> <p>図5 飛来物の侵入角と開口部からの離隔距離の関係（ディーゼル発電機制御盤室）</p> </div> <div data-bbox="203 858 689 890" data-label="Text"> <p>枠囲み範囲は機密に係る事項ですので、公開することはできません</p> </div> <div data-bbox="71 924 262 952" data-label="Section-Header"> <p>②平面に関する検討</p> </div> <div data-bbox="71 952 696 1038" data-label="Text"> <p>ディーゼル発電機制御盤室の水密扉を貫通した場合の飛来物侵入エリアについて、検討した結果、飛来物の室内への侵入がないことを確認した。</p> </div> <div data-bbox="89 1038 553 1067" data-label="Text"> <p>タービン建屋と飛来物侵入角の関係を図6に示す。</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）

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3.11）

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="85 228 656 432" style="border: 2px solid black; width: 255px; height: 128px; margin-bottom: 10px;"></div> <div data-bbox="183 435 560 454" style="font-size: small;">図6 飛来物の侵入角と開口部の関係（ディーゼル発電機制御室）</div> <div data-bbox="224 914 683 933" style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-top: 10px; font-size: x-small;">枠囲み範囲は機密に係る事項ですので、公開することはできません</div> <p style="margin-top: 20px;">【開口部 No. 6, 9（ディーゼル発電機室）について】</p> <p>①断面に関する検討</p> <p>最も侵入角が厳しい場合を想定し、タービン建屋屋上から設計飛来物が侵入したと仮定した場合、飛来物の開口部内部への侵入距離は4.53mである。一方、水密扉から、ディーゼル発電機までの距離は、6.62mであることから設計飛来物はディーゼル発電機に衝突しないと見える。</p> <p>各構造物と離隔距離の関係を図7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3.11）

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="85 231 672 742" style="border: 2px solid black; width: 100%; height: 100%;"></div> <p data-bbox="152 750 616 774">図7 飛来物の侵入角と開口部からの離隔距離の関係（ディーゼル発電機室）</p> <div data-bbox="179 997 683 1029" style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> <p data-bbox="197 1002 665 1024">枠囲み範囲は機密に係る事項ですので、公開することはできません</p> </div> <p data-bbox="78 1072 257 1098">②平面に関する検討</p> <p data-bbox="78 1101 689 1157">ディーゼル発電機の水密扉を貫通した場合の飛来物侵入エリアについて、検討した結果、飛来物の室内への侵入がないことを確認した。</p> <p data-bbox="100 1161 548 1184">タービン建屋と飛来物侵入角の関係を図8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3.11）

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="85 225 674 427" style="border: 2px solid black; width: 263px; height: 127px; margin-bottom: 10px;"></div> <div data-bbox="197 432 544 454" style="font-size: small;">図8 飛来物の侵入角と開口部の関係（ディーゼル発電機室）</div> <div data-bbox="219 949 683 973" style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-top: 400px; font-size: x-small;">枠囲み範囲は機密に係る事項ですので、公開することはできません</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）

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3.11）

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2</p> <p style="text-align: center;">ディーゼル発電機室の水密扉への飛来物貫通評価について</p> <p>1. 概要</p> <p>ディーゼル発電機室の水密扉について、設計飛来物の衝突により貫通した場合に飛来物がディーゼル発電機の付属設備に衝突する可能性を否定できないことから、ディーゼル発電機室水密扉に対して竜巻防護施設を内包する施設としての健全性を確認するために設計飛来物の貫通評価を行い、貫通有無の確認を行った。</p> <p>なお、水密扉の倒壊に対する影響については、水密扉の高さと竜巻防護施設の離隔距離より、水密扉が倒壊したとしても竜巻防護施設に衝突しないことは確認している。</p> <p>2. 評価方針</p> <p>ディーゼル発電機室水密扉への貫通評価については、鋼製構造物に対する既往の貫通評価式であるBRL式の適用性について検討を行った電中研成果「竜巻飛来物を模擬した重錘の鋼板上への自由落下衝突試験による鋼板貫通評価手法の提案」における知見を用い、BRL式にて評価することとする。BRL式による評価を4章に記載する。</p> <p>また、上記の電中研成果を用いたBRL式による貫通評価に加え、設計飛来物及びディーゼル発電機室水密扉を3次元FEMにてモデル化を行いLS-DYNA Version R7.1.2を用いた衝突解析を実施することとする。なお、衝突解析における各種設定については、同報告書により実験との整合性を確認したものと同様とした。3次元FEMモデルを用いた飛来物衝突解析における評価を5章に記載する。</p> <p>これらのディーゼル発電機室水密扉の貫通評価の評価フローを第2-1図に示す。</p> <div data-bbox="78 1069 689 1460" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <pre> graph TD A[ディーゼル発電機室水密扉の貫通評価] --> B[鋼製構造物に対する既往の貫通評価式 (BRL式)における貫通評価 (4章)] A --> C[3次元FEMモデルを用いた飛来物衝突解析における評価 (5章)] B --> D[ディーゼル発電機室水密扉の貫通有無の確認] C --> D D --> E[検討終了] </pre> <p style="text-align: center;">第2-1図 ディーゼル発電機室水密扉の貫通評価フロー</p> </div>			<p>【大飯】</p> <p>設計方針の相違</p> <ul style="list-style-type: none"> ・大飯では、既存水密扉に対して貫通評価を行い、貫通しないことを確認した結果を別紙2に記載しているが、泊では、対象となる扉はないため、記載していない。

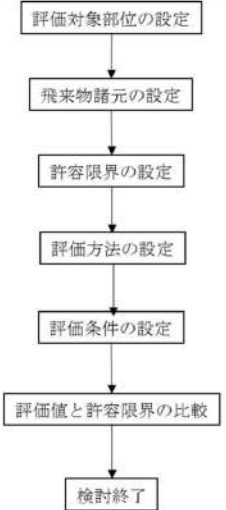
赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

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3.11）

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. ディーゼル発電機室水密扉の構造概要及び仕様</p> <p>ディーゼル発電機室の水密扉は表板、チャンネル鋼、裏板、フレーム、カンヌキ、ヒンジ、操作ハンドル、アンカーボルト等にて構成し、外部に面する表板及び扉部材に作用する荷重をアンカーボルトにより固定されたフレームを介して周辺躯体である鉄筋コンクリート造の壁（以下「外壁」という。）で支持する構造である。また、水密扉の構造概要を第3-1図、仕様を第3-1表に示す。</p> <div data-bbox="85 448 685 868" style="border: 1px solid black; height: 263px; width: 268px; margin: 10px 0;"></div> <p style="text-align: center; font-size: small;">第3-1図 ディーゼル発電機室水密扉の構造概要</p> <div data-bbox="85 959 685 1023" style="border: 1px solid black; height: 40px; width: 268px; margin: 10px 0;"></div> <p style="text-align: center; font-size: small;">第3-1表 ディーゼル発電機室水密扉の仕様</p> <p>4. 鋼製構造物に対する既往の評価式における評価方法</p> <p>鋼製構造物に対する既往の評価式(BRL式)における評価については、第4-1図の評価フローにより評価を行う。</p> <div data-bbox="98 1203 672 1241" style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin: 10px 0;"> <p style="font-size: x-small;">枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。</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）

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3.11）

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="71 226 689 805" style="border: 1px solid black; padding: 5px;">  <p>第4-1図 鋼製構造物に対する既往の評価式における評価フロー</p> </div> <div data-bbox="71 837 689 917" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>4.1 記号の定義 鋼製構造物に対する既往の評価式に用いる記号を第4-1表に示す。</p> </div> <div data-bbox="71 957 689 1204" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>第4-1表 鋼製構造物に対する既往の評価式(BRL式)に用いる記号</p> <table border="1" data-bbox="85 997 676 1189"> <thead> <tr> <th>記号</th> <th>単位</th> <th>定義</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>d</td> <td>m</td> <td>設計飛来物が衝突する衝突断面の等価直径</td> </tr> <tr> <td>K</td> <td>—</td> <td>鋼板の材質に関する係数</td> </tr> <tr> <td>M</td> <td>kg</td> <td>設計飛来物の質量</td> </tr> <tr> <td>T</td> <td>m</td> <td>貫通限界厚さ</td> </tr> <tr> <td>V</td> <td>m/s</td> <td>設計飛来物の最大水平速度</td> </tr> </tbody> </table> </div> <div data-bbox="71 1244 689 1388" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>4.2 評価対象部位 鋼製構造物に対する既往の評価式による評価における評価対象部位は、設計飛来物の衝突により、外殻を構成する扉部材が設計飛来物を貫通させないことを確認するため、外殻を構成する扉板を評価対象部位として設定する。</p> </div>	記号	単位	定義	d	m	設計飛来物が衝突する衝突断面の等価直径	K	—	鋼板の材質に関する係数	M	kg	設計飛来物の質量	T	m	貫通限界厚さ	V	m/s	設計飛来物の最大水平速度			
記号	単位	定義																			
d	m	設計飛来物が衝突する衝突断面の等価直径																			
K	—	鋼板の材質に関する係数																			
M	kg	設計飛来物の質量																			
T	m	貫通限界厚さ																			
V	m/s	設計飛来物の最大水平速度																			

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3.11）

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 荷重及び荷重の組合せ</p> <p>鋼製構造物に対する既往の評価式による評価において考慮する荷重は、第4-2表に示す設計飛来物の衝突に伴う荷重とし、荷重の組合せを第4-3表に示す。</p> <div data-bbox="71 368 703 687" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p style="text-align: center;">第4-2表 設計飛来物の諸元</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>設計飛来物</th> <th>長さ×幅×奥行き (m)</th> <th>質量 (kg)</th> <th>最大水平速度 (m/s)</th> <th>最大鉛直速度 (m/s)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>鋼製材</td> <td>4.2×0.3×0.2</td> <td>135</td> <td>57</td> <td>38</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">第4-3表 荷重の組合せ</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>評価施設</th> <th>荷重の組合せ</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ディーゼル発電機室の水密扉</td> <td>W_M</td> </tr> </tbody> </table> </div> <p>4.4 許容限界</p> <p>鋼製構造物に対する既往の評価式による評価における許容限界は、評価対象部位として選定した外殻を構成する扉板の最小部材厚さとする。許容限界を第4-4表に示す。</p> <div data-bbox="71 868 703 1066" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p style="text-align: center;">第4-4表 鋼製構造物に対する既往の評価式による評価における許容限界</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">評価施設</th> <th>許容限界</th> </tr> <tr> <th>部材厚さ(mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="height: 40px;"></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> </div> <p>4.5 評価方法</p> <p>評価については、(旧)原子炉安全専門審査会においてタービンミサイル評価の判断基準等を決定することを目的として設置されたタービンミサイル検討会にてまとめられた報告書「タービンミサイル評価について」の中で、鋼板に対する貫通厚さの算出式として使用する旨が記載されている^(注1)以下のBRL式を用いて貫通限界厚さを算出し、許容限界を超えないことを確認する。なお、以下の式は(注1)に記載の式をSI単位系に換算している。</p>	設計飛来物	長さ×幅×奥行き (m)	質量 (kg)	最大水平速度 (m/s)	最大鉛直速度 (m/s)	鋼製材	4.2×0.3×0.2	135	57	38	評価施設	荷重の組合せ	ディーゼル発電機室の水密扉	W _M	評価施設	許容限界	部材厚さ(mm)					
設計飛来物	長さ×幅×奥行き (m)	質量 (kg)	最大水平速度 (m/s)	最大鉛直速度 (m/s)																		
鋼製材	4.2×0.3×0.2	135	57	38																		
評価施設	荷重の組合せ																					
ディーゼル発電機室の水密扉	W _M																					
評価施設	許容限界																					
	部材厚さ(mm)																					

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3.11）

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="71 239 703 343" style="border: 1px solid red; padding: 5px;"> $T^{\frac{3}{2}} = \frac{0.5 \cdot M \cdot V^2}{1.4396 \times 10^9 \cdot K^2 \cdot d^{\frac{3}{2}}}$ </div> <div data-bbox="71 367 703 486" style="border: 1px solid red; padding: 5px;"> <p>(注1)：「タービンミサイルの評価について」の報告書において以下を引用している。ISES7607-3「軽水炉構造機器の衝撃荷重に関する調査 その3 ミサイルの衝突による構造壁の損傷に関する評価式の比較検討」（高温構造安全技術研究組合）</p> </div> <div data-bbox="71 494 703 550" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>特開みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。</p> </div> <div data-bbox="71 574 703 630" style="border: 1px solid red; padding: 5px;"> <p>4.6 評価条件 「4.5 評価方法」に用いる評価条件は第4-5表のとおりとする。</p> </div> <div data-bbox="71 662 703 917" style="border: 1px solid red; padding: 5px;"> <p>第4-5表 鋼製構造物に対する既往の評価式による評価に用いる入力値</p> <table border="1" data-bbox="71 694 649 821"> <thead> <tr> <th>記号</th> <th>定義</th> <th>数値</th> <th>単位</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>d</td> <td>設計飛来物が衝突する衝突断面の等価直径</td> <td>0.276^{注1}</td> <td>m</td> </tr> <tr> <td>K</td> <td>鋼板の材質に関する係数</td> <td>1^{注1}</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>M</td> <td>設計飛来物の質量</td> <td>135</td> <td>kg</td> </tr> <tr> <td>V</td> <td>設計飛来物の最大水平速度</td> <td>57</td> <td>m/s</td> </tr> </tbody> </table> <p>※1：「別紙2付録3」に示す電力中央研究所報告「竜巻飛来物を模擬した重錘の鋼板上への自由落下衝突試験による鋼板貫通評価手法の提案」の成果を踏まえたディーゼル発電機室水密扉の貫通評価の考え方に基づき設定</p> </div> <div data-bbox="71 949 703 1045" style="border: 1px solid red; padding: 5px;"> <p>4.7 評価結果 貫通限界厚さと許容限界との比較を第4-6表に示す。貫通限界厚さが許容限界を超えないことを確認した。</p> </div> <div data-bbox="71 1069 703 1236" style="border: 1px solid red; padding: 5px;"> <p>第4-6表 鋼製構造物に対する既往の評価式による評価に用いる入力値</p> <table border="1" data-bbox="71 1109 683 1204"> <thead> <tr> <th>評価対象</th> <th>評価結果(mm)</th> <th>許容限界(mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ディーゼル発電機室水密扉</td> <td>10.4</td> <td style="border: 2px solid black;"></td> </tr> </tbody> </table> </div>	記号	定義	数値	単位	d	設計飛来物が衝突する衝突断面の等価直径	0.276 ^{注1}	m	K	鋼板の材質に関する係数	1 ^{注1}	—	M	設計飛来物の質量	135	kg	V	設計飛来物の最大水平速度	57	m/s	評価対象	評価結果(mm)	許容限界(mm)	ディーゼル発電機室水密扉	10.4				
記号	定義	数値	単位																										
d	設計飛来物が衝突する衝突断面の等価直径	0.276 ^{注1}	m																										
K	鋼板の材質に関する係数	1 ^{注1}	—																										
M	設計飛来物の質量	135	kg																										
V	設計飛来物の最大水平速度	57	m/s																										
評価対象	評価結果(mm)	許容限界(mm)																											
ディーゼル発電機室水密扉	10.4																												

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3.11）

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>5.3 3次元FEMモデルを用いた飛来物衝突解析における評価方法</p> <p>前章までにおいては、鋼製構造物に対する貫通評価式であるBRL式を使用し、評価を実施した。本章以降については、構造解析コードLS-DYNA Version R7.1.2を用いて水密扉及び設計飛来物の3次元FEMモデルを作成し、衝突解析を実施し、BRL式における評価のクロスチェックを実施することとする。3次元FEMモデルを用いた飛来物衝突解析における評価フローを第5-1図に示す。</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;"> <p>枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 10px; margin: 10px 0;"> <pre> graph TD A[評価対象部位の設定] --> B[荷重及び荷重の組合せの設定] B --> C[許容限界の設定] C --> D[解析モデルの設定] D --> E[飛来物衝突解析] E --> F[評価値と許容限界の比較] F --> G[検封終了] subgraph Note [注] D E end </pre> <p>(注) 上記フローのうち、ディーゼル発電機室水密扉への飛来物衝突解析については、解析コード「LS-DYNA(Ver. R7.1.2)」により、水密扉の扉部材を3次元FEMモデルによりモデル化し、評価を実施する。</p> <p>第5-1図 3次元FEMモデルを用いた飛来物衝突解析における評価フロー</p> </div> <p>5.1 評価対象部位</p> <p>衝突解析における評価対象部位は、設計飛来物の衝突により外殻を構成する扉部材が設計飛来物を貫通させないことを確認するため、「第3-1図 ディーゼル発電機室水密扉の構造概要」を踏まえ、外殻を構成する扉板のうち、安全側に水密扉の裏板のみとし、その他の部材については、考慮しない。</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3.11）

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>5.2 荷重及び荷重の組合せ</p> <p>5.2.1 荷重の設定</p> <p>評価に用いる荷重は、以下の荷重を用いる。荷重の算定に用いる竜巻の特性値を第5-1表に示す。なお、気圧差による荷重については、竜巻の風荷重及び飛来物荷重と気圧差荷重の作用方向が異なるため、安全側として考慮しない。</p> <table border="1" data-bbox="71 427 698 603"> <caption>第5-1表 荷重の算定に用いる竜巻の特性値</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>最大気圧 低下量 ΔP_{max} (N/m²)</th> <th>最大気圧 低下率 $(dp/dt)_{max}$ (hPa/s)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>100</td> <td>15</td> <td>85</td> <td>30</td> <td>8,900</td> <td>45</td> </tr> </tbody> </table> <p>(1) 風圧力による荷重(W_w)</p> <p>風圧力による荷重W_wは、下式により算定する。 風力係数Cは、「日本建築学会 建築物荷重指針・同解説」に基づき設定する。 $W_w = q \times G \times C \times A$</p> <p>(2) 設計飛来物による衝撃荷重(W_M)</p> <p>設計飛来物による衝撃荷重W_Mについては、第5-2表に示す設計飛来物の衝突に伴う荷重としている。</p> <table border="1" data-bbox="71 954 698 1098"> <caption>第5-2表 設計飛来物の諸元</caption> <thead> <tr> <th>設計 飛来物</th> <th>長さ×幅×奥行き (m)</th> <th>質量 (kg)</th> <th>最大水平速度 (m/s)</th> <th>最大鉛直速度 (m/s)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>鋼製材</td> <td>4.2×0.3×0.2</td> <td>135</td> <td>57</td> <td>38</td> </tr> </tbody> </table> <p>(3) 常時作用する荷重(F_d)</p> <p>常時作用する荷重F_dとして、自重を考慮する。</p> <p>5.2.2 荷重の組合せ</p> <p>「5.2.1 荷重の設定」を踏まえ、荷重の組合せを第5-3表に示す。</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)	最大気圧 低下量 ΔP_{max} (N/m ²)	最大気圧 低下率 $(dp/dt)_{max}$ (hPa/s)	100	15	85	30	8,900	45	設計 飛来物	長さ×幅×奥行き (m)	質量 (kg)	最大水平速度 (m/s)	最大鉛直速度 (m/s)	鋼製材	4.2×0.3×0.2	135	57	38			
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} (N/m ²)	最大気圧 低下率 $(dp/dt)_{max}$ (hPa/s)																				
100	15	85	30	8,900	45																				
設計 飛来物	長さ×幅×奥行き (m)	質量 (kg)	最大水平速度 (m/s)	最大鉛直速度 (m/s)																					
鋼製材	4.2×0.3×0.2	135	57	38																					

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3.11）

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: center;">第5-3表 荷重の組合せ</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>評価対象</th> <th>荷重の組合せ</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ディーゼル発電機室の水密扉</td> <td>$W_w+W_M+F_d$</td> </tr> </tbody> </table> <p>5.3 許容限界 飛来物衝突解析における許容限界については、水密扉裏板のJIS値から算出した破断ひずみとする。破断ひずみの設定方法は「5.4 評価方法」に示す。許容限界を第5-4表に示す。</p> <p style="text-align: center;">第5-4表 飛来物衝突解析における許容限界</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>評価対象</th> <th>許容限界</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ディーゼル発電機室の水密扉の裏板</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">枠組みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。</p> <p>5.4 評価方法 ディーゼル発電機室水密扉の飛来物衝突解析は「5.2.2 荷重の組合せ」にて設定した荷重に対し、3次元FEMモデルによる飛来物衝突解析を実施することにより、ディーゼル発電機室水密扉に発生する破断ひずみが許容限界を超えないことを確認する。</p> <p>(1) 解析モデル モデル化範囲は安全側にディーゼル発電機室水密扉の裏板のみとし、表板貫通による衝突エネルギーの損失は考慮しない。設計飛来物である鋼製材は厚さ4.25mmの角型鋼管としてモデル化する。 設計飛来物はシェル要素、ディーゼル発電機室水密扉については、ソリッド要素でモデル化する。 解析モデルの境界条件は、安全側に水密扉の周囲四辺を完全固定とする。設計飛来物及びディーゼル発電機室水密扉の解析事象の概略図を第5-1図、解析モデルを第5-2図に示す。解析コード「LS-DYNA Version R7.1.2」を用いる。</p>	評価対象	荷重の組合せ	ディーゼル発電機室の水密扉	$W_w+W_M+F_d$	評価対象	許容限界	ディーゼル発電機室の水密扉の裏板				
評価対象	荷重の組合せ										
ディーゼル発電機室の水密扉	$W_w+W_M+F_d$										
評価対象	許容限界										
ディーゼル発電機室の水密扉の裏板											

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3.11）

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="80 229 568 619" style="border: 2px solid black; width: 100%; height: 100%;"></div> <p data-bbox="71 624 582 646">第5-1図 設計飛来物及びディーゼル発電機室水密扉の解析事象の概略図</p> <div data-bbox="197 810 689 842" style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-top: 20px;"> <p data-bbox="241 815 645 834">枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。</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）

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3.11）

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="85 229 689 686" style="border: 1px solid black; width: 100%; height: 100%;"></div> <p data-bbox="129 703 685 729">第5-2図 設計飛来物及びディーゼル発電機室水密扉の解析モデル</p> <p data-bbox="71 780 320 804">(2) 使用材料及び材料定数</p> <p data-bbox="71 807 694 863">設計飛来物及びディーゼル発電機室水密扉の材料定数をそれぞれ第5-5表及び第5-6表に示す。</p> <p data-bbox="230 904 515 930">第5-5表 設計飛来物の材料定数</p> <table border="1" data-bbox="141 933 620 1046"> <thead> <tr> <th>材料種類</th> <th>ヤング係数 (N/mm²)</th> <th>単位体積重量 (kN/m³)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>SN490B</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p data-bbox="170 1112 584 1137">第5-6表 ディーゼル発電機室水密扉の材料定数</p> <table border="1" data-bbox="141 1141 620 1257"> <thead> <tr> <th>材料種類</th> <th>ヤング係数 (N/mm²)</th> <th>単位体積重量 (kN/m³)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p data-bbox="71 1302 282 1327">(3) 材料の非線形特性</p> <p data-bbox="71 1331 689 1415">材料の非線形特性については、ひずみ速度依存性を考慮するため、各材料に対して、以下の式で示される Cowper-Symonds モデル^(注2)を使用した。</p>	材料種類	ヤング係数 (N/mm ²)	単位体積重量 (kN/m ³)	SN490B			材料種類	ヤング係数 (N/mm ²)	単位体積重量 (kN/m ³)						
材料種類	ヤング係数 (N/mm ²)	単位体積重量 (kN/m ³)													
SN490B															
材料種類	ヤング係数 (N/mm ²)	単位体積重量 (kN/m ³)													

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3.11）

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
<div data-bbox="85 236 293 316" data-label="Equation-Block"> $\sigma_{eq} = \left[A + B \varepsilon_{pl} \left(1 + \left(\frac{\varepsilon_{pl}^*}{D} \right)^{1/q} \right) \right]$ </div> <div data-bbox="219 347 683 375" data-label="Text"> <p>枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。</p> </div> <div data-bbox="91 443 622 470" data-label="Text"> <p>σ_{eq}：相当応力(N/mm²)、A：降伏応力(N/mm²)、B：硬化係数(N/mm²)、</p> </div> <div data-bbox="91 496 683 523" data-label="Text"> <p>D,q：ひずみ速度係数、ε_{pl}：相当塑性ひずみ、ε_{pl}^*：無次元相当塑性ひずみ速度</p> </div> <div data-bbox="85 576 696 778" data-label="Text"> <p>また、第5-7表に解析で使用した材料物性値、第5-3図に応力-ひずみ関係を示す。真応力-真ひずみ関係は、バイリニア型とし、第一折れ点は「降伏応力-降伏ひずみ」、終局点は「破断応力-破断ひずみ」とする。また、ディーゼル発電機室の水密扉については、破断ひずみを超えた要素を削除することにより、部材の破壊を表現する。飛来物については、安全側に破断ひずみを超えた要素についても削除せず荷重を負担するものとする。</p> </div> <div data-bbox="85 783 696 863" data-label="Text"> <p>ひずみ速度係数D、qは、ひずみ速度依存性を考慮する際に使用するパラメータである。解析で使用する各部材の動的物性値については、日本溶接協会の推定式(WES式)^(注3)を準用した。</p> </div> <div data-bbox="85 895 683 1002" data-label="Text"> <p>破断ひずみは「NEI 07-13」^(注4)においてTF（多軸性係数）を考慮することが推奨されていることから、XXXXXXXXXXとし、ディーゼル発電機室水密扉はXXXXとする。TFは安全側にディーゼル発電機室水密扉はXXとする。</p> </div> <div data-bbox="85 1038 696 1118" data-label="Text"> <p>Cowper-Symonds モデル及び日本溶接協会の推定式(WES式)の使用については、「参考資料1付録1」に記載の電中研報告書において重錘落下試験と解析結果がよく整合することを確認している。</p> </div> <div data-bbox="85 1161 696 1241" data-label="Text"> <p>(注2)「(独)原子力安全基盤機構：原子力発電施設等に係る構造物の爆発衝撃荷重挙動解析(JNES/SSD08-014)、平成20年11月」にて使用しているモデルである。</p> </div> <div data-bbox="85 1246 696 1326" data-label="Text"> <p>(注3)「(一社)日本原子力技術協会：BWR 配管における混合ガス(水素・酸素)の燃焼による配管損傷防止に関するガイドライン(第3版)平成22年3月」</p> </div> <div data-bbox="85 1337 696 1417" data-label="Text"> <p>(注4)「Methodology for Performing Aircraft Impact Assessments for New Plant Designs (Nuclear Energy Institute 2011 Rev8(NEI 07-13))」</p> </div>			

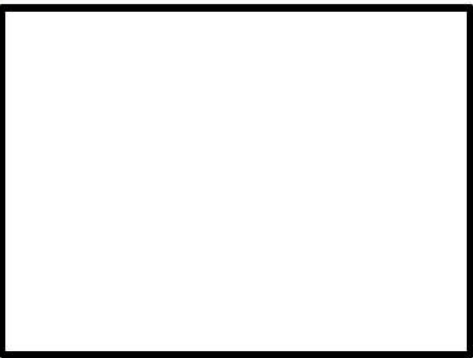
赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

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3.11）

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="71 225 703 790" style="border: 1px solid red; padding: 5px;"> <p style="text-align: center;">第5-7表 解析で使用した材料物性値</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">種別</th> <th rowspan="2">材質</th> <th>降伏応力</th> <th>硬化係数</th> <th colspan="2">ひずみ速度係数</th> <th>破断</th> </tr> <tr> <th>A(N/mm²)</th> <th>B(N/mm²)</th> <th>D</th> <th>q</th> <th>ひずみ</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ディーゼル発電機室の水密扉</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>設計飛来物</td> <td>SN490B</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>(注)</td> </tr> </tbody> </table> <p>(注)安全側に飛来物の破断は考慮しない。</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin: 5px 0;"> 特開の範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。 </div> <div style="border: 2px solid black; height: 100px; margin: 10px 0;"></div> <p style="text-align: center;">(ディーゼル発電機室の水密扉) (設計飛来物) 第5-3図 解析に使用した応力-ひずみ関係</p> </div> <p>5.5 評価条件</p> <p>3次元FEMモデルを用いた飛来物衝突解析における評価は扉部材の最大変形が生じると想定される鋼板中央部に衝突するケースを設定する。</p> <p>解析ケースを第5-8表及び第5-4図に示す。</p> <div data-bbox="71 981 703 1157" style="border: 1px solid red; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p style="text-align: center;">第5-8表 解析ケース</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>評価箇所</th> <th>衝突箇所</th> <th>飛来物の衝突方向</th> <th>対象部材</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ディーゼル発電機室水密扉</td> <td>裏板</td> <td>水平</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> </div>	種別	材質	降伏応力	硬化係数	ひずみ速度係数		破断	A(N/mm ²)	B(N/mm ²)	D	q	ひずみ	ディーゼル発電機室の水密扉							設計飛来物	SN490B					(注)	評価箇所	衝突箇所	飛来物の衝突方向	対象部材	ディーゼル発電機室水密扉	裏板	水平				
種別			材質	降伏応力	硬化係数	ひずみ速度係数		破断																													
	A(N/mm ²)	B(N/mm ²)		D	q	ひずみ																															
ディーゼル発電機室の水密扉																																					
設計飛来物	SN490B					(注)																															
評価箇所	衝突箇所	飛来物の衝突方向	対象部材																																		
ディーゼル発電機室水密扉	裏板	水平																																			

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3.11）

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="85 220 689 699" style="border: 1px solid black; padding: 5px;">  <p style="text-align: center;">第5-4図 解析ケース図</p> <p style="text-align: center; border: 1px solid black; padding: 2px;">持開みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。</p> </div> <p>5.6 評価結果</p> <p>設計飛来物の衝突により水密扉に発生するひずみと許容限界の比較を第5-9表に示す。発生ひずみが許容限界を超えないことを確認した。</p> <p>参考として、第5-5図に設計飛来物の速度の時刻歴、第5-6図にディーゼル発電機室水密扉のミーゼス応力の最大値の時刻歴、第5-7図にディーゼル発電機室水密扉の相当塑性ひずみの最大値の時刻歴及び第5-8図に解析終了時のディーゼル発電機室水密扉のミーゼス応力分布図（全体図）、第5-9図に鋼板のエネルギー内訳の時刻歴推移、第5-10図に飛来物のエネルギー内訳の時刻歴推移を示す。</p> <div data-bbox="85 1034 689 1225" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p style="text-align: center;">第5-9表 飛来物衝突解析による評価結果</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 30%;">評価項目</th> <th style="width: 30%;">評価結果</th> <th style="width: 40%;">許容限界</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ディーゼル発電機室水密扉のひずみ</td> <td style="background-color: #cccccc;"></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> </div> <p>6. まとめ</p> <p>ディーゼル発電機室水密扉への設計飛来物の衝突による貫通有無に対して、「鋼製構造物に対する既往の貫通評価式(BRL式)における貫通評価」及び「構造解析コードLS-DYNAVersion R7.1.2を用いた飛来物衝突評価」により評価を実施した結果、いずれの評価においても貫通しないことが確認できた。</p> <p>以上より、ディーゼル発電機室水密扉は設計飛来物の衝突により貫通しないといえる。</p>	評価項目	評価結果	許容限界	ディーゼル発電機室水密扉のひずみ					
評価項目	評価結果	許容限界							
ディーゼル発電機室水密扉のひずみ									

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3.11）

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
<div data-bbox="91 148 683 188" style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> 枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。 </div> <div data-bbox="91 252 683 646" style="border: 2px solid black; height: 247px; margin: 10px 0;"> </div> <div data-bbox="264 655 555 681" style="text-align: center;"> 第5-5図 設計飛来物の速度の時刻歴 </div> <div data-bbox="91 735 616 1090" style="border: 2px solid black; height: 222px; margin: 10px 0;"> </div> <div data-bbox="125 1099 620 1125" style="text-align: center;"> 第5-6図 ディーゼル発電機室水密扉のミーゼス応力の最大値の時刻歴 </div> <div data-bbox="197 1342 683 1382" style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-top: 10px;"> 枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。 </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）

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3.11）

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="89 239 683 654" style="border: 2px solid black; height: 260px; width: 265px; margin-bottom: 10px;"></div> <div data-bbox="94 657 674 684" data-label="Caption"> <p>第5-7図 ディーゼル発電機室水密扉の相当塑性ひずみの最大値の時刻歴</p> </div> <div data-bbox="85 742 654 1252" style="border: 2px solid black; height: 320px; width: 254px; margin-bottom: 10px;"></div> <div data-bbox="85 1254 642 1281" data-label="Caption"> <p>第5-8図 解析終了時のディーゼル発電機室水密扉のミーゼス応力分布図（全体図）</p> </div> <div data-bbox="219 1310 683 1342" style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-top: 10px;"> <p>作図みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。</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）

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3.11）

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
<div data-bbox="85 236 687 655" style="border: 2px solid black; height: 263px; width: 269px;"></div> <p data-bbox="232 659 562 678">第5-9図 鋼板のエネルギー内訳の時刻歴推移</p> <div data-bbox="85 730 640 1090" style="border: 2px solid black; height: 225px; width: 248px;"></div> <p data-bbox="212 1094 533 1114">第5-10図 飛来物のエネルギー内訳の時刻歴推移</p> <div data-bbox="228 1291 685 1315" style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-top: 10px;"> 特開みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。 </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）

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3.11）

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2 付録1</p> <p>電力中央研究所報告「竜巻飛来物を模擬した重錘の鋼板上への自由落下衝突試験による鋼板貫通評価手法の提案」の概要（平成27年10月8日発刊から抜粋し、編集）</p> <p>1. 試験の目的</p> <p>鋼板の貫通限界厚さに関する既往の評価式として、BRL式が知られており、以下の式で表される。</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;"> $T^{\frac{3}{2}} = \frac{0.5 \cdot M \cdot V^2}{1.4396 \times 10^9 \cdot K^2 \cdot d^{\frac{3}{2}}}$ <p>ここで、</p> <ul style="list-style-type: none"> T：貫通限界厚さ(m) M：設計飛来物の質量(kg) V：設計飛来物の速度(m/s) d：設計飛来物が衝突する衝突断面の等価直径(m) K：鋼板の材質に関する係数(=1) </div> <p>BRL式については、根拠データが明示されていない。従って、角型パイプ形状の鋼製材を対象として、BRL式への入力値である飛来物直径に換算する場合、第1-1図に示す三種類の換算方法が考えられる。</p> <ol style="list-style-type: none"> ①衝突部の接触面積と等価な面積を持つ円の直径と仮定 ②衝突部の投影面積と等価な面積を持つ円の直径と仮定 ③衝突部の周長と等価な周長を持つ円の直径と仮定 <p>BRL式では、飛来物直径が小さくなるほど貫通限界厚さが大きく算定されるため、最も保守的な換算方法は①であるが、②や③の換算方法に比べて非常に大きな値となり、実務設計に及ぼす影響が極めて大きくなることから適切な安全裕度を有する使用方法の知見を得ておく必要がある。</p> <p>また、BRL式中では、鋼板の等級に関わる係数Kが用いられているが、鋼種に応じた数値の記載もない。このため、例えば炭素鋼やステンレス鋼が材料の持つ延性等に関係なく同一の評価値を与えることになる。実際の衝突試験結果とBRL式による評価結果を比較することで適切な等価直径の設定方法と延性材料の使用による貫通限界厚さの低減効果についても明確にしておく必要があり、本評価式の適切な適用性等を明らかにすること等が本試験の目的である。</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3.11）

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
<div data-bbox="71 231 689 683" data-label="Diagram"> <p>第1-1図 飛来物直径の換算方法</p> </div> <div data-bbox="71 722 689 893" data-label="Text"> <p>2. 試験の概要 設計飛来物である鋼製材の先端形状を模擬した重錘を用いた自由落下衝突試験の試験概要を第2-1図に示す。試験では、型鋼で組み上げた支持架台と試験体押さえ枠の間に試験体を二辺支持固定し、移動式クレーンで脱着装置を介して吊り上げた重錘を自由落下させて試験体を衝突させた。</p> </div> <div data-bbox="71 917 689 1455" data-label="Diagram"> <p>第2-1図 試験装置の概要</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）

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3.11）

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. 鋼板の試験体</p> <p>第3-1図に試験体、支持架台および試験体押さえ枠の組立図および概観を示す。試験体はSS400及びSUS304の2種類の鋼板であり、試験体の被衝突面として有効な寸法は長さ1400mm×幅1400mmあり、試験体の厚さは9mmである。</p> <p>第3-1図 試験体、支持架台および試験体押さえ枠の組立図および概観</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3.11）

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

4. 設計飛来物を模擬した重錘の形状

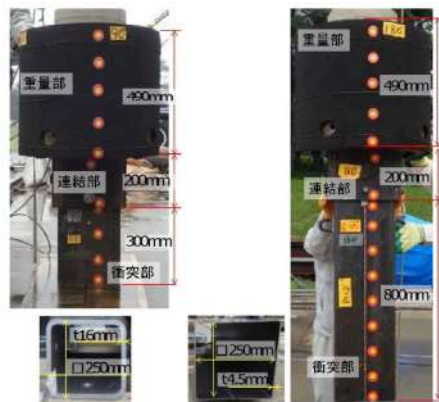
設計飛来物である鋼製材と同一の寸法とした場合、クレーンの吊り上げ高さの制約から設計飛来物の水平方向速度に相当する運動エネルギーを模擬することができないことから、試験においては、鋼製材の先端形状を模擬した付加質量付き重錘を用いて鋼製材の衝突に係る運動エネルギーを模擬できるようにしている。

第4-1表に試験に用いた重錘の寸法、重量、第4-1図に重錘の概観を示す。

第4-1表 設計飛来物である鋼製材及び試験に用いた重錘の形状

飛来物	断面形状(mm)	衝突部長さ(mm)	重量(kg)	定義
設計飛来物（鋼製材）	200×300×t4.2	4200	135	—
剛パイプ重錘	250×250×t16	500	1114.3	衝撃圧縮変形が生じないと想定される十分な厚みを持たせた角型パイプ ^①
柔パイプ重錘	250×250×t4.5	1000	1092.3	ガイドの鋼製材を模擬した角型パイプ ^①

①：補足説明資料8「設計飛来物の設定について」における剛飛来物、重飛来物とは定義が異なる。



(剛パイプ重錘)

(柔パイプ重錘)

第4-1図 重錘の概観

5. 試験条件

第5-1表に自由落下衝突試験条件の一覧を示す。試験SS-1～SS-4は、剛パイプ重錘を対象とし落下高さをパラメータとした解析ケース（被衝突体の材質はSS400）である。試験SS-5は、柔パイプ重錘による被衝突体の損傷軽減度合いを確認する。また、試験SUS-1では、延性に富む材料（SUS304）による貫通限界厚さの低減効果を確認する。

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）

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3.11）

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;">第5-1表 落下衝突試験条件一覧</p> <table border="1" data-bbox="85 225 687 485"> <thead> <tr> <th>試験ケース</th> <th colspan="2">試験目的</th> <th>重錘</th> <th>鋼板試験体</th> <th>落下高さ</th> <th>衝突エネルギー</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>SS-1</td> <td>SS400 剛</td> <td>BRL 欠け投影面積</td> <td rowspan="4">剛</td> <td rowspan="4">SS400</td> <td>17.0m</td> <td>186kJ</td> </tr> <tr> <td>SS-2</td> <td>板の貫通</td> <td>ひずみの工学的下限値近傍^{※1}</td> <td>12.5m</td> <td>137kJ</td> </tr> <tr> <td>SS-3</td> <td>限界の破</td> <td>鉛直方向衝突速度 38m/s 相当</td> <td>9.5m</td> <td>104kJ</td> </tr> <tr> <td>SS-4</td> <td>破</td> <td>ひずみの工学的下限値近傍^{※1}</td> <td>11.0m^{※2}</td> <td>120kJ</td> </tr> <tr> <td>SS-5</td> <td colspan="2">飛来物による貫通限界厚さの低減効果の確認</td> <td>柔</td> <td>SS400</td> <td>17.0m</td> <td>182kJ</td> </tr> <tr> <td>SUS-1</td> <td colspan="2">SUS304 における貫通限界厚さの低減効果の確認</td> <td>剛</td> <td>SUS304</td> <td>17.0m</td> <td>186kJ</td> </tr> </tbody> </table> <p>※1：飛来物衝突の解析コード AUTO DYN における事前解析において、材料試験における引張りずみ相当(14.9%)が発生する試験ケース ※2：SS-2 と SS-3 の中間高さ</p> <p>6. 試験結果</p> <p>第 6-1 表及び第 6-1 図に試験結果一覧及び試験後の試験体の破壊状況を示す。</p> <p>剛パイプ重錘を用いた試験（試験 SS-1～SS-4）では、試験 SS-1 及び SS-2 で貫通が生じたが、試験 SS-3 と試験 SS-4 では貫通は発生していない。これより、1400mm×1400mm×厚さ 9mm の SS400 鋼板の貫通限界となる衝突エネルギーは 137kJ（試験 SS-2）と 120kJ（試験 SS-4）の間となり、設計飛来物である鋼製材の鉛直方向速度 38m/s 相当の衝突エネルギー 104kJ に対して貫通防止可能であると共に、貫通はひずみの工学的下限値近傍(14.9%)で発生することも示唆される。一方、柔パイプ重錘を用いた試験（試験 SS-5）では、第 6-2 図に示すように、衝突部の衝撃圧潰変形（変形量：300mm）により衝突エネルギーの一部が吸収されるため、鋼板試験体の貫通は発生していない。</p> <p>また、延性に富む SUS304 鋼板に重錘を衝突させた試験（試験 SUS-1）では貫通は発生しておらず、SUS304 は SS400 より延性が大きいために局所的なひずみの限界値が高く、設計飛来物である鋼製材に対する耐貫通性に優れた材料であることが示された。</p> <p style="text-align: center;">第 6-1 表 試験結果一覧</p> <table border="1" data-bbox="85 1161 687 1417"> <thead> <tr> <th rowspan="2">試験ケース</th> <th colspan="4">SS400・剛</th> <th>SS400・柔</th> <th>SUS304・剛</th> </tr> <tr> <th>SS-1</th> <th>SS-2</th> <th>SS-3</th> <th>SS-4</th> <th>SS-5</th> <th>SUS-1</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>貫通</td> <td>有</td> <td>有</td> <td>無</td> <td>無</td> <td>無</td> <td>無</td> </tr> <tr> <td>衝突エネルギー(kJ)</td> <td>186</td> <td>137</td> <td>104</td> <td>120</td> <td>182</td> <td>186</td> </tr> <tr> <td>衝突速度(m/s)</td> <td>18.3</td> <td>15.7</td> <td>13.7</td> <td>14.7</td> <td>18.3</td> <td>18.3</td> </tr> <tr> <td>最大荷重(kN)</td> <td>2714</td> <td>2258</td> <td>2011</td> <td>2027</td> <td>2302</td> <td>2454</td> </tr> <tr> <td>最大力積(kN・s)</td> <td>13.6</td> <td>14.8</td> <td>22.5</td> <td>21.6</td> <td>21.7</td> <td>30.0</td> </tr> <tr> <td>最大変位(mm)^{※1}</td> <td>163</td> <td>161</td> <td>168</td> <td>172</td> <td>145</td> <td>201</td> </tr> <tr> <td>現象時間(sec)^{※2}</td> <td>0.0156</td> <td>0.0196</td> <td>0.0252</td> <td>0.0251</td> <td>0.0652</td> <td>0.0233</td> </tr> </tbody> </table> <p>※1：試験体の鉛直方向の変形量 ※2：重錘が試験体に衝突してからロードセル荷重が 0 となるまでの時間</p>	試験ケース	試験目的		重錘	鋼板試験体	落下高さ	衝突エネルギー	SS-1	SS400 剛	BRL 欠け投影面積	剛	SS400	17.0m	186kJ	SS-2	板の貫通	ひずみの工学的下限値近傍 ^{※1}	12.5m	137kJ	SS-3	限界の破	鉛直方向衝突速度 38m/s 相当	9.5m	104kJ	SS-4	破	ひずみの工学的下限値近傍 ^{※1}	11.0m ^{※2}	120kJ	SS-5	飛来物による貫通限界厚さの低減効果の確認		柔	SS400	17.0m	182kJ	SUS-1	SUS304 における貫通限界厚さの低減効果の確認		剛	SUS304	17.0m	186kJ	試験ケース	SS400・剛				SS400・柔	SUS304・剛	SS-1	SS-2	SS-3	SS-4	SS-5	SUS-1	貫通	有	有	無	無	無	無	衝突エネルギー(kJ)	186	137	104	120	182	186	衝突速度(m/s)	18.3	15.7	13.7	14.7	18.3	18.3	最大荷重(kN)	2714	2258	2011	2027	2302	2454	最大力積(kN・s)	13.6	14.8	22.5	21.6	21.7	30.0	最大変位(mm) ^{※1}	163	161	168	172	145	201	現象時間(sec) ^{※2}	0.0156	0.0196	0.0252	0.0251	0.0652	0.0233			
試験ケース	試験目的		重錘	鋼板試験体	落下高さ	衝突エネルギー																																																																																																						
SS-1	SS400 剛	BRL 欠け投影面積	剛	SS400	17.0m	186kJ																																																																																																						
SS-2	板の貫通	ひずみの工学的下限値近傍 ^{※1}			12.5m	137kJ																																																																																																						
SS-3	限界の破	鉛直方向衝突速度 38m/s 相当			9.5m	104kJ																																																																																																						
SS-4	破	ひずみの工学的下限値近傍 ^{※1}			11.0m ^{※2}	120kJ																																																																																																						
SS-5	飛来物による貫通限界厚さの低減効果の確認		柔	SS400	17.0m	182kJ																																																																																																						
SUS-1	SUS304 における貫通限界厚さの低減効果の確認		剛	SUS304	17.0m	186kJ																																																																																																						
試験ケース	SS400・剛				SS400・柔	SUS304・剛																																																																																																						
	SS-1	SS-2	SS-3	SS-4	SS-5	SUS-1																																																																																																						
貫通	有	有	無	無	無	無																																																																																																						
衝突エネルギー(kJ)	186	137	104	120	182	186																																																																																																						
衝突速度(m/s)	18.3	15.7	13.7	14.7	18.3	18.3																																																																																																						
最大荷重(kN)	2714	2258	2011	2027	2302	2454																																																																																																						
最大力積(kN・s)	13.6	14.8	22.5	21.6	21.7	30.0																																																																																																						
最大変位(mm) ^{※1}	163	161	168	172	145	201																																																																																																						
現象時間(sec) ^{※2}	0.0156	0.0196	0.0252	0.0251	0.0652	0.0233																																																																																																						

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3.11）

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="80 231 365 419"> </div> <p data-bbox="152 432 295 453">(試験 SS-1：貫通)</p> <div data-bbox="383 231 667 419"> </div> <p data-bbox="463 432 607 453">(試験 SS-2：貫通)</p> <div data-bbox="80 469 365 651"> </div> <p data-bbox="152 663 295 684">(試験 SS-3：未貫通)</p> <div data-bbox="383 469 667 651"> </div> <p data-bbox="463 663 607 684">(試験 SS-4：未貫通)</p> <div data-bbox="80 700 365 882"> </div> <p data-bbox="152 895 295 916">(試験 SS-5：未貫通)</p> <div data-bbox="383 700 667 882"> </div> <p data-bbox="463 895 607 916">(試験 SUS-1：未貫通)</p> <p data-bbox="219 922 533 943">第6-1図 試験後の鋼板試験体の破壊性状</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3.11）

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="73 228 689 683" data-label="Image"> </div> <p data-bbox="168 643 600 667">第6-2図 試験後の柔パイプ重錘の変形状況</p> <p data-bbox="73 722 394 746">7. 試験結果によるBRL式の適用性</p> <p data-bbox="73 751 380 775">7.1 剛パイプ重錘による試験結果</p> <p data-bbox="73 780 694 948">本節では、6章に示した試験結果と第1-1図に示したBRL式から算出した貫通限界厚さとの比較より、BRL式のパラメータである飛来物直径の算定方法および材料による貫通限界厚さの低減効果を整理する。第7-1図にSS400鋼板について剛パイプ重錘の試験結果とBRL式から換算した鋼板の貫通限界厚さの関係を示す。図中に示される各曲線の説明を以下に示す。</p> <ul data-bbox="73 952 694 1182" style="list-style-type: none"> ・実線：剛パイプ重錘衝突部の接触面積と等価な面積を持つ円の直径を入力 ・一点鎖線：剛パイプ重錘衝突部の投影面積と等価な面積を持つ円の直径を入力 ・点線：剛パイプ重錘衝突部の周長と等価な周長を持つ円の直径を入力 ・破線：実線を試験SS-4の結果（左から2つ目の白丸）に基づいて補正したもの <p data-bbox="73 1217 694 1442">まず、SS400鋼板について飛来物直径を衝突部の接触面積と等価な円の直径とした場合について整理する。実線では、衝突エネルギー120kJにて必要な貫通限界厚さは13.8mmである。一方、試験SS-4（衝突エネルギー120kJ）にて板厚9mmの試験体を重錘は貫通しなかった。以上より、剛性の高い飛来物がSS400の鋼板に衝突する場合に飛来物直径を衝突部の接触面積と等価な円の直径として算定する場合は、BRL式は貫通限界厚さを約34%保守的に評価することがわかった。</p> <p data-bbox="73 1447 685 1471">次に、SUS304鋼板について飛来物直径の衝突部の接触面積と等価</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3.11）

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>な円の直径とした場合について整理する。補正したSS400鋼板の貫通限界厚さを表す破線より、衝突エネルギー186kJにおける必要な貫通限界厚さは12.0mmである。一方、試験SUS-1（衝突エネルギー186kJ）において板厚9mmの試験体が貫通しなかった。以上より、被衝突体がSUS304の場合には、算定される貫通限界厚さはSS400より約25%余裕があることがわかった。</p> <p>以上、剛パイプ重錘の試験結果よりBRL式の適用性について得られた知見は以下のとおり。</p> <p>①剛性の高い飛来物がSS400の鋼板に衝突する場合、飛来物直径を衝突部の接触面積と等価な円の直径とした場合、算定される貫通限界厚さは約34%保守的な値となる。</p> <p>②剛性の高い飛来物がSUS304鋼板に衝突する場合①で得られる補正後のSS400の貫通限界厚さ（第7-1図に示す破線）から約25%保守的な値となる。</p> <div data-bbox="73 558 698 901" data-label="Figure"> </div> <p>第7-1図 剛パイプ重錘の試験結果とBRL式から算出した鋼板の貫通限界厚さの関係</p> <p>7.2 柔パイプ重錘による試験結果</p> <p>第7-2図に柔パイプ重錘の試験結果及びBRL式から算出した鋼板の貫通限界厚さの関係を示す。剛パイプ重錘と同様に、図中で示されるBRL式の各曲線は以下のとおりである。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・実線：柔パイプ重錘衝突部の接触面積と等価な面積を持つ円の直径を入力 ・一点鎖線：柔パイプ重錘衝突部の投影面積と等価な面積を持つ円の直径を入力 ・点線：柔パイプ重錘衝突部の周長と等価な周長を持つ円の直径を入力 <p>一点鎖線より、飛来物直径を衝突面の投影面積と等価な円の直径とした場合、衝突エネルギー182kJにおける必要な貫通限界厚さは9.0mmである。SS400鋼板に柔パイプ重錘を衝突させた試験SS-5（衝突エネルギー182kJ）では、試験体に貫通は発生しなかった。これより、自身が衝突により衝撃圧潰変形するような剛性の低い飛来物がSS400の鋼板に衝突する場合は、飛来物直径は衝突部の投影面積</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3.11）

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>から算定可能となることがわかった。</p> <p>以上、柔パイプ重錘の試験結果より BRL 式の適用性について得られた知見は以下のとおり。</p> <p>①衝突時に自身が衝撃圧潰変形するような剛性の低い飛来物が SS400 鋼板に衝突する場合、飛来物直径を衝突部の投影面積として貫通限界厚さを評価できる。</p> <div data-bbox="78 343 689 710" data-label="Figure"> </div> <p>第7-2図 柔パイプ重錘の試験結果と BRL 式から算出した鋼板の貫通限界厚さの関係</p> <p>8. 試験結果まとめ</p> <p>7.1 章及び 7.2 章に記載のとおり、試験結果より BRL 式の適用性について以下の知見が得られた。</p> <p>① 剛性の高い飛来物が SS400 の鋼板に衝突する場合、飛来物直径を衝突部の接触面積と等価な円の直径とした場合、算定される貫通限界厚さは約 34%保守的な値となる。</p> <p>② 剛性の高い飛来物が SUS304 鋼板に衝突する場合①で得られる補正後の SS400 の貫通限界厚さ（第 7-1 図に示す破線）から約 25%保守的な値となる。</p> <p>③ 衝突時に自身が衝撃圧潰変形するような剛性の低い飛来物が SS400 鋼板に衝突する場合、飛来物直径を衝突部の投影面積として貫通限界厚さを評価できる。^(注1)</p> <p>（注1）別紙2 付録2 として添付する「鋼製飛来物に対する鋼板の貫通評価に関する研究（その1）衝突実験による BRL 式の検証」においても同様の知見が得られている。</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3.11）

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>21554</p> <p>別紙2付録2</p> <p>鋼製飛来物に対する鋼板の貫通評価に関する研究 (その1) 衝突実験によるBRL式の検証</p> <p>正会員 □土田恭平¹ 会員外 小笠原義清¹ 正会員 別府万寿博² 正会員 和內博樹³ 正会員 松浦 敦³ 正会員 開輔辰也⁴ 正会員 萩原 実⁴</p> <p>BRL式 衝突実験 電巻機飛来物 衝突面 鋼製材 鋼板</p> <p>1-1. はじめに 飛来物の衝突が懸念される現象として、工場等の爆発事故、火山噴火、竜巻等が考えられる。これら飛来物に対する防護設計に関して、鋼板における貫通評価式としては、BRL式、Jacob de Mauro式、SRI式等が挙げられ、これら評価式のうちBRL式は安全側の評価を与える¹⁾。一例として、電巻機飛来物に対する防護設計ではBRL式²⁾が用いられており、BRL式では飛来物の質量、速度、直径によって鋼板の貫通板厚が算出されるが、飛来物の断面形状に応じた直径の取り方についての具体的な記載はない。そこで、衝突面の形状をパラメータとして衝突実験を行い、その結果とBRL式による貫通評価を比較して、BRL式の保守性および衝突面の形状効果を検証する。あわせて、今回実施した衝突実験について、数値解析による実験再現性を確認する。 本報では衝突実験によるBRL式の検証結果を、次報(その2)、(その3)では衝突面の形状を変えた実験結果を、(その4)では衝突実験の再現解析について報告する。</p> <p>1-2. 衝突実験の目的 衝突実験の目的は以下について確認することである。 ・BRL式による貫通評価の保守性 ・貫通評価における飛来物の衝突面形状の影響 ・数値解析による鋼材衝突現象の再現性 (実験結果と再現解析結果の比較)</p> <p>1-3. 衝突実験の計画 衝突実験の条件をa)~c)に示す。 a) 飛来物として衝突面形状の異なる鋼製材①②を用いる。総質量、衝突面積はともに約4.3kg、約2.7cm²である。 鋼製材① 丸鋼 φ18.6 (SS400) 鋼製材② 角形鋼管 □60×30×1.6 (STKR400) b) 衝突速度は電巻機評価値ガイド³⁾に示される鋼製材を参照し、電巻機速100m/secでの飛来物速度57m/secを用いる。 c) 飛来物と同じ降伏耐力であるSS400の鋼板に対して飛来物を正面衝突させる。後述する図1-1に示す貫通評価により板厚t=6.9,12,16mmの鋼板を使用する。</p> <p>以上条件を用いたBRL式による貫通板厚を図1-1に示す。鋼製材①②は、断面形状以外は同条件である。そのため、鋼製材②(角形鋼管)の直径として、実断面積と等価な円の直径(図1-2(a))を用い、鋼製材①②のBRL式による貫通板厚は等しくなる。一方、図1-2(b)は、鋼製材②の外断面積と等価な円の直径を用いたケース(図1-2(b))の貫通板厚である。衝突実験のイメージを図1-3に、衝突実験ケースを表1-1に示す。</p> <p>BRL式(Ballistic Research Laboratory Formula) $T^2 = 0.5 \cdot M \cdot V^2 / (17400 \cdot K \cdot d^2)$ T: 鋼板貫通厚さ (m) M: 飛来物 (飛来物) 質量 (kg) V: 飛来物 (飛来物) 速度 (m/sec) d: 飛来物 (飛来物) 直径 (m) K: 鋼板の分類に関する係数 (kg)</p> <p>図1-1 BRL式による貫通板厚</p> <p>図1-2 BRL式における角形鋼管の直径の取り方</p> <p>図1-3 衝突実験のイメージ</p> <p>Research on Penetration Evaluation of Steel plate against Steel Missile by Impact (Part1) Validation of BRL Formula by the Impact Test</p> <p>TSUCHIDA Kyotoku, OGASAWARA Yoshitomo, HIEPPU Masahiro, WAUCHI Hiroki, MAISUURA Tomotomo, MASE Tatsuya and OGBARA Minoru</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3.11）

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 1-1 衝突実験ケース</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">衝突対象</th> <th colspan="4">衝突実験（合計9回） ※1: BRL 式によるφ18.6（丸鋼）が貫通する板厚</th> </tr> <tr> <th>鋼板 φ16mm¹⁾</th> <th>鋼板 φ19mm²⁾</th> <th>鋼板 φ22mm³⁾</th> <th>鋼板 φ16mm⁴⁾</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>飛来物 鋼製材① φ18.6</td> <td>①-1 (1回)</td> <td>①-2 (1回)</td> <td>①-3 (1回)</td> <td>①-4 (1回)</td> </tr> <tr> <td>飛来物 鋼製材② □=60×30 ×1.8</td> <td>②-1 ②-2 (2回)</td> <td>②-3 (1回)</td> <td>②-4 ②-5 (2回)</td> <td>—</td> </tr> </tbody> </table> <p>※1: BRL 式によるφ18.6（丸鋼）が貫通する板厚 ※2: BRL 式によるφ18.6が貫通しない板厚（必要板厚） ※3: 角形鋼管外形□=60×30を用いた BRL 式による貫通板厚</p> <p>1-4. 衝突実験の概要 衝突実験は2014年10月23日～24日、防衛大学校、衝突工学研究室の実験施設（圧縮空気方式による衝撃試験機 HGSR260）にて行われた。衝突実験の結果概要について表 1-2 に示す。同表には、鋼板に対する貫通の有無と BRL 式による貫通板厚を併せて示す。なお、同表に示す衝突速度は飛来物射出直前の速度である。高速度ビデオカメラによる鋼板衝突直前の最大速度（次項(その4)表 4-1 参照）はこれより増すことから、実際のところ BRL 式による貫通板厚は若干厚くなる。</p> <p>表 1-2 衝突実験の結果概要</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>ケース</th> <th>鋼板板厚 t (mm)</th> <th>飛来物 (鋼製材①)</th> <th>貫通結果</th> <th>質量 4.3kg±10g</th> <th>衝突速度 57m/s±3%</th> <th>BRL貫通板厚 (mm)</th> <th>考察</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>①-1</td> <td>6</td> <td>φ18.6 1回貫</td> <td>貫通</td> <td>4,201kg</td> <td>56.612m/s</td> <td>15.28</td> <td>BRL貫通板厚未満で貫通 —BRLの保守性</td> </tr> <tr> <td>①-2</td> <td>9</td> <td>φ18.6 1回貫</td> <td>貫通</td> <td>4,200kg</td> <td>55.012m/s</td> <td>14.70</td> <td>BRL貫通板厚未満で貫通 —BRLの保守性</td> </tr> <tr> <td>①-3</td> <td>12</td> <td>φ18.6 1回貫</td> <td>貫通せず</td> <td>4,299kg</td> <td>57.121m/s</td> <td>15.46</td> <td>BRL貫通板厚未満で貫通しない —BRLの保守性</td> </tr> <tr> <td>①-4</td> <td>18</td> <td>φ18.6 1回貫</td> <td>貫通せず</td> <td>4,297kg</td> <td>55.374m/s</td> <td>14.82</td> <td>BRL貫通板厚以上で貫通しない —BRLの保守性</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1"> <thead> <tr> <th>ケース</th> <th>鋼板板厚 t (mm)</th> <th>飛来物 (鋼製材②)</th> <th>貫通結果</th> <th>質量 4.3kg±10g</th> <th>衝突速度 57m/s±3%</th> <th>BRL貫通板厚 (mm)</th> <th>考察</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>②-1</td> <td>6</td> <td>□=60×30×1.8 1回貫</td> <td>貫通せず</td> <td>4,200kg</td> <td>57.116m/s</td> <td>15.59</td> <td>*ケース①-1との比較 —衝突形状考慮の必要性</td> </tr> <tr> <td>②-2</td> <td>6</td> <td>□=60×30×1.8 2回貫</td> <td>貫通せず</td> <td>4,200kg</td> <td>57.391m/s</td> <td>15.58</td> <td>—外形差による貫通板厚で貫通しない —外形差による貫通板厚の差</td> </tr> <tr> <td>②-3</td> <td>9</td> <td>□=60×30×1.8 1回貫</td> <td>貫通せず</td> <td>4,207kg</td> <td>57.817m/s</td> <td>15.67</td> <td>ケース①-2との比較 —衝突形状考慮の必要性</td> </tr> <tr> <td>②-4</td> <td>12</td> <td>□=60×30×1.8 1回貫</td> <td>貫通せず</td> <td>4,208kg</td> <td>54.375m/s</td> <td>15.57</td> <td>BRL貫通板厚未満で貫通しない —BRLの保守性</td> </tr> <tr> <td>②-5</td> <td>12</td> <td>□=60×30×1.8 2回貫</td> <td>貫通せず</td> <td>4,207kg</td> <td>57.484m/s</td> <td>15.67</td> <td>BRL貫通板厚未満で貫通しない —BRLの保守性</td> </tr> </tbody> </table> <p>※BRL評価について ①貫通 BRL貫通板厚>鋼板板厚 ②貫通 BRL貫通板厚<鋼板板厚 ③貫通 角形鋼管外形差と等価な円の直径を用いた場合の貫通板厚</p> <p>*1 東北電力 *2 防衛大学校 教授・博士(工学) *3 伊藤忠テクノソリューションズ *4 東電設計</p> <p>*1 Tohoku Electric Power Co., Inc. *2 Professor, National Defense Academy, Dr.Eng. *3 ITOCHU Techno-Solutions Corporation *4 Tokyo Electric Power Services Co., Ltd.</p>	衝突対象	衝突実験（合計9回） ※1: BRL 式によるφ18.6（丸鋼）が貫通する板厚				鋼板 φ16mm ¹⁾	鋼板 φ19mm ²⁾	鋼板 φ22mm ³⁾	鋼板 φ16mm ⁴⁾	飛来物 鋼製材① φ18.6	①-1 (1回)	①-2 (1回)	①-3 (1回)	①-4 (1回)	飛来物 鋼製材② □=60×30 ×1.8	②-1 ②-2 (2回)	②-3 (1回)	②-4 ②-5 (2回)	—	ケース	鋼板板厚 t (mm)	飛来物 (鋼製材①)	貫通結果	質量 4.3kg±10g	衝突速度 57m/s±3%	BRL貫通板厚 (mm)	考察	①-1	6	φ18.6 1回貫	貫通	4,201kg	56.612m/s	15.28	BRL貫通板厚未満で貫通 —BRLの保守性	①-2	9	φ18.6 1回貫	貫通	4,200kg	55.012m/s	14.70	BRL貫通板厚未満で貫通 —BRLの保守性	①-3	12	φ18.6 1回貫	貫通せず	4,299kg	57.121m/s	15.46	BRL貫通板厚未満で貫通しない —BRLの保守性	①-4	18	φ18.6 1回貫	貫通せず	4,297kg	55.374m/s	14.82	BRL貫通板厚以上で貫通しない —BRLの保守性	ケース	鋼板板厚 t (mm)	飛来物 (鋼製材②)	貫通結果	質量 4.3kg±10g	衝突速度 57m/s±3%	BRL貫通板厚 (mm)	考察	②-1	6	□=60×30×1.8 1回貫	貫通せず	4,200kg	57.116m/s	15.59	*ケース①-1との比較 —衝突形状考慮の必要性	②-2	6	□=60×30×1.8 2回貫	貫通せず	4,200kg	57.391m/s	15.58	—外形差による貫通板厚で貫通しない —外形差による貫通板厚の差	②-3	9	□=60×30×1.8 1回貫	貫通せず	4,207kg	57.817m/s	15.67	ケース①-2との比較 —衝突形状考慮の必要性	②-4	12	□=60×30×1.8 1回貫	貫通せず	4,208kg	54.375m/s	15.57	BRL貫通板厚未満で貫通しない —BRLの保守性	②-5	12	□=60×30×1.8 2回貫	貫通せず	4,207kg	57.484m/s	15.67	BRL貫通板厚未満で貫通しない —BRLの保守性			
衝突対象		衝突実験（合計9回） ※1: BRL 式によるφ18.6（丸鋼）が貫通する板厚																																																																																																												
	鋼板 φ16mm ¹⁾	鋼板 φ19mm ²⁾	鋼板 φ22mm ³⁾	鋼板 φ16mm ⁴⁾																																																																																																										
飛来物 鋼製材① φ18.6	①-1 (1回)	①-2 (1回)	①-3 (1回)	①-4 (1回)																																																																																																										
飛来物 鋼製材② □=60×30 ×1.8	②-1 ②-2 (2回)	②-3 (1回)	②-4 ②-5 (2回)	—																																																																																																										
ケース	鋼板板厚 t (mm)	飛来物 (鋼製材①)	貫通結果	質量 4.3kg±10g	衝突速度 57m/s±3%	BRL貫通板厚 (mm)	考察																																																																																																							
①-1	6	φ18.6 1回貫	貫通	4,201kg	56.612m/s	15.28	BRL貫通板厚未満で貫通 —BRLの保守性																																																																																																							
①-2	9	φ18.6 1回貫	貫通	4,200kg	55.012m/s	14.70	BRL貫通板厚未満で貫通 —BRLの保守性																																																																																																							
①-3	12	φ18.6 1回貫	貫通せず	4,299kg	57.121m/s	15.46	BRL貫通板厚未満で貫通しない —BRLの保守性																																																																																																							
①-4	18	φ18.6 1回貫	貫通せず	4,297kg	55.374m/s	14.82	BRL貫通板厚以上で貫通しない —BRLの保守性																																																																																																							
ケース	鋼板板厚 t (mm)	飛来物 (鋼製材②)	貫通結果	質量 4.3kg±10g	衝突速度 57m/s±3%	BRL貫通板厚 (mm)	考察																																																																																																							
②-1	6	□=60×30×1.8 1回貫	貫通せず	4,200kg	57.116m/s	15.59	*ケース①-1との比較 —衝突形状考慮の必要性																																																																																																							
②-2	6	□=60×30×1.8 2回貫	貫通せず	4,200kg	57.391m/s	15.58	—外形差による貫通板厚で貫通しない —外形差による貫通板厚の差																																																																																																							
②-3	9	□=60×30×1.8 1回貫	貫通せず	4,207kg	57.817m/s	15.67	ケース①-2との比較 —衝突形状考慮の必要性																																																																																																							
②-4	12	□=60×30×1.8 1回貫	貫通せず	4,208kg	54.375m/s	15.57	BRL貫通板厚未満で貫通しない —BRLの保守性																																																																																																							
②-5	12	□=60×30×1.8 2回貫	貫通せず	4,207kg	57.484m/s	15.67	BRL貫通板厚未満で貫通しない —BRLの保守性																																																																																																							

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3.11）

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2 付録3</p> <p>電力中央研究所報告「竜巻飛来物を模擬した重錘の鋼板上への自由落下衝突試験による鋼板貫通評価手法の提案」の成果を踏まえたディーゼル発電機室水密扉の貫通評価の考え方について</p> <p>1. 概要</p> <p>ディーゼル発電機室の水密扉（以下、DG水密扉という。）について、設計飛来物の衝突により貫通した場合に飛来物がディーゼル発電機の付属設備に衝突する可能性を否定できないことから、DG水密扉に対して竜巻防護施設を内包する施設としての健全性を確認するために設計飛来物の貫通評価を別紙2にて行っている。</p> <p>本資料は、電力中央研究所報告「竜巻飛来物を模擬した重錘の鋼板上への自由落下衝突試験による鋼板貫通評価手法の提案」（以下、電中研成果という。）で得られた知見をどのように貫通評価へ適用したかを記載する。</p> <p>2. BRL 式について</p> <p>鋼板に対する既往の貫通評価式であるBRL式を式(1)に示す。また、BRL式における記号の定義を第2-1表に、大飯発電所の設計飛来物の諸元を第2-2表に示す。</p> <p>大飯発電所の設計飛来物である鋼製材の諸元からBRL式における入力値である設計飛来物の質量M=135kg及び設計飛来物の水平最大速度V=57m/sとなる。その他、設計飛来物が衝突する衝突断面の等価直径d及び鋼板の材質に関する係数Kを入力する必要がある、これらの入力値に関して電中研成果を用いることとする。</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 10px; margin: 10px 0;"> $T^{\frac{3}{2}} = \frac{0.5 \cdot M \cdot V^2}{1.4396 \times 10^9 \cdot K^2 \cdot d^{\frac{3}{2}}} \quad (1)$ </div> <p style="text-align: center;">第2-1表 BRL式における記号の定義</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>記号</th> <th>単位</th> <th>定義</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>d</td> <td>m</td> <td>設計飛来物が衝突する衝突断面の等価直径</td> </tr> <tr> <td>K</td> <td>—</td> <td>鋼板の材質に関する係数</td> </tr> <tr> <td>M</td> <td>kg</td> <td>設計飛来物の質量</td> </tr> <tr> <td>T</td> <td>m</td> <td>貫通限界厚さ</td> </tr> <tr> <td>V</td> <td>m/s</td> <td>設計飛来物の最大水平速度</td> </tr> </tbody> </table>	記号	単位	定義	d	m	設計飛来物が衝突する衝突断面の等価直径	K	—	鋼板の材質に関する係数	M	kg	設計飛来物の質量	T	m	貫通限界厚さ	V	m/s	設計飛来物の最大水平速度			
記号	単位	定義																			
d	m	設計飛来物が衝突する衝突断面の等価直径																			
K	—	鋼板の材質に関する係数																			
M	kg	設計飛来物の質量																			
T	m	貫通限界厚さ																			
V	m/s	設計飛来物の最大水平速度																			

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3.11）

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="85 225 689 368" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p style="text-align: center;">第2-2表 大飯発電所の設計飛来物の諸元</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">設計飛来物</th> <th style="text-align: center;">長さ×幅×奥行き (m)</th> <th style="text-align: center;">質量 (kg)</th> <th style="text-align: center;">最大水平速度 (m/s)</th> <th style="text-align: center;">最大鉛直速度 (m/s)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">鋼製材</td> <td style="text-align: center;">4.2×0.3×0.2</td> <td style="text-align: center;">135</td> <td style="text-align: center;">57</td> <td style="text-align: center;">38</td> </tr> </tbody> </table> </div> <p>3. 電中研成果及びD/G水密扉貫通評価への適用について 電中研成果で得られた知見は以下のとおりである。以下に知見について、第3-1表に整理する。</p> <p>① 剛性の高い飛来物がSS400の鋼板に衝突する場合、SS400鋼板の貫通限界厚さは飛来物直径を衝突部の接触面積と等価な円の直径とした場合にBRL式より算定される貫通限界厚さから約34%低減できる。 →BRL式における鋼板の材質に関する係数Kに関する知見</p> <p>② 剛性の高い飛来物がSUS304鋼板に衝突する場合①で得られる補正後のSS400の貫通限界厚さから約25%低減できる。 →BRL式における鋼板の材質に関する係数Kに関する知見</p> <p>③ 衝突時に自身が衝撃圧潰変形するような剛性の低い飛来物がSS400鋼板に衝突する場合、飛来物直径を衝突部の投影面積と等価な円の直径として貫通限界厚さを評価できる。 →BRL式における設計飛来物が衝突する衝突断面の等価直径dに関する知見</p> <p>また、大飯発電所の設計飛来物は、長さ4,200mm×幅300mm×奥行き200mm、厚み4.2mm、質量135kgであり、被衝突体である水密扉は幅5640mm×高さ4975mm、厚み11mm(表板2mm+裏板9mm)である。これらについて、第3-2表に整理する。</p> <div data-bbox="85 1010 689 1425" style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 20px;"> <p>整理結果より、大飯発電所の設計飛来物については、電中研成果における柔パイプの断面形状とはほぼ同等であり、貫通評価においては、③の等価直径dに関する知見の適用が可であることが分かる。</p> <div style="border: 1px solid black; height: 20px; width: 100%; margin-top: 5px;"></div> <div style="border: 1px solid black; height: 20px; width: 100%; margin-top: 5px;"></div> </div> <div data-bbox="248 1369 683 1401" style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-top: 10px; text-align: center;"> <p>特開みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。</p> </div>	設計飛来物	長さ×幅×奥行き (m)	質量 (kg)	最大水平速度 (m/s)	最大鉛直速度 (m/s)	鋼製材	4.2×0.3×0.2	135	57	38			
設計飛来物	長さ×幅×奥行き (m)	質量 (kg)	最大水平速度 (m/s)	最大鉛直速度 (m/s)									
鋼製材	4.2×0.3×0.2	135	57	38									

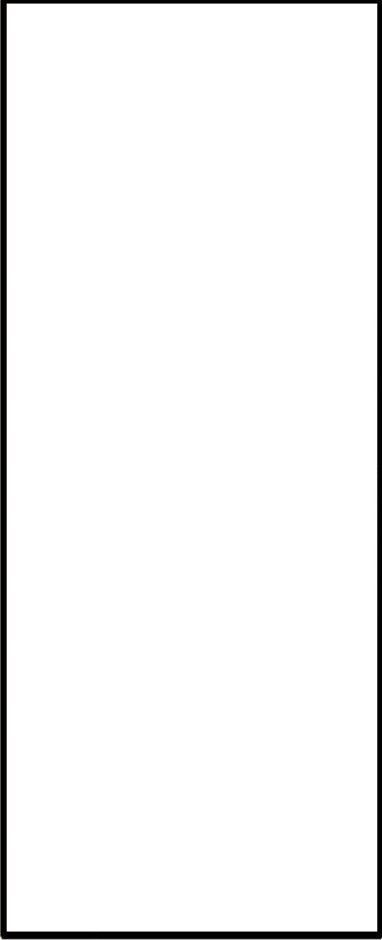
赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

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3.11）

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;">第3-1表 電中研究成果より得られた知見</p> <table border="1" data-bbox="85 252 689 481"> <thead> <tr> <th>飛来物（柔・剛）</th> <th>被衝突体</th> <th>得られた知見</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>① 剛パイプ重錘（衝突断面形状 250mm×250mm×t16）</td> <td>材質：SS400 サイズ：幅 1400mm×幅 1400mm×t9mm</td> <td>BRL式において飛来物直径を接触面積と等価な円の直径とした場合、貫通限界厚さは約34%低減できる。</td> </tr> <tr> <td>② 剛パイプ重錘（衝突断面形状 250mm×250mm×t16）</td> <td>材質：SUS304 サイズ：幅 1400mm×幅 1400mm×t9mm</td> <td>①のSS400の貫通限界厚さから約25%低減できる。</td> </tr> <tr> <td>③ 柔パイプ重錘（衝突断面形状 250mm×250mm×t4.5）</td> <td>材質：SS400 サイズ：幅 1400mm×幅 1400mm×t9mm</td> <td>飛来物直径を衝突部の投影面積と等価な円の直径として貫通限界厚さを評価できる。</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">第3-2表 大飯発電所の設計飛来物である鋼製材及び被衝突体である水密扉の仕様</p> <table border="1" data-bbox="85 555 689 721"> <thead> <tr> <th>評価対象</th> <th>仕様</th> <th>適用可能な知見</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>設計飛来物</td> <td>鋼製材 衝突断面形状：300mm×200mm×t4.2mm</td> <td>衝突断面形状が電中研究成果における柔パイプ相当であり、③の知見を適用可</td> </tr> <tr> <td>被衝突体</td> <td>DG水密扉</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center; border: 1px solid black; padding: 2px;">特開みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。</p>	飛来物（柔・剛）	被衝突体	得られた知見	① 剛パイプ重錘（衝突断面形状 250mm×250mm×t16）	材質：SS400 サイズ：幅 1400mm×幅 1400mm×t9mm	BRL式において飛来物直径を接触面積と等価な円の直径とした場合、貫通限界厚さは約34%低減できる。	② 剛パイプ重錘（衝突断面形状 250mm×250mm×t16）	材質：SUS304 サイズ：幅 1400mm×幅 1400mm×t9mm	①のSS400の貫通限界厚さから約25%低減できる。	③ 柔パイプ重錘（衝突断面形状 250mm×250mm×t4.5）	材質：SS400 サイズ：幅 1400mm×幅 1400mm×t9mm	飛来物直径を衝突部の投影面積と等価な円の直径として貫通限界厚さを評価できる。	評価対象	仕様	適用可能な知見	設計飛来物	鋼製材 衝突断面形状：300mm×200mm×t4.2mm	衝突断面形状が電中研究成果における柔パイプ相当であり、③の知見を適用可	被衝突体	DG水密扉				
飛来物（柔・剛）	被衝突体	得られた知見																						
① 剛パイプ重錘（衝突断面形状 250mm×250mm×t16）	材質：SS400 サイズ：幅 1400mm×幅 1400mm×t9mm	BRL式において飛来物直径を接触面積と等価な円の直径とした場合、貫通限界厚さは約34%低減できる。																						
② 剛パイプ重錘（衝突断面形状 250mm×250mm×t16）	材質：SUS304 サイズ：幅 1400mm×幅 1400mm×t9mm	①のSS400の貫通限界厚さから約25%低減できる。																						
③ 柔パイプ重錘（衝突断面形状 250mm×250mm×t4.5）	材質：SS400 サイズ：幅 1400mm×幅 1400mm×t9mm	飛来物直径を衝突部の投影面積と等価な円の直径として貫通限界厚さを評価できる。																						
評価対象	仕様	適用可能な知見																						
設計飛来物	鋼製材 衝突断面形状：300mm×200mm×t4.2mm	衝突断面形状が電中研究成果における柔パイプ相当であり、③の知見を適用可																						
被衝突体	DG水密扉																							

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3.11）

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="85 229 689 1238" style="border: 1px solid black; padding: 10px;">  <div data-bbox="465 603 488 906" style="writing-mode: vertical-rl; position: absolute; left: 208px; top: 378px;">第3-1図 竜巻中衝撃結果適用可否に係るフロー図</div> <div data-bbox="658 242 680 702" style="writing-mode: vertical-rl; position: absolute; right: 294px; top: 152px;">特設部の断面は概算に係る事項ですので公開することはありません。</div> </div> <p data-bbox="85 1278 680 1473">4. BRL 式における入力値について (1) 衝突速度 V 及び飛来物質量 M について 第 2-2 表の大飯発電所の設計飛来物である鋼製材の諸元から BRL 式における入力値である設計飛来物の質量 M=135kg 及び設計飛来物の水平最大速度 V=57m/s となる。 (2) 設計飛来物が衝突する衝突断面の等価直径 d について 設計飛来物が衝突する衝突断面の等価直径 d については、電中研</p>			

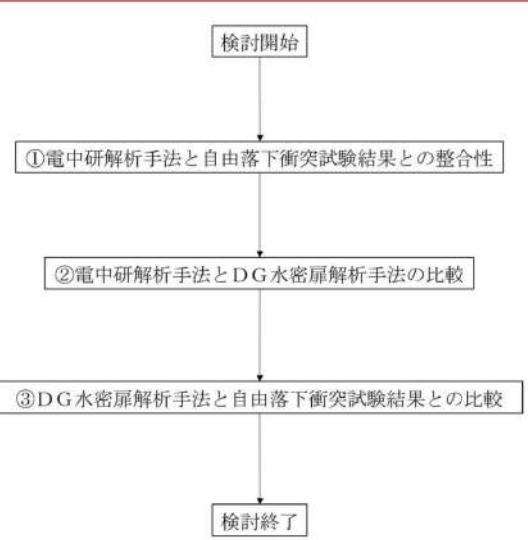
赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

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3.11）

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>成果における等価直径 d に関する知見③を用いる。 設計飛来物が衝突する衝突断面の等価直径として、設計飛来物である鋼製材の衝突断面において最も面積が小さい $0.3\text{m} \times 0.2\text{m} = 0.06\text{m}^2$ の面が被衝突体である水密扉に衝突することを想定し、知見③を適用し、この投影面積と等価な円の直径は $0.06\text{m}^2 = \pi \times d^2 / 4$ より、$d = 0.276\text{m}$ となる。</p> <p>(3) 鋼板の材質に関する係数 K について</p> <div style="border: 1px solid black; height: 80px; width: 100%;"></div> <p>(4) 評価における保守性について</p> <div style="border: 1px solid black; height: 150px; width: 100%;"></div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center; margin-top: 10px;"> 枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。 </div> <p>5. 結論 以上より、大阪3、4号機DG水密扉に対する評価については、電中研究成果における設計飛来物が衝突する衝突断面の等価直径 d に関する知見③のみ用いることとし、別紙2に記載しているDG水密扉に対する既往の貫通評価式(BRL式)における入力値は以下の第5-1表とする。</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <caption>第5-1表 DG水密扉に対する既往の貫通評価式(BRL式)における入力値</caption> <thead> <tr> <th>記号</th> <th>定義</th> <th>数値</th> <th>単位</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>d</td> <td>設計飛来物が衝突する衝突断面の等価直径</td> <td>0.276</td> <td>m</td> </tr> <tr> <td>K</td> <td>鋼板の材質に関する係数</td> <td>1</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>M</td> <td>設計飛来物の質量</td> <td>135</td> <td>kg</td> </tr> <tr> <td>V</td> <td>設計飛来物の最大水平速度</td> <td>57</td> <td>m/s</td> </tr> </tbody> </table>	記号	定義	数値	単位	d	設計飛来物が衝突する衝突断面の等価直径	0.276	m	K	鋼板の材質に関する係数	1	-	M	設計飛来物の質量	135	kg	V	設計飛来物の最大水平速度	57	m/s			
記号	定義	数値	単位																				
d	設計飛来物が衝突する衝突断面の等価直径	0.276	m																				
K	鋼板の材質に関する係数	1	-																				
M	設計飛来物の質量	135	kg																				
V	設計飛来物の最大水平速度	57	m/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3.11）

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2 付録4</p> <p style="text-align: center;">DG水密扉の飛来物衝突解析手法の保守性について</p> <p>1. 概要 別紙2において、DG水密扉に対して、3次元FEMモデルを用いた飛来物衝突評価を実施しており、本評価は、電力中央研究所報告「竜巻飛来物を模擬した重錘の鋼板上への自由落下衝突試験による鋼板貫通評価手法の提案」（以下、電中研報告という）において実施している重錘の自由落下衝突試験のための事前解析の解析手法を参考に実施している。 本資料においては、「電中研報告における解析手法（以下、電中研解析手法という）が重錘の自由落下衝突試験結果と整合していること」、「別紙2に記載のDG水密扉の飛来物衝突解析手法（以下、DG水密扉解析手法という）の保守性」について記載する。これらに係る評価フローを第1-1図に示す。</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 10px; margin: 10px 0;">  <pre> graph TD A[検討開始] --> B[①電中研解析手法と自由落下衝突試験結果との整合性] B --> C[②電中研解析手法とDG水密扉解析手法の比較] C --> D[③DG水密扉解析手法と自由落下衝突試験結果との比較] D --> E[検討終了] </pre> </div> <p>第1-1図 DG水密扉解析手法の保守性に関する評価フロー</p> <p>2. 電中研解析手法と自由落下衝突試験結果との整合性について (1) 事前解析における塑性ひずみ及び試験結果における貫通有無について 電中研報告においては、事前解析にて得られた衝突エネルギーと鋼</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3.11）

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>板に発生する相当塑性ひずみの関係を求め、試験の重錘落下高さに反映を行っている。その際に得られた事前解析結果による相当塑性ひずみと自由落下衝突試験における貫通有無の関係を第2-1表に示す。</p> <div data-bbox="80 252 689 486" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>第2-1表 事前解析結果による相当塑性ひずみと自由落下衝突試験における貫通有無</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">試験（解析）ケース</th> <th colspan="3">試験条件</th> <th rowspan="2">実験結果による貫通有無</th> <th rowspan="2">事前解析で得られた相当塑性ひずみ(%)</th> </tr> <tr> <th>飛来物</th> <th>被衝突体^{※1}</th> <th>落下高さ(m)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>SS-1</td> <td>剛パイプ重錘</td> <td>SS400</td> <td>17.0</td> <td>有</td> <td>17.4</td> </tr> <tr> <td>SS-2</td> <td>剛パイプ重錘</td> <td>SS400</td> <td>12.5</td> <td>有</td> <td>14.9</td> </tr> <tr> <td>SS-4</td> <td>剛パイプ重錘</td> <td>SS400</td> <td>11</td> <td>無</td> <td>14.1</td> </tr> <tr> <td>SS-3</td> <td>剛パイプ重錘</td> <td>SS400</td> <td>9.5</td> <td>無</td> <td>13.0</td> </tr> </tbody> </table> <p>※1：有効開口部サイズ1.4m×1.4m×t9mm、接続部2辺固定</p> <p>上記の試験結果及び事前解析結果より、試験ケースSS-2においては、貫通が発生しており、事前解析により得られた相当塑性ひずみは、14.9%である。また、試験ケースSS-4においては、貫通が発生しておらず、事前解析により得られた相当塑性ひずみは、14.1%である。したがって、試験結果及び事前解析結果より、<u>SS400鋼板については、相当塑性ひずみが14.1%～14.9%の間で貫通が発生することが考えられる。</u></p> <p>(2) SS400鋼板の引張試験における塑性ひずみについて 以下の第2-2表に自由落下試験に用いたSS400鋼板の引張試験で得られた材料特性値を示す。ここで、試験に使用した被衝突体であるSS400鋼板の材料試験値から得られた引張ひずみに相当する塑性ひずみが14.9%であることから、<u>被衝突体であるSS400鋼板の塑性ひずみが14.9%付近に達した場合に飛来物が貫通することが考えられる。</u></p> <div data-bbox="80 962 689 1117" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>第2-2表 自由落下試験に用いたSS400鋼板の材料試験値他</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">部材</th> <th colspan="4">材料試験結果（平均値）</th> <th rowspan="2">引張ひずみを真ひずみに換算した値(%)</th> <th rowspan="2">塑性ひずみ（左記から弾性ひずみを差し引いた値）</th> </tr> <tr> <th>降伏応力(MPa)</th> <th>引張強さ(MPa)</th> <th>引張ひずみ(%)</th> <th>ヤング率(GPa)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>鋼板(SS400)</td> <td>322.3</td> <td>474.4</td> <td>0.1624</td> <td>209.7</td> <td>0.151</td> <td>0.149</td> </tr> </tbody> </table> </div> <p>(3) 電中研解析手法及び自由落下衝突試験結果と材料試験値の整合性 (1)により事前解析における相当塑性ひずみと自由落下衝突試験における貫通有無より、飛来物衝突により発生するSS400鋼板の相当塑性ひずみが14.1～14.9%に達した場合に貫通することが考えられること、(2)のSS400鋼板の引張試験における材料試験値よりSS400鋼板の塑性ひずみが14.9%であることから、電中研報告における事前解析及び自由落下衝突試験結果は材料試験結果とよく整合していることが確認できる。 したがって、電中研解析手法は自由落下衝突試験結果とよく整合している解析手法であるといえる。以下の第2-3表に電中研報告にお</p> </div>	試験（解析）ケース	試験条件			実験結果による貫通有無	事前解析で得られた相当塑性ひずみ(%)	飛来物	被衝突体 ^{※1}	落下高さ(m)	SS-1	剛パイプ重錘	SS400	17.0	有	17.4	SS-2	剛パイプ重錘	SS400	12.5	有	14.9	SS-4	剛パイプ重錘	SS400	11	無	14.1	SS-3	剛パイプ重錘	SS400	9.5	無	13.0	部材	材料試験結果（平均値）				引張ひずみを真ひずみに換算した値(%)	塑性ひずみ（左記から弾性ひずみを差し引いた値）	降伏応力(MPa)	引張強さ(MPa)	引張ひずみ(%)	ヤング率(GPa)	鋼板(SS400)	322.3	474.4	0.1624	209.7	0.151	0.149			
試験（解析）ケース		試験条件					実験結果による貫通有無	事前解析で得られた相当塑性ひずみ(%)																																														
	飛来物	被衝突体 ^{※1}	落下高さ(m)																																																			
SS-1	剛パイプ重錘	SS400	17.0	有	17.4																																																	
SS-2	剛パイプ重錘	SS400	12.5	有	14.9																																																	
SS-4	剛パイプ重錘	SS400	11	無	14.1																																																	
SS-3	剛パイプ重錘	SS400	9.5	無	13.0																																																	
部材	材料試験結果（平均値）				引張ひずみを真ひずみに換算した値(%)	塑性ひずみ（左記から弾性ひずみを差し引いた値）																																																
	降伏応力(MPa)	引張強さ(MPa)	引張ひずみ(%)	ヤング率(GPa)																																																		
鋼板(SS400)	322.3	474.4	0.1624	209.7	0.151	0.149																																																

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3.11）

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>ける事前解析、自由落下衝突試験及び材料試験から得られた結果を示す。</p> <table border="1" data-bbox="85 231 687 414"> <caption>第2-3表 電中研報告における事前解析、自由落下衝突試験及び材料試験から得られた結果</caption> <thead> <tr> <th>事前解析及び自由落下衝突試験から得られた結果</th> <th>材料試験から得られた結果</th> <th>結論</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>SS400 鋼板については、飛来物衝突により相当塑性ひずみが14.1%～14.9%に達した場合に貫通する。</td> <td>自由落下衝突試験に使用したSS400 鋼板の引張ひずみに相当する塑性ひずみが14.9%</td> <td>左記より電中研解析手法は自由落下衝突試験結果とよく整合しているといえる。</td> </tr> </tbody> </table> <p>3. 電中研解析手法とDG水密扉解析手法の比較について 電中研解析手法とDG水密扉解析手法の比較を第3-1表に示す。本比較表より、DG水密扉解析手法については、「静的な物性値の出典」及び「破断ひずみ（破断条件）」において、保守性を有しており、その他については、差異がないことからDG水密扉解析手法は電中研解析手法に比べ保守性を有しているといえる。</p>	事前解析及び自由落下衝突試験から得られた結果	材料試験から得られた結果	結論	SS400 鋼板については、飛来物衝突により相当塑性ひずみが14.1%～14.9%に達した場合に貫通する。	自由落下衝突試験に使用したSS400 鋼板の引張ひずみに相当する塑性ひずみが14.9%	左記より電中研解析手法は自由落下衝突試験結果とよく整合しているといえる。			
事前解析及び自由落下衝突試験から得られた結果	材料試験から得られた結果	結論							
SS400 鋼板については、飛来物衝突により相当塑性ひずみが14.1%～14.9%に達した場合に貫通する。	自由落下衝突試験に使用したSS400 鋼板の引張ひずみに相当する塑性ひずみが14.9%	左記より電中研解析手法は自由落下衝突試験結果とよく整合しているといえる。							

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3.11）

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
第3-1表 電中研解析手法とDG水密扉解析手法の差異					
比較項目	電中研解析手法	DG水密扉解析手法	備考		
解析コード	AUTODYN	LS-DYNA	「原子力安全基盤機構：原子力発電施設等に係る構造物の爆発衝撃荷重挙動解析GINES/SSD08-014,平成20年11月」により2種のコードによる解析比較でコードに依存する特性は比較的少ないことが確認されており、差異はない。		
材料物性値	静的な物性値の出現	材料試験値	JIS規格値	電中研解析手法については、引張試験において得られた材料試験値を使用しており、JIS規格値を使用しているDG水密扉解析手法は、保守性を確保している。	
	動的な物性値の出現	WES式 ^{※1}	同左	※1：旧日本規格協会「動的繰返し大変形を受ける高接鋼構造物の脆性破壊性能評価法、WES2008-2003」による確定式	
	応力-ひずみ関係	Cowper-Symondsモデル ^{※2}	同左	※2：「原子力安全基盤機構：原子力発電施設等に係る構造物の爆発衝撃荷重挙動解析GINES/SSD08-014,平成20年11月」において採用しているひずみ速度を考慮したモデル	
	破断ひずみ（破断条件）	相当塑性ひずみ ϵ_{SE} 、JIS規格 ^{※3} の限界 ϵ_{SE} 、破断ひずみ ϵ_{SE} におけるTF=2の値に達した場合を提案（例、SS400の場合：12.8%、SCS304の場合：30.5%）		破断ひずみについて電中研発表の値に付し、小さな値を採用していることから破断しやすくなる見込みとなっており、保守性を定めている。 ※3：「日本機械学会：発電用原子力設備規格シビアアクシデント時の構造健全性評価ガイドライン（BWR 調整協納審議）」（2014年7月）	
枠組みの範囲は構造物に関する事項ですので公開することはできません。					
<p>4. DG水密扉解析手法と自由落下衝突試験結果との比較について</p> <p>DG水密扉解析手法の保守性を確認することを目的として、第3-1表に記載しているDG水密扉解析手法における設定値を用いて電中研報告における重錘の鋼板上への自由落下衝突試験（以下、電中研試験という）の追解析を行った。その結果を第4-1表に示す。</p> <p>第4-1表の追解析結果より、自由落下衝突試験において貫通が発生しなかったケースにおいてもDG水密扉解析手法による解析結果においては、貫通が発生していること、貫通が発生したケースにおける残留速度が自由落下衝突試験結果の残留速度よりも大きいことから、DG水密扉解析手法は十分な保守性を有しているといえる。</p> <p>第4-1図に参考として解析モデル、第4-2図及び第4-3図にそれ</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3.11）

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>ぞれ鋼板及び重錘の応力-ひずみ線図、第4-4図～第4-7図にSS-1～SS-4のケースにおけるミーゼス応力最大値の時刻歴、第4-8図にSS-4のケースの解析終了時におけるミーゼス応力分布図を示す。解析モデルは電中研試験と同様2辺固定とし、重錘部については、密度を大きくした要素を採用することで重錘の重量を模擬している。</p> <div data-bbox="71 311 698 1098" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p style="text-align: center;">第4-1表 DG水密層解析手法による自由落下衝突試験の追解析</p> <table border="1" data-bbox="71 343 698 534"> <thead> <tr> <th rowspan="2">試験ケース</th> <th colspan="3">試験条件</th> <th rowspan="2">実験結果による貫通有無(残留速度(m/s))</th> <th rowspan="2">DG水密層解析手法を用いた追解析による貫通有無(残留速度(m/s))</th> </tr> <tr> <th>飛来物</th> <th>被衝突体</th> <th>落下高さ(m)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>SS-1</td> <td>剛パイプ重錘</td> <td>SS400</td> <td>17</td> <td>有(8.5m/s)</td> <td rowspan="5" style="border: 2px solid black;"></td> </tr> <tr> <td>SS-2</td> <td>剛パイプ重錘</td> <td>SS400</td> <td>12.5</td> <td>有(2.9m/s)</td> </tr> <tr> <td>SS-4</td> <td>剛パイプ重錘</td> <td>SS400</td> <td>11</td> <td>無</td> </tr> <tr> <td>SS-3</td> <td>剛パイプ重錘</td> <td>SS400</td> <td>9.5</td> <td>無</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <div data-bbox="71 590 548 965" style="border: 2px solid black; height: 235px; margin-top: 10px;"></div> <p style="text-align: center;">第4-1図 解析モデル(1/4対称モデル)</p> <div data-bbox="156 1045 683 1077" style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-top: 10px;"> 枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。 </div> </div>	試験ケース	試験条件			実験結果による貫通有無(残留速度(m/s))	DG水密層解析手法を用いた追解析による貫通有無(残留速度(m/s))	飛来物	被衝突体	落下高さ(m)	SS-1	剛パイプ重錘	SS400	17	有(8.5m/s)		SS-2	剛パイプ重錘	SS400	12.5	有(2.9m/s)	SS-4	剛パイプ重錘	SS400	11	無	SS-3	剛パイプ重錘	SS400	9.5	無								
試験ケース		試験条件					実験結果による貫通有無(残留速度(m/s))	DG水密層解析手法を用いた追解析による貫通有無(残留速度(m/s))																														
	飛来物	被衝突体	落下高さ(m)																																			
SS-1	剛パイプ重錘	SS400	17	有(8.5m/s)																																		
SS-2	剛パイプ重錘	SS400	12.5	有(2.9m/s)																																		
SS-4	剛パイプ重錘	SS400	11	無																																		
SS-3	剛パイプ重錘	SS400	9.5	無																																		

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3.11）

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="85 240 683 651" style="border: 2px solid black; height: 257px; width: 267px;"></div> <p data-bbox="181 659 577 678">第4-2図 応力一ひずみ線図（鋼板、SS400、厚さ9mm）</p> <div data-bbox="85 740 622 1091" style="border: 2px solid black; height: 220px; width: 240px;"></div> <p data-bbox="170 1102 533 1121">第4-3図 応力一ひずみ線図（重錘、SS400、厚さ16mm）</p> <div data-bbox="248 1262 683 1284" style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-top: 10px;"> <p data-bbox="293 1265 638 1281">枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。</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）

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3.11）

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="89 231 683 630" style="border: 2px solid black; height: 250px; margin-bottom: 10px;"></div> <p data-bbox="190 630 582 646">第4-4図 ケースSS-1におけるミーゼス応力の最大値の時刻歴</p> <div data-bbox="89 710 683 1093" style="border: 2px solid black; height: 240px; margin-bottom: 10px;"></div> <p data-bbox="190 1093 582 1109">第4-5図 ケースSS-2におけるミーゼス応力の最大値の時刻歴</p> <div data-bbox="250 1173 683 1204" style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-top: 10px;"> <p data-bbox="291 1173 638 1189">特開みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。</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）

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3.11）

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
<div data-bbox="85 236 683 630" style="border: 2px solid black; height: 247px; width: 267px;"></div> <p data-bbox="181 635 577 651">第4-6図 ケースSS-4におけるミーゼス応力の最大値の時刻歴</p> <div data-bbox="85 710 683 1093" style="border: 2px solid black; height: 240px; width: 267px;"></div> <p data-bbox="181 1098 577 1114">第4-7図 ケースSS-4におけるミーゼス応力の最大値の時刻歴</p> <div data-bbox="250 1173 683 1204" style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: 193px; margin-top: 10px;"> 枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。 </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）

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3.11）

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="85 236 674 571" style="border: 2px solid black; width: 100%; height: 100%;"></div> <p data-bbox="174 579 584 598">第4-8図 ケースSS-4における解析終了時のミーゼス応力分布図</p> <div data-bbox="250 1054 685 1082" style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-top: 100px;"> <p data-bbox="293 1058 642 1074">作図みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。</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）

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3.11）

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2 付録3</p> <p>電力中央研究所報告「竜巻飛来物を模擬した重錘の鋼板上への自由落下衝突試験による鋼板貫通評価手法の提案」における柔パイプ重錘の自由落下衝突試験結果の成果の適用条件について</p> <p>1. 概要</p> <p>別紙2 付録3 においては、DG水密扉への設計飛来物貫通評価（BRL式における貫通評価）に対する電中研成果（柔パイプ重錘における自由落下衝突試験結果の知見）の適用性及び保守性について記載しているが、本資料においては、その他の評価対象施設（竜巻防護施設、竜巻防護施設を内包する施設及び竜巻飛来物防護対策設備）への貫通評価に対しての電中研成果（柔パイプ重錘における自由落下衝突試験結果の知見）の適用条件に関する考え方を参考に記載にする。</p> <p>電中研成果（柔パイプ重錘における自由落下衝突試験結果の知見）の適用条件に関する考え方の検討フローを以下の第1-1図に示す。</p> <div data-bbox="73 730 692 1114" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p style="text-align: center;">第1-1図 電中研成果（柔パイプ重錘における試験結果の知見）の適用条件に関する考え方の検討フロー</p> </div> <p>2. 電中研成果のうち柔パイプ重錘における自由落下衝突試験の知見の適用条件</p> <p>(1) 柔パイプ重錘における自由落下衝突試験の試験条件について</p> <p>第2-1表に柔パイプ重錘における自由落下衝突試験における飛来物と被衝突体の条件を示す。第2-1表に記載のとおり、<u>被衝突体は形状が平板であり、材質SS400、有効開口部のサイズが縦1400m×横1400m×厚み9mm、接続条件は2辺固定であることから、本条件と同等以上の場合に柔パイプ重錘における試験結果の知見（知見③）を適用することとする。</u></p> <p>(2) 柔パイプ重錘における自由落下衝突試験の試験条件に係る同等</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3.11）

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>以上について</p> <p>第2-1表に記載の試験条件のうち、被衝突体の材質、有効開口部のサイズ及び接続部の固定条件における同等以上について明確化を行うため、「材質については、SS400及びSUS304」、「有効開口部のサイズについては、縦1400mm×横1400mm×厚み9mm、縦1000mm×横1000mm×厚み9mm及び縦800mm×横800mm×厚み9mm」、「接続部の固定条件については2辺固定及び4辺固定」とした場合の適用条件について、電中研にて3次元FEMモデルによる飛来物衝突解析を実施した結果を第2-2表に示す。</p> <div style="border: 1px solid black; height: 40px; width: 250px; margin: 10px 0;"></div> <p>(3) 柔パイプ重錘における自由落下衝突試験の知見の適用条件について</p> <div style="border: 1px solid black; height: 150px; width: 250px; margin: 10px 0;"></div> <p style="text-align: center;">第2-1表 柔パイプ重錘における自由落下衝突試験の試験条件</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="4">飛来物</th> <th colspan="4">被衝突体</th> </tr> <tr> <th>名称</th> <th>形状(材質)</th> <th>衝突断面形状(mm)</th> <th>衝突エネルギー(kJ)</th> <th>形状</th> <th>材質</th> <th>有効開口部のサイズ(mm)</th> <th>接続部</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>柔パイプ重錘</td> <td>角パイプ(SS400)</td> <td>250×250×t4.5</td> <td>182</td> <td>平板</td> <td>SS400</td> <td>縦1400×横1400×厚み9</td> <td>2辺固定</td> </tr> </tbody> </table> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0; width: fit-content;"> <p>特開みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。</p> </div>	飛来物				被衝突体				名称	形状(材質)	衝突断面形状(mm)	衝突エネルギー(kJ)	形状	材質	有効開口部のサイズ(mm)	接続部	柔パイプ重錘	角パイプ(SS400)	250×250×t4.5	182	平板	SS400	縦1400×横1400×厚み9	2辺固定			
飛来物				被衝突体																							
名称	形状(材質)	衝突断面形状(mm)	衝突エネルギー(kJ)	形状	材質	有効開口部のサイズ(mm)	接続部																				
柔パイプ重錘	角パイプ(SS400)	250×250×t4.5	182	平板	SS400	縦1400×横1400×厚み9	2辺固定																				

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3.11）

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>第2-2表 電中研解析手法を用いた被衝突体の材質、有効開口部のサイズ及び固定条件における同等以上の検討結果について</p> <table border="1" data-bbox="85 288 674 660"> <thead> <tr> <th colspan="3">設計機来物の条件</th> <th colspan="3">被衝突体</th> <th rowspan="2">貫通有無(○：無、×：有)</th> </tr> <tr> <th>材質</th> <th>寸法(mm)</th> <th>衝突速度(m/s)</th> <th>材質</th> <th>有効開口部サイズ(mm)</th> <th>接続部</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">SN490B^{※1}</td> <td rowspan="2">縦 200×横 300×長さ 4200(板厚 4.22)</td> <td rowspan="2">51</td> <td>SS400</td> <td rowspan="2">[Redacted]</td> <td rowspan="2">[Redacted]</td> <td rowspan="2">[Redacted]</td> </tr> <tr> <td>SUS304</td> </tr> </tbody> </table> <p>※1：自由落下衝突試験における柔バイズ重錘の材質はSS400であるが、解析においては、保守的にSN490Bとした。</p> <p>第2-3表 電中研の知見（知見③：設計機来物の衝突面の投影面積と等価な円の直径からDB値を算出する際のDB値）</p> <p>[Redacted]</p> <p>※1：DB値の算出は機密に係る事項ですので公開することはできません。</p>	設計機来物の条件			被衝突体			貫通有無(○：無、×：有)	材質	寸法(mm)	衝突速度(m/s)	材質	有効開口部サイズ(mm)	接続部	SN490B ^{※1}	縦 200×横 300×長さ 4200(板厚 4.22)	51	SS400	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	SUS304			
設計機来物の条件			被衝突体			貫通有無(○：無、×：有)																		
材質	寸法(mm)	衝突速度(m/s)	材質	有効開口部サイズ(mm)	接続部																			
SN490B ^{※1}	縦 200×横 300×長さ 4200(板厚 4.22)	51	SS400	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]																		
			SUS304																					

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3.12）

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17</p> <p>起回事象を竜巻とした場合の排気筒の取り扱いについて</p> <p>排気筒（厚さ3mm）については、最大風速100m/sの竜巻において飛来物により損傷するとの評価結果となっていることから、その対応について、大飯3号機を基に以下のとおり整理した。</p> <p>1. 排気筒の安全機能</p> <ul style="list-style-type: none"> ・「設置許可基準規則」において、「安全機能」は次のように定義されている。 <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>五 「安全機能」とは、発電用原子炉施設の安全性を確保するために必要な機能であって、次に掲げるものをいう。</p> <p>イ その機能の喪失により発電用原子炉施設に運転時の異常な過渡変化又は設計基準事故が発生し、これにより公衆又は従事者に放射線障害を及ぼすおそれがある機能</p> <p>ロ 発電用原子炉施設の運転時の異常な過渡変化又は設計基準事故の拡大を防止し、又は速やかにその事故を収束させることにより、公衆又は従事者に及ぼすおそれがある放射線障害を防止し、及び放射性物質が発電用原子炉を設置する工場又は事業所外へ放出されることを抑制し、又は防止する機能</p> </div> <p>・排気筒については、設計基準事故である原子炉冷却材喪失、制御棒飛び出しにおいて、格納容器等から放出される放射性物質による敷地等境界での被ばくを軽減するため、排気筒を経由した高所クレジットを期待し安全解析を実施している。</p> <p>このことから、排気筒の有する安全機能、つまり放射性物質の放出低減機能は「発電用原子炉施設の運転時の異常な過渡変化又は設計基準事故の拡大を防止し、又は速やかにその事故を収束させることにより、公衆又は従事者に及ぼすおそれがある放射線障害を防止し、及び放射性物質が発電用原子炉を設置する工場又は事業所外へ放出されることを抑制し、又は防止する機能」に該当することになる。</p>		<p style="text-align: right;">添付資料3.12</p> <p>起回事象を竜巻とした場合の排気筒の取り扱いについて</p> <p>排気筒（厚さ4mm）については、最大風速100m/sの竜巻において飛来物により損傷するとの評価結果となっていることから、その対応について、以下のとおり整理した。</p> <p>1. 排気筒の安全機能</p> <ul style="list-style-type: none"> ・「設置許可基準規則」において、「安全機能」は次のように定義されている。 <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>五 「安全機能」とは、発電用原子炉施設の安全性を確保するために必要な機能であって、次に掲げるものをいう。</p> <p>イ その機能の喪失により発電用原子炉施設に運転時の異常な過渡変化又は設計基準事故が発生し、これにより公衆又は従事者に放射線障害を及ぼすおそれがある機能</p> <p>ロ 発電用原子炉施設の運転時の異常な過渡変化又は設計基準事故の拡大を防止し、又は速やかにその事故を収束させることにより、公衆又は従事者に及ぼすおそれがある放射線障害を防止し、及び放射性物質が発電用原子炉を設置する工場又は事業所（以下「工場等」という。）外へ放出されることを抑制し、又は防止する機能</p> </div> <p>・排気筒については、設計基準事故である原子炉冷却材喪失、制御棒飛び出しにおいて、格納容器等から放出される放射性物質による敷地境界での被ばくを軽減するため、排気筒を経由した高所クレジットを期待し安全解析を実施している。</p> <p>このことから、排気筒の有する安全機能、つまり放射性物質の放出低減機能は「発電用原子炉施設の運転時の異常な過渡変化又は設計基準事故の拡大を防止し、又は速やかにその事故を収束させることにより、公衆又は従事者に及ぼすおそれがある放射線障害を防止し、及び放射性物質が発電用原子炉を設置する工場又は事業所外へ放出されることを抑制し、又は防止する機能」に該当することになる。</p>	<p>【大飯】 記載表現の相違</p> <p>【女川】 記載の充実 ・大飯審査実績の反映</p> <p>【大飯】 設計の相違</p> <p>【大飯】 法令の改正による相違 (以下、法令の引用に関する相違は、相違理由の記載を省略する。)</p> <p>【大飯】 評価範囲の相違 ・大飯の評価範囲には、地役権設定区域を含んでいるため、“等”を記載している。一方で、泊の評価範囲に地役権設定区域はない状況で申請中のため、“等”の記載は必要ない。(以下、同様の相違理由は省略する。)</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）

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3.12）

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、設計基準事故のうち周辺環境に影響を与える事故として、原子炉冷却材喪失以外にも、放射性気体廃棄物処理施設の破損、蒸気発生器伝熱管破損並びに燃料集合体の落下が該当するが、これら事象については排気筒からの高所クレジットを期待しない地上放出にて安全解析を実施している。</p> <ul style="list-style-type: none"> 平常時にも排気筒からは、格納容器内の空気のパージ、気体廃棄物の計画放出等を実施している。その際も排気筒からの高所放出を期待して敷地等境界での被ばく評価を実施しているが、これはALARAの精神に対応するものであり、設置許可基準規則の安全機能に該当するものではない。 <p>2. 設置許可基準第6条（外部からの衝撃による損傷の防止）及び27条（放射性廃棄物の処理施設）への適合性</p> <ul style="list-style-type: none"> 設置許可基準規則第6条の要求は次のようになっている。 <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>安全施設は、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ないものでなければならない。</p> <p>2 重要安全施設は、当該需要安全施設に大きな影響を及ぼすおそれがあると想定される自然事象により当該重要安全施設に作用する衝撃及び設計基準事故時に生ずる応力を適切に考慮したものでなければならない。</p> <p>（解釈）</p> <p>3 第1項に規定する「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」とは、設計上の考慮を要する自然現象又はその組み合わせに遭遇した場合において、自然事象そのものもたらす環境条件及びその結果として施設で生じ得る環境条件において、その設備が有する安全機能が達成されることをいう。</p> <p>5 第2項に規定する「大きな影響を及ぼすおそれがあると想定される自然事象」とは、対象となる自然事象に対応して、最新の科学的技術的知見を踏まえて適切に予想されるものをいう。なお、過去の記録、現地調査の結果及び最新知見等を参考にして、必要のある場合には、異種の自然事象を重畳させるものとする。</p> <p>6 第2項に規定する「適切に考慮したもの」とは、大きな影響を及ぼすおそれがあると想定される自然事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が発生した場合に生じる応力を単純に加算することを必ずしも要求するものではなく、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た場合をいう。</p> </div>		<p>なお、設計基準事故のうち周辺環境に影響を与える事故として、原子炉冷却材喪失以外にも、放射性気体廃棄物処理施設の破損、蒸気発生器伝熱管破損並びに燃料集合体の落下が該当するが、これら事象については排気筒からの高所クレジットを期待しない地上放出にて安全解析を実施している。</p> <ul style="list-style-type: none"> 平常時にも排気筒からは、格納容器内の空気のパージ、気体廃棄物の計画放出等を実施している。その際も排気筒からの高所放出を期待して敷地境界での被ばく評価を実施しているが、これはALARAの精神に対応するものであり、設置許可基準規則の安全機能に該当するものではない。 <p>2. 設置許可基準第6条（外部からの衝撃による損傷の防止）及び27条（放射性廃棄物の処理施設）への適合性</p> <ul style="list-style-type: none"> 設置許可基準規則第6条の要求は次のようになっている。 <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>安全施設（兼用キャスクを除く。）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ないものでなければならない。</p> <p>2 重要安全施設は、当該需要安全施設に大きな影響を及ぼすおそれがあると想定される自然現象により当該重要安全施設に作用する衝撃及び設計基準事故時に生ずる応力を適切に考慮したものでなければならない。</p> <p>（解釈）</p> <p>3 第1項に規定する「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」とは、設計上の考慮を要する自然現象又はその組み合わせに遭遇した場合において、自然事象そのものもたらす環境条件及びその結果として施設で生じ得る環境条件において、その設備が有する安全機能が達成されることをいう。</p> <p>5 第2項に規定する「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」とは、対象となる自然現象に対応して、最新の科学的技術的知見を踏まえて適切に予想されるものをいう。なお、過去の記録、現地調査の結果及び最新知見等を参考にして、必要のある場合には、異種の自然現象を重畳させるものとする。</p> <p>6 第2項に規定する「適切に考慮したもの」とは、大きな影響を及ぼすおそれがあると想定される自然現象により当該重要安全施設に作用する衝撃及び設計基準事故が発生した場合に生じる応力を単純に加算することを必ずしも要求するものではなく、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た場合をいう。</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）

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3.12）

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>・竜巻を起因として、原子炉冷却材喪失、制御棒飛び出しに発展することがないよう、1次冷却材配管、制御棒駆動装置等は、原子炉格納容器、原子炉建屋等の頑健な建屋内に施設していること、原子炉補機冷却水用の海水ポンプについては防護ネットにて防護していることから、竜巻を起因としてこれら設計基準事故に発展することはない。</p> <p>上記の1項で述べたように、排気筒が有する安全機能は原子炉冷却材喪失、制御棒飛び出しにおける放射性物質の放出低減機能であり、竜巻を起因としてこれらの設計基準事故に発展することはないことから、竜巻影響評価においては、設計基準事故と重ならない限りにおいて排気筒に求められる安全機能要求はない。</p> <p>また、設計基準事故と最大風速100m/s（ハザード曲線から10⁻⁷/炉・年程度）の竜巻の発生頻度、飛来物が排気筒に衝突する頻度を考えた場合、設計基準事故との重ね合わせは、その可能性が小さいものと考えている。従って、竜巻影響評価においては、3項で述べる点検、補修、原子炉停止等の対応をとることにより、第6条に求めている自然事象そのものがもたらす環境条件の結果として生じ得る環境条件において、安全機能の要求はなく第6条に適合しているものと考えている。</p> <p>なお、風速約30～49m/s（ハザード曲線から10⁻³～10⁻⁴/炉・年以下）では、飛来物として想定している鋼製材、鉄パイプ、砂利において、砂利のみが49m/sにて3m舞い上がるが、砂利の貫通厚さは1mm程度であるので厚さ3mmの排気筒を貫通することはない。</p> <p>さらに、原子炉冷却材喪失時において排気筒に期待している高所放出の安全機能について、事故の中で被ばく上最も厳しい原子炉冷却材喪失において、排気筒機能を喪失したと仮定した場合の影響評価をした結果、添付十の結果が約0.051mSv（高所放出）から約0.078mSv（地上放出）に増加するものの、線量めやす値である5mSvを超えないことを確認している。</p> <p>また、排気筒の機能喪失を仮定した場合の、中央制御室等における運転員の実効線量は3号炉で約26mSv及び4号炉で約14mSvであり、判断のめやすの実効線量100mSvを超えないことを確認している。</p>		<p>・竜巻を起因として、原子炉冷却材喪失、制御棒飛び出しに発展することがないよう、1次冷却材配管、制御棒駆動装置等は、原子炉格納容器、原子炉建屋等の頑健な建屋内に施設していること、原子炉補機冷却水海水ポンプについては竜巻防護ネットにて防護していることから、竜巻を起因としてこれら設計基準事故に発展することはない。</p> <p>上記の1項で述べたように、排気筒が有する安全機能は原子炉冷却材喪失、制御棒飛び出しにおける放射性物質の放出低減機能であり、竜巻を起因としてこれらの設計基準事故に発展することはないことから、竜巻影響評価においては、設計基準事故と重ならない限りにおいて排気筒に求められる安全機能要求はない。</p> <p>また、設計基準事故と最大風速100m/s（ハザード曲線から10⁻⁷/炉・年程度）の竜巻の発生頻度、飛来物が排気筒に衝突する頻度を考えた場合、設計基準事故との重ね合わせは、その可能性が小さいものと考えている。従って、竜巻影響評価においては、3項で述べる点検、補修、原子炉停止等の対応をとることにより、第6条に求めている自然事象そのものがもたらす環境条件の結果として生じ得る環境条件において、安全機能の要求はなく第6条に適合しているものと考えている。</p> <p>なお、風速約33～53m/s（ハザード曲線から10⁻³～10⁻⁴/炉・年以下）では、飛来物として想定している鋼製材、鉄パイプ、砂利において、砂利のみが53m/sにて9m舞い上がるが、砂利の貫通厚さは1mm程度であるので厚さ4mmの排気筒を貫通することはない。</p> <p>さらに、原子炉冷却材喪失時において排気筒に期待している高所放出の安全機能について、事故の中で被ばく上最も厳しい原子炉冷却材喪失において、排気筒機能を喪失したと仮定した場合の影響評価をした結果、添付十の結果が約0.23mSv（高所放出）であるのに対し、地上放出の場合も約0.23mSvと同等であることから、線量めやす値である5mSvを超えないことを確認している。</p> <p>また、排気筒の機能喪失を仮定した場合の、中央制御室等における運転員の実効線量は3号炉で約28mSvであり、判断のめやすの実効線量100mSvを超えないことを確認している。</p>	<p>【大飯】 記載表現の相違</p> <p>【大飯】 設備名称の相違</p> <p>【大飯】 ハザード曲線の違いによる評価結果の相違</p> <p>【大飯】 解析条件の相違</p> <p>【大飯】 解析条件の違いによる評価結果の相違</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）

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3.12）

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>・設置許可基準規則第27条の要求は次のようになっている。</p> <p>工場等には、次に掲げるところにより、通常運転時において放射性廃棄物（実用炉規則第二条第二項第二号に規定する放射性廃棄物をいう。以下同じ。）を処理する施設（安全施設に係るものに限る。以下この条において同じ。）を設けなければならない。</p> <p>一 周辺監視区域の外の空气中及び周辺監視区域の境界における水中の放射性物質の濃度を十分に低減できるよう、発電用原子炉施設において発生する放射性廃棄物を処理する能力を有するものとする。</p> <p>（解釈）</p> <p>1 第1号に規定する「放射性物質の濃度を十分に低減できる」とは、気体廃棄物処理施設にあつては、ろ過、貯留、減衰及び管理等により、液体廃棄物処理施設にあつてはろ過、蒸発処理、イオン交換、貯留、減衰及び管理等によること。</p> <p>2 第1号に規定する「十分に低減できる」とは、As Low As Reasonably Achievable(ALARA)の考え方の下、当該工場等として「発電用軽水型原子炉施設周辺の線量目標値に関する指針」（昭和50年5月13日原子力安全委員会決定）において定める線量目標値（50マイクロシーベルト/年）が達成できるものであること。</p> <p>3 上記2の線量目標値の評価に当たっては、「発電用軽水型原子炉施設周辺の線量目標値に対する評価指針」（昭和51年9月28日原子力安全委員会決定）等において定めるところによること。</p> <p>・平常時の被ばく評価において、排気筒機能を喪失したと仮定（1年間）した場合の影響確認をした結果、添付九評価の結果約9μSvから約15μSvに増加するものの、線量めやす値である50μSvを超えないことを確認していることから、第27条に適合しているものと考えている。</p> <p>3. 排気筒が破損した場合の運用面での対応</p> <p>・発電所に竜巻襲来の恐れがある場合には、格納容器内の空気のパージ、気体廃棄物の計画放出等の操作を実施している場合には直ちに停止する。さらに、竜巻の襲来を確認した場合には、竜巻通過後速やかに排気筒の点検を実施する。</p> <p>具体的な点検は、次の手順で実施する。</p> <p>①双眼鏡を用いて排気筒全体に塗膜の剥離状況（上塗りと下塗りでは塗装色が異なる）、凹みの確認、異音の有無を確認する。</p> <p>②①で確認した結果、異常を確認した部位を恒設点検歩廊、格納容器屋上部歩廊、隣接号機の恒設点検歩廊等を用い重点的に双眼鏡による点検、異音の有無を確認する。恒設点検歩廊等から確認できにくい部分は仮設足場などを利用し点検する。</p>		<p>・設置許可基準規則第27条の要求は次のようになっている。</p> <p>工場等には、次に掲げるところにより、通常運転時において放射性廃棄物（実用炉規則第二条第二項第二号に規定する放射性廃棄物をいう。以下同じ。）を処理する施設（安全施設に係るものに限る。以下この条において同じ。）を設けなければならない。</p> <p>一 周辺監視区域の外の空气中及び周辺監視区域の境界における水中の放射性物質の濃度を十分に低減できるよう、発電用原子炉施設において発生する放射性廃棄物を処理する能力を有するものとする。</p> <p>（解釈）</p> <p>1 第1号に規定する「放射性物質の濃度を十分に低減できる」とは、気体廃棄物処理施設にあつては、ろ過、貯留、減衰及び管理等により、液体廃棄物処理施設にあつてはろ過、蒸発処理、イオン交換、貯留、減衰及び管理等によること。</p> <p>2 第1号に規定する「十分に低減できる」とは、As Low As Reasonably Achievable(ALARA)の考え方の下、当該工場等として「発電用軽水型原子炉施設周辺の線量目標値に関する指針」（昭和50年5月13日原子力安全委員会決定）において定める線量目標値（50マイクロシーベルト/年）が達成できるものであること。</p> <p>3 上記2の線量目標値の評価に当たっては、「発電用軽水型原子炉施設周辺の線量目標値に対する評価指針」（昭和51年9月28日原子力安全委員会決定）等において定めるところによること。</p> <p>・平常時の被ばく評価において、排気筒機能を喪失したと仮定（1年間）した場合の影響確認をした結果、添付九評価の結果約7.9μSvから約8.1μSvに増加するものの、線量めやす値である50μSvを超えないことを確認していることから、第27条に適合しているものと考えている。</p> <p>3. 排気筒が破損した場合の運用面での対応</p> <p>・発電所に竜巻襲来の恐れがある場合には、格納容器内の空気のパージ、気体廃棄物の計画放出等の操作を実施している場合には直ちに停止する。さらに、竜巻の襲来を確認した場合には、竜巻通過後速やかに排気筒の点検を実施する。</p> <p>具体的な点検は、次の手順で実施する。</p> <p>①双眼鏡を用いて排気筒全体に塗膜の剥離状況（上塗りと下塗りでは塗装色が異なる）、凹みの確認、異音の有無を確認する。</p> <p>②①で確認した結果、異常を確認した部位を恒設点検歩廊、格納容器屋上部歩廊を用い重点的に双眼鏡による点検、異音の有無を確認する。恒設点検歩廊等から確認できにくい部分は仮設足場などを利用し点検する。</p>	<p>【大飯】 解析条件の違いによる評価結果の相違</p> <p>【大飯】 確認時に使用する歩廊の相違</p>

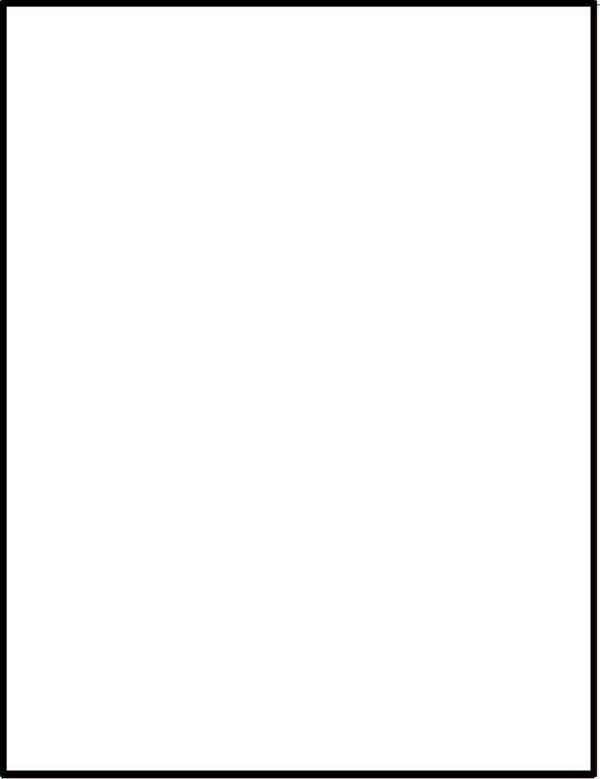
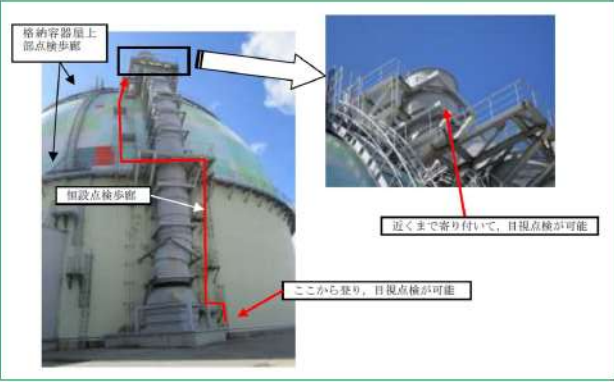
赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

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3.12）

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>なお、双眼鏡による目視確認では直径10mm程度の貫通穴であれば確認は可能であると考えている。（別紙参照）</p> <ul style="list-style-type: none"> 目視確認により排気筒に破損が確認された場合には、排気筒内を流れる流体の圧力は5kPa以下であることから、貫通穴を確認した場合は、金属パテとステンレステーブあるいはステンレス板と金属接着剤による応急補修を実施する。 貫通穴を確認し応急補修できない場合には、高所放出が期待できないものと判断し、保安規定・運転操作手順に従いプラントを停止させ原子炉冷却材喪失等発生時の蓋然性が低いプラント運転状態（モード5まで移行）に移行させる。（定格出力からRCS温度93℃への移行時間約23時間） <p>なお、この間にプラント停止に伴う格納容器からのページ等の平常時による影響を考慮した場合、敷地等境界での被ばくは約2.1μSvである。</p> <ul style="list-style-type: none"> 更に、竜巻襲来後の点検において損傷が確認されなかった場合にも、至近の定検において仮設足場等を設置して排気筒の細部点検を実施する。 <p>以上、竜巻を起因として放射性物質の放出を伴う設計基準事故に発展することはないことから、設計基準事故と重ならない限りにおいて竜巻影響評価においては、排気筒に求められる安全機能要求はなく、また、点検、補修、原子炉停止等の対応をとることにより、設置許可基準第6条及び第27条にも適合しているものと考えている。</p> <p>このため、万一排気筒が破損した場合は、原子炉冷却材喪失等が生じないプラント運転状態に短時間に移行することが可能であることから、容易に応急補修できない損傷を確認した場合は保安規定・運転操作手順に従いプラントを停止し、原子炉冷却材喪失等発生時の蓋然性が低いプラント運転状態（モード5）に短時間に移行することで対応する。</p> <p>なお、今後、竜巻発生後の排気筒の点検方法、点検結果を踏まえたプラント対応等の詳細を検討する。</p> <p style="text-align: right;">以上</p> <p>別紙：排気筒の健全性確認方法 参考：地上放出時の実効線量評価</p>	<p>女川原子力発電所2号炉</p>	<p>なお、双眼鏡による目視確認では直径10mm程度の貫通穴であれば確認は可能であると考えている。（別紙参照）</p> <ul style="list-style-type: none"> 目視確認により排気筒に破損が確認された場合には、排気筒内を流れる流体の圧力は5kPa以下であることから、貫通穴を確認した場合は、当て板とステンレステーブあるいは紫外線硬化型FRPシートとシール材による応急補修を実施する。 貫通穴を確認し応急補修できない場合には、高所放出が期待できないものと判断し、保安規定・運転操作手順に従いプラントを停止させ原子炉冷却材喪失等発生時の蓋然性が低いプラント運転状態（モード5まで移行）に移行させる。（定格出力からRCS温度93℃への移行時間約27時間） <p>なお、この間にプラント停止に伴う格納容器からのページ等の平常時による影響を考慮した場合、敷地境界での被ばくは約0.074μSvである。</p> <ul style="list-style-type: none"> さらに、竜巻襲来後の点検において損傷が確認されなかった場合にも、至近の定検において仮設足場等を設置して排気筒の細部点検を実施する。 <p>以上、竜巻を起因として放射性物質の放出を伴う設計基準事故に発展することはないことから、設計基準事故と重ならない限りにおいて竜巻影響評価においては、排気筒に求められる安全機能要求はなく、また、点検、補修、原子炉停止等の対応をとることにより、設置許可基準第6条及び第27条にも適合しているものと考えている。</p> <p>このため、万一排気筒が破損した場合は、原子炉冷却材喪失等が生じないプラント運転状態に短時間に移行することが可能であることから、容易に応急補修できない損傷を確認した場合は保安規定・運転操作手順に従いプラントを停止し、原子炉冷却材喪失等発生時の蓋然性が低いプラント運転状態（モード5）に短時間に移行することで対応する。</p> <p>なお、今後、竜巻発生後の排気筒の点検方法、点検結果を踏まえたプラント対応等の詳細を検討する。</p> <p style="text-align: right;">以上</p> <p>別紙：排気筒の健全性確認方法 参考：地上放出時の実効線量評価</p>	<p>相違理由</p> <p>【大阪】 補修に使用する材料の相違</p> <p>【大阪】 運転実績の相違</p> <p>【大阪】 解析条件の違いによる評価結果の相違</p> <p>【大阪】 記載表現の相違</p> <p>【大阪】 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3.12）

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>別紙：排気筒の健全性確認方法</p> <p>下図のように排気筒への寄り付きは恒設点検歩廊で可能であり、また、双眼鏡での目視点検も可能である。</p> 		<p>別紙：排気筒の健全性確認方法</p> <p>下図のように排気筒への寄り付きは恒設点検歩廊で可能であり、また、双眼鏡での目視点検も可能である。</p> 	<p>【大飯】 記載表現の相違 写真の視野は、異なるが、手順は同様である。</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3.12）

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：地上放出時の実行線量評価】</p> <p>竜巻による排気筒損傷と原子炉冷却材喪失事故が重畳したと仮定した場合、本来排気筒から高所放出される気体状の放射性物質を含む内部流体は、フィルタユニット通過後、低所から放出されることになる。このため、公衆又は従業者の被ばくの増加が考えられる。</p> <p>上記のような考え方を元に、公衆への影響評価として、原子炉冷却材喪失時（設計基準事故）を想定し、排気筒により高所放出されず、保守的に全量が地上放出されるとした場合の敷地等境界外における実効線量の評価を実施した。</p> <p>また、従事者への影響評価としては、第42回原子力発電所の新規制基準適合性に係る審査会合「資料1-1 大飯原子力発電所3号炉及び4号炉中央制御室について」（平成25年11月5日）において排気筒による高所放出を前提とした中央制御室等の運転員の被ばくを評価していることから、保守的に全量が地上放出されるとした場合の運転員の実効線量を評価した。</p> <p>公衆への影響評価での主要解析条件及び敷地等境界外における実効線量の比較を、それぞれ表1及び表2に示す。</p> <p>排気筒破損の影響により、地上放出として評価した結果、敷地等境界外における最大の実効線量は約0.078mSvであり、判断のめやすの実効線量5mSvを超えないことを確認した。</p> <p>また、従事者への影響評価での主要解析条件及び中央制御室における運転員の実効線量の比較を、それぞれ表3、表4、表5、表6及び表7に示す。排気筒破損の影響により、地上放出として評価した結果、中央制御室等における運転員の実効線量は3号炉で約26mSv及び4号炉で約14mSvであり、判断のめやすの実効線量100mSvを超えないことを確認した。</p>		<p>【参考：地上放出時の実効線量評価】</p> <p>竜巻による排気筒損傷と原子炉冷却材喪失事故が重畳したと仮定した場合、本来排気筒から高所放出される気体状の放射性物質を含む内部流体は、フィルタユニット通過後、低所から放出されることになる。このため、公衆又は従業者の被ばくの増加が考えられる。</p> <p>上記のような考え方を元に、公衆への影響評価として、原子炉冷却材喪失時（設計基準事故）を想定し、排気筒により高所放出されず、保守的に全量が地上放出されるとした場合の敷地境界外における実効線量の評価を実施した。</p> <p>また、従事者への影響評価としては、第35回原子力発電所の新規制基準適合性に係る審査会合「資料1-1 泊発電所3号機中央制御室について」（平成25年10月22日）において排気筒による高所放出を前提とした中央制御室等の運転員の被ばくを評価していることから、保守的に全量が地上放出されるとした場合の運転員の実効線量を評価した。</p> <p>公衆への影響評価での主要解析条件及び敷地境界外における実効線量の比較を、それぞれ表1及び表2に示す。</p> <p>排気筒破損の影響により、地上放出として評価した結果、敷地境界外における最大の実効線量は約0.23mSvであり、判断のめやすの実効線量5mSvを超えないことを確認した。</p> <p>また、従事者への影響評価での主要解析条件及び中央制御室における運転員の実効線量の比較を、それぞれ表3、表4及び表5に示す。排気筒破損の影響により、地上放出として評価した結果、中央制御室等における運転員の実効線量は約28mSvであり、判断のめやすの実効線量100mSvを超えないことを確認した。</p>	<p>【大飯】 記載表現の相違</p> <p>【大飯】 資料の相違</p> <p>【大飯】 解析条件の違いによる 評価結果の相違</p> <p>【大飯】 記載方針の相違</p> <p>【大飯】 解析条件の違いによる 評価結果の相違</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）

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3.12）

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 主要解析条件の比較 <table border="1"> <thead> <tr> <th>項目</th> <th>設計基準事故（原子炉冷却材喪失時）の解析条件</th> <th>影響評価における解析条件</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>原子炉熱出力</td> <td>3,479 MWt（定格熱出力の102%）</td> <td>同 左</td> </tr> <tr> <td>原子炉運転時間</td> <td>最高40,000時間</td> <td>同 左</td> </tr> <tr> <td>事故後、原子炉格納容器内に放出される核分裂生成物の量</td> <td>炉心内蓄積量の内 希ガス 1% 有機物 0.5%</td> <td>同 左</td> </tr> <tr> <td>原子炉格納容器に放出される有機物の形態</td> <td>有機物 4% 無機物 96%</td> <td>同 左</td> </tr> <tr> <td>原子炉格納容器に放出される核分裂生成物の内、原子炉格納容器内部に沈着する割合</td> <td>希ガス 0% 有機物 0% 無機物 50%</td> <td>同 左</td> </tr> <tr> <td>原子炉格納容器スプレイ水による無機物除去効率</td> <td>スプレイによる有機物除去に対する等価半減期 無機物 50秒 ただし、有機物・希ガスについては考慮しない。</td> <td>同 左</td> </tr> <tr> <td>原子炉格納容器スプレイによる除去効果が有効になる時間</td> <td>事故後6分</td> <td>同 左</td> </tr> <tr> <td>原子炉格納容器からの漏えい率</td> <td>次式により求めた値を下回らない値 $L = \frac{C}{V} \sqrt{\frac{\Delta P}{\rho}}$ L：漏えい率 C：定数 V：原子炉格納容器気相部体積 ΔP：差圧 ρ：原子炉格納容器内気体密度 </td> <td>同 左</td> </tr> <tr> <td>原子炉格納容器からの漏えい割合</td> <td>アニュラス部 97% アニュラス部以外 3%</td> <td>同 左</td> </tr> <tr> <td>アニュラス空気浄化設備のよう素フィルタのよう素除去効率</td> <td>95%</td> <td>同 左</td> </tr> </tbody> </table>			項目	設計基準事故（原子炉冷却材喪失時）の解析条件	影響評価における解析条件	原子炉熱出力	3,479 MWt（定格熱出力の102%）	同 左	原子炉運転時間	最高40,000時間	同 左	事故後、原子炉格納容器内に放出される核分裂生成物の量	炉心内蓄積量の内 希ガス 1% 有機物 0.5%	同 左	原子炉格納容器に放出される有機物の形態	有機物 4% 無機物 96%	同 左	原子炉格納容器に放出される核分裂生成物の内、原子炉格納容器内部に沈着する割合	希ガス 0% 有機物 0% 無機物 50%	同 左	原子炉格納容器スプレイ水による無機物除去効率	スプレイによる有機物除去に対する等価半減期 無機物 50秒 ただし、有機物・希ガスについては考慮しない。	同 左	原子炉格納容器スプレイによる除去効果が有効になる時間	事故後6分	同 左	原子炉格納容器からの漏えい率	次式により求めた値を下回らない値 $L = \frac{C}{V} \sqrt{\frac{\Delta P}{\rho}}$ L：漏えい率 C：定数 V：原子炉格納容器気相部体積 ΔP：差圧 ρ：原子炉格納容器内気体密度	同 左	原子炉格納容器からの漏えい割合	アニュラス部 97% アニュラス部以外 3%	同 左	アニュラス空気浄化設備のよう素フィルタのよう素除去効率	95%	同 左	表1 主要解析条件の比較 [1/3] <table border="1"> <thead> <tr> <th>項目</th> <th>設計基準事故（原子炉冷却材喪失時）の解析条件</th> <th>影響評価における解析条件</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>炉心熱出力</td> <td>2,705 MWt（定格熱出力の102%）</td> <td>同 左</td> </tr> <tr> <td>原子炉運転時間</td> <td>最高40,000時間</td> <td>同 左</td> </tr> <tr> <td>事故後、原子炉格納容器内に放出される核分裂生成物の量</td> <td>炉心内蓄積量の内 希ガス 1% 有機物 0.5%</td> <td>同 左</td> </tr> <tr> <td>原子炉格納容器に放出される有機物の形態</td> <td>有機物 4% 無機物 96%</td> <td>同 左</td> </tr> <tr> <td>原子炉格納容器に放出される核分裂生成物の内、原子炉格納容器内部に沈着する割合</td> <td>希ガス 0% 有機物 0% 無機物 50%</td> <td>同 左</td> </tr> <tr> <td>原子炉格納容器スプレイ水による無機物除去効率</td> <td>スプレイによる有機物除去に対する等価半減期 無機物 50秒 ただし、有機物・希ガスについては考慮しない。</td> <td>同 左</td> </tr> <tr> <td>原子炉格納容器スプレイによる除去効果が有効になる時間</td> <td>事故後5分</td> <td>同 左</td> </tr> <tr> <td>原子炉格納容器からの漏えい率</td> <td>次式により求めた値を下回らない値 $L = \frac{C}{V} \sqrt{\frac{\Delta P}{\rho}}$ L：漏えい率 C：定数 V：原子炉格納容器気相部体積 ΔP：差圧 ρ：原子炉格納容器内気体密度 </td> <td>同 左</td> </tr> <tr> <td>原子炉格納容器からの漏えい割合</td> <td>アニュラス部 97% アニュラス部以外 3%</td> <td>同 左</td> </tr> <tr> <td>アニュラス空気浄化設備のよう素フィルタのよう素除去効率</td> <td>95%</td> <td>同 左</td> </tr> </tbody> </table>			項目	設計基準事故（原子炉冷却材喪失時）の解析条件	影響評価における解析条件	炉心熱出力	2,705 MWt（定格熱出力の102%）	同 左	原子炉運転時間	最高40,000時間	同 左	事故後、原子炉格納容器内に放出される核分裂生成物の量	炉心内蓄積量の内 希ガス 1% 有機物 0.5%	同 左	原子炉格納容器に放出される有機物の形態	有機物 4% 無機物 96%	同 左	原子炉格納容器に放出される核分裂生成物の内、原子炉格納容器内部に沈着する割合	希ガス 0% 有機物 0% 無機物 50%	同 左	原子炉格納容器スプレイ水による無機物除去効率	スプレイによる有機物除去に対する等価半減期 無機物 50秒 ただし、有機物・希ガスについては考慮しない。	同 左	原子炉格納容器スプレイによる除去効果が有効になる時間	事故後5分	同 左	原子炉格納容器からの漏えい率	次式により求めた値を下回らない値 $L = \frac{C}{V} \sqrt{\frac{\Delta P}{\rho}}$ L：漏えい率 C：定数 V：原子炉格納容器気相部体積 ΔP：差圧 ρ：原子炉格納容器内気体密度	同 左	原子炉格納容器からの漏えい割合	アニュラス部 97% アニュラス部以外 3%	同 左	アニュラス空気浄化設備のよう素フィルタのよう素除去効率	95%	同 左	【大飯】 記載方針の相違 【大飯】 解析条件の相違
項目	設計基準事故（原子炉冷却材喪失時）の解析条件	影響評価における解析条件																																																																						
原子炉熱出力	3,479 MWt（定格熱出力の102%）	同 左																																																																						
原子炉運転時間	最高40,000時間	同 左																																																																						
事故後、原子炉格納容器内に放出される核分裂生成物の量	炉心内蓄積量の内 希ガス 1% 有機物 0.5%	同 左																																																																						
原子炉格納容器に放出される有機物の形態	有機物 4% 無機物 96%	同 左																																																																						
原子炉格納容器に放出される核分裂生成物の内、原子炉格納容器内部に沈着する割合	希ガス 0% 有機物 0% 無機物 50%	同 左																																																																						
原子炉格納容器スプレイ水による無機物除去効率	スプレイによる有機物除去に対する等価半減期 無機物 50秒 ただし、有機物・希ガスについては考慮しない。	同 左																																																																						
原子炉格納容器スプレイによる除去効果が有効になる時間	事故後6分	同 左																																																																						
原子炉格納容器からの漏えい率	次式により求めた値を下回らない値 $L = \frac{C}{V} \sqrt{\frac{\Delta P}{\rho}}$ L：漏えい率 C：定数 V：原子炉格納容器気相部体積 ΔP：差圧 ρ：原子炉格納容器内気体密度	同 左																																																																						
原子炉格納容器からの漏えい割合	アニュラス部 97% アニュラス部以外 3%	同 左																																																																						
アニュラス空気浄化設備のよう素フィルタのよう素除去効率	95%	同 左																																																																						
項目	設計基準事故（原子炉冷却材喪失時）の解析条件	影響評価における解析条件																																																																						
炉心熱出力	2,705 MWt（定格熱出力の102%）	同 左																																																																						
原子炉運転時間	最高40,000時間	同 左																																																																						
事故後、原子炉格納容器内に放出される核分裂生成物の量	炉心内蓄積量の内 希ガス 1% 有機物 0.5%	同 左																																																																						
原子炉格納容器に放出される有機物の形態	有機物 4% 無機物 96%	同 左																																																																						
原子炉格納容器に放出される核分裂生成物の内、原子炉格納容器内部に沈着する割合	希ガス 0% 有機物 0% 無機物 50%	同 左																																																																						
原子炉格納容器スプレイ水による無機物除去効率	スプレイによる有機物除去に対する等価半減期 無機物 50秒 ただし、有機物・希ガスについては考慮しない。	同 左																																																																						
原子炉格納容器スプレイによる除去効果が有効になる時間	事故後5分	同 左																																																																						
原子炉格納容器からの漏えい率	次式により求めた値を下回らない値 $L = \frac{C}{V} \sqrt{\frac{\Delta P}{\rho}}$ L：漏えい率 C：定数 V：原子炉格納容器気相部体積 ΔP：差圧 ρ：原子炉格納容器内気体密度	同 左																																																																						
原子炉格納容器からの漏えい割合	アニュラス部 97% アニュラス部以外 3%	同 左																																																																						
アニュラス空気浄化設備のよう素フィルタのよう素除去効率	95%	同 左																																																																						

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3.12）

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1 主要解析条件の比較 [2/2]</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>項目</th> <th>設計基準事故（原子炉冷却材喪失時）の解析条件</th> <th>影響評価における解析条件</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>アニュラス部の負圧達成までのよう素フィルタのよう素除去効率</td> <td>10～20%</td> <td rowspan="2">同 左</td> </tr> <tr> <td>負圧達成後のアニュラス排気風量</td> <td>12分～30日</td> </tr> <tr> <td>再循環系から安全補機室内への漏えい率</td> <td>4×10⁻⁶ m³/h</td> <td>同 左</td> </tr> <tr> <td>再循環開始時間</td> <td>事故後 20分</td> <td>同 左</td> </tr> <tr> <td>再循環水中の放射エネルギー</td> <td>炉心内よう素蓄積量の0.5%</td> <td>同 左</td> </tr> <tr> <td>再循環水体積</td> <td>1,600m³</td> <td>同 左</td> </tr> <tr> <td>再循環系から安全補機室内に漏えいした再循環水中のよう素の気相への移行率</td> <td>5%</td> <td>同 左</td> </tr> <tr> <td>安全補機室内でのよう素沈着率</td> <td>50%</td> <td>同 左</td> </tr> <tr> <td>事故の評価期間</td> <td>30日</td> <td>同 左</td> </tr> <tr> <td>環境に放出された放射性物質大気中の拡散条件</td> <td>1983年1月～1983年12月の気象データに基づき「発電用原子炉施設の安全解析に関する気象指針」に従って評価された相対濃度（x/Q）および相対線量（D/Q）および相対線量（D/Q） ・排気筒放出 x/Q：約 6.7×10⁻⁶ s/m³ D/Q：約 1.3×10⁻¹⁰ Gy/Bq ・地上放出 x/Q：約 1.8×10⁻⁶ s/m³ D/Q：約 2.9×10⁻¹⁰ Gy/Bq</td> <td>1983年1月～1983年12月の気象データに基づき「発電用原子炉施設の安全解析に関する気象指針」に従って評価された相対濃度（x/Q）および相対線量（D/Q） ・地上放出 x/Q：約 1.7×10⁻⁶ s/m³ D/Q：約 4.0×10⁻¹⁰ Gy/Bq</td> </tr> </tbody> </table>			項目	設計基準事故（原子炉冷却材喪失時）の解析条件	影響評価における解析条件	アニュラス部の負圧達成までのよう素フィルタのよう素除去効率	10～20%	同 左	負圧達成後のアニュラス排気風量	12分～30日	再循環系から安全補機室内への漏えい率	4×10 ⁻⁶ m ³ /h	同 左	再循環開始時間	事故後 20分	同 左	再循環水中の放射エネルギー	炉心内よう素蓄積量の0.5%	同 左	再循環水体積	1,600m ³	同 左	再循環系から安全補機室内に漏えいした再循環水中のよう素の気相への移行率	5%	同 左	安全補機室内でのよう素沈着率	50%	同 左	事故の評価期間	30日	同 左	環境に放出された放射性物質大気中の拡散条件	1983年1月～1983年12月の気象データに基づき「発電用原子炉施設の安全解析に関する気象指針」に従って評価された相対濃度（x/Q）および相対線量（D/Q）および相対線量（D/Q） ・排気筒放出 x/Q：約 6.7×10 ⁻⁶ s/m ³ D/Q：約 1.3×10 ⁻¹⁰ Gy/Bq ・地上放出 x/Q：約 1.8×10 ⁻⁶ s/m ³ D/Q：約 2.9×10 ⁻¹⁰ Gy/Bq	1983年1月～1983年12月の気象データに基づき「発電用原子炉施設の安全解析に関する気象指針」に従って評価された相対濃度（x/Q）および相対線量（D/Q） ・地上放出 x/Q：約 1.7×10 ⁻⁶ s/m ³ D/Q：約 4.0×10 ⁻¹⁰ Gy/Bq	<p>表1 主要解析条件の比較 [2/2]</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>項目</th> <th>設計基準事故（原子炉冷却材喪失時）の解析条件</th> <th>影響評価における解析条件</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>アニュラス部の負圧達成までのよう素フィルタのよう素除去効率</td> <td>9～10%</td> <td rowspan="2">同 左</td> </tr> <tr> <td>負圧達成後のアニュラス排気風量</td> <td>10分～30分</td> </tr> <tr> <td>再循環系から安全補機室内への漏えい率</td> <td>4×10⁻⁶ m³/h</td> <td>同 左</td> </tr> <tr> <td>再循環開始時間</td> <td>事故後 20分</td> <td>同 左</td> </tr> <tr> <td>再循環水中の放射エネルギー</td> <td>炉心内よう素蓄積量の0.5%</td> <td>同 左</td> </tr> <tr> <td>再循環水体積</td> <td>1,400m³</td> <td>同 左</td> </tr> <tr> <td>再循環系から安全補機室内に漏えいした再循環水中のよう素の気相への移行率</td> <td>5%</td> <td>同 左</td> </tr> <tr> <td>安全補機室内でのよう素沈着率</td> <td>50%</td> <td>同 左</td> </tr> <tr> <td>事故の評価期間</td> <td>30日</td> <td>同 左</td> </tr> <tr> <td>環境に放出された放射性物質大気中の拡散条件</td> <td>1997年1月～1997年12月の気象データに基づき「発電用原子炉施設の安全解析に関する気象指針」に従って評価された相対濃度（x/Q）及び相対線量（D/Q） ・排気筒放出 x/Q：4.3×10⁻⁶ s/m³ D/Q：3.1×10⁻¹⁰ Gy/Bq</td> <td>1997年1月～1997年12月の気象データに基づき「発電用原子炉施設の安全解析に関する気象指針」に従って評価された相対濃度（x/Q）及び相対線量（D/Q） ・地上放出 x/Q：4.5×10⁻⁶ s/m³ D/Q：3.1×10⁻¹⁰ Gy/Bq</td> </tr> </tbody> </table>			項目	設計基準事故（原子炉冷却材喪失時）の解析条件	影響評価における解析条件	アニュラス部の負圧達成までのよう素フィルタのよう素除去効率	9～10%	同 左	負圧達成後のアニュラス排気風量	10分～30分	再循環系から安全補機室内への漏えい率	4×10 ⁻⁶ m ³ /h	同 左	再循環開始時間	事故後 20分	同 左	再循環水中の放射エネルギー	炉心内よう素蓄積量の0.5%	同 左	再循環水体積	1,400m ³	同 左	再循環系から安全補機室内に漏えいした再循環水中のよう素の気相への移行率	5%	同 左	安全補機室内でのよう素沈着率	50%	同 左	事故の評価期間	30日	同 左	環境に放出された放射性物質大気中の拡散条件	1997年1月～1997年12月の気象データに基づき「発電用原子炉施設の安全解析に関する気象指針」に従って評価された相対濃度（x/Q）及び相対線量（D/Q） ・排気筒放出 x/Q：4.3×10 ⁻⁶ s/m ³ D/Q：3.1×10 ⁻¹⁰ Gy/Bq	1997年1月～1997年12月の気象データに基づき「発電用原子炉施設の安全解析に関する気象指針」に従って評価された相対濃度（x/Q）及び相対線量（D/Q） ・地上放出 x/Q：4.5×10 ⁻⁶ s/m ³ D/Q：3.1×10 ⁻¹⁰ Gy/Bq	<p>【大飯】 記載方針の相違</p> <p>【大飯】 解析条件の相違</p> <p>【大飯】 評価結果の相違</p>
項目	設計基準事故（原子炉冷却材喪失時）の解析条件	影響評価における解析条件																																																																				
アニュラス部の負圧達成までのよう素フィルタのよう素除去効率	10～20%	同 左																																																																				
負圧達成後のアニュラス排気風量	12分～30日																																																																					
再循環系から安全補機室内への漏えい率	4×10 ⁻⁶ m ³ /h	同 左																																																																				
再循環開始時間	事故後 20分	同 左																																																																				
再循環水中の放射エネルギー	炉心内よう素蓄積量の0.5%	同 左																																																																				
再循環水体積	1,600m ³	同 左																																																																				
再循環系から安全補機室内に漏えいした再循環水中のよう素の気相への移行率	5%	同 左																																																																				
安全補機室内でのよう素沈着率	50%	同 左																																																																				
事故の評価期間	30日	同 左																																																																				
環境に放出された放射性物質大気中の拡散条件	1983年1月～1983年12月の気象データに基づき「発電用原子炉施設の安全解析に関する気象指針」に従って評価された相対濃度（x/Q）および相対線量（D/Q）および相対線量（D/Q） ・排気筒放出 x/Q：約 6.7×10 ⁻⁶ s/m ³ D/Q：約 1.3×10 ⁻¹⁰ Gy/Bq ・地上放出 x/Q：約 1.8×10 ⁻⁶ s/m ³ D/Q：約 2.9×10 ⁻¹⁰ Gy/Bq	1983年1月～1983年12月の気象データに基づき「発電用原子炉施設の安全解析に関する気象指針」に従って評価された相対濃度（x/Q）および相対線量（D/Q） ・地上放出 x/Q：約 1.7×10 ⁻⁶ s/m ³ D/Q：約 4.0×10 ⁻¹⁰ Gy/Bq																																																																				
項目	設計基準事故（原子炉冷却材喪失時）の解析条件	影響評価における解析条件																																																																				
アニュラス部の負圧達成までのよう素フィルタのよう素除去効率	9～10%	同 左																																																																				
負圧達成後のアニュラス排気風量	10分～30分																																																																					
再循環系から安全補機室内への漏えい率	4×10 ⁻⁶ m ³ /h	同 左																																																																				
再循環開始時間	事故後 20分	同 左																																																																				
再循環水中の放射エネルギー	炉心内よう素蓄積量の0.5%	同 左																																																																				
再循環水体積	1,400m ³	同 左																																																																				
再循環系から安全補機室内に漏えいした再循環水中のよう素の気相への移行率	5%	同 左																																																																				
安全補機室内でのよう素沈着率	50%	同 左																																																																				
事故の評価期間	30日	同 左																																																																				
環境に放出された放射性物質大気中の拡散条件	1997年1月～1997年12月の気象データに基づき「発電用原子炉施設の安全解析に関する気象指針」に従って評価された相対濃度（x/Q）及び相対線量（D/Q） ・排気筒放出 x/Q：4.3×10 ⁻⁶ s/m ³ D/Q：3.1×10 ⁻¹⁰ Gy/Bq	1997年1月～1997年12月の気象データに基づき「発電用原子炉施設の安全解析に関する気象指針」に従って評価された相対濃度（x/Q）及び相対線量（D/Q） ・地上放出 x/Q：4.5×10 ⁻⁶ s/m ³ D/Q：3.1×10 ⁻¹⁰ Gy/Bq																																																																				
<p>表1 主要解析条件の比較 [既記]</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>項目</th> <th>設計基準事故（原子炉冷却材喪失時）の解析条件</th> <th>影響評価における解析条件</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>線量換算係数</td> <td>よう素の吸入摂取に対して、小児実効線量換算係数を使用 I-131：1.6×10⁻¹ Sv/Bq I-132：2.3×10⁻¹ Sv/Bq I-133：4.1×10⁻¹ Sv/Bq I-134：6.9×10⁻¹ Sv/Bq I-135：8.5×10⁻¹ Sv/Bq</td> <td>同 左</td> </tr> <tr> <td>呼吸率</td> <td>小児1日平均の呼吸率 5.16 m³/d</td> <td>同 左</td> </tr> </tbody> </table>			項目	設計基準事故（原子炉冷却材喪失時）の解析条件	影響評価における解析条件	線量換算係数	よう素の吸入摂取に対して、小児実効線量換算係数を使用 I-131：1.6×10 ⁻¹ Sv/Bq I-132：2.3×10 ⁻¹ Sv/Bq I-133：4.1×10 ⁻¹ Sv/Bq I-134：6.9×10 ⁻¹ Sv/Bq I-135：8.5×10 ⁻¹ Sv/Bq	同 左	呼吸率	小児1日平均の呼吸率 5.16 m ³ /d	同 左	<p>表1 主要解析条件の比較 [3/3]</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>項目</th> <th>設計基準事故（原子炉冷却材喪失時）の解析条件</th> <th>影響評価における解析条件</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>線量換算係数</td> <td>よう素の吸入摂取に対して、小児実効線量換算係数を使用 I-131：1.6×10⁻¹ Sv/Bq I-132：2.3×10⁻¹ Sv/Bq I-133：4.1×10⁻¹ Sv/Bq I-134：6.9×10⁻¹ Sv/Bq I-135：8.5×10⁻¹ Sv/Bq</td> <td>同 左</td> </tr> <tr> <td>呼吸率</td> <td>小児1日平均の呼吸率 5.16 m³/d</td> <td>同 左</td> </tr> </tbody> </table>			項目	設計基準事故（原子炉冷却材喪失時）の解析条件	影響評価における解析条件	線量換算係数	よう素の吸入摂取に対して、小児実効線量換算係数を使用 I-131：1.6×10 ⁻¹ Sv/Bq I-132：2.3×10 ⁻¹ Sv/Bq I-133：4.1×10 ⁻¹ Sv/Bq I-134：6.9×10 ⁻¹ Sv/Bq I-135：8.5×10 ⁻¹ Sv/Bq	同 左	呼吸率	小児1日平均の呼吸率 5.16 m ³ /d	同 左	<p>【大飯】 記載方針の相違</p>																																														
項目	設計基準事故（原子炉冷却材喪失時）の解析条件	影響評価における解析条件																																																																				
線量換算係数	よう素の吸入摂取に対して、小児実効線量換算係数を使用 I-131：1.6×10 ⁻¹ Sv/Bq I-132：2.3×10 ⁻¹ Sv/Bq I-133：4.1×10 ⁻¹ Sv/Bq I-134：6.9×10 ⁻¹ Sv/Bq I-135：8.5×10 ⁻¹ Sv/Bq	同 左																																																																				
呼吸率	小児1日平均の呼吸率 5.16 m ³ /d	同 左																																																																				
項目	設計基準事故（原子炉冷却材喪失時）の解析条件	影響評価における解析条件																																																																				
線量換算係数	よう素の吸入摂取に対して、小児実効線量換算係数を使用 I-131：1.6×10 ⁻¹ Sv/Bq I-132：2.3×10 ⁻¹ Sv/Bq I-133：4.1×10 ⁻¹ Sv/Bq I-134：6.9×10 ⁻¹ Sv/Bq I-135：8.5×10 ⁻¹ Sv/Bq	同 左																																																																				
呼吸率	小児1日平均の呼吸率 5.16 m ³ /d	同 左																																																																				

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3.12）

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2 評価結果の比較						表2 評価結果の比較					
評価項目	設計基準事故 (原子炉冷却材喪失時)の評価結果	影響評価結果				評価項目	設計基準事故 (原子炉冷却材喪失時)の評価結果	影響評価結果			
よう素の放出量 (I-131等価量・小児実効線量係数換算)	現行評価経路	約 1.4×10^{11} Bq	—			よう素の放出量 (I-131等価量・小児実効線量係数換算)	現行評価経路 (排気筒放出)	約 2.7×10^{11} Bq	—	【大飯】 評価結果の相違	
	地上放出	約 1.5×10^{11} Bq	—				排気筒破損により地上放出	—	約 2.7×10^{11} Bq		
	排気筒破損により地上放出	—	約 2.9×10^{11} Bq				希ガスの放出量 (γ 線エネルギー0.5MeV換算)	現行評価経路 (排気筒放出)	約 6.1×10^{13} Bq		—
地上放出	約 2.6×10^{12} Bq	—			排気筒破損により地上放出	—		約 6.1×10^{13} Bq			
希ガスの放出量 (γ 線エネルギー0.5MeV換算)	排気筒放出	約 5.7×10^{13} Bq	—			排気筒破損により地上放出	—	約 6.0×10^{13} Bq			
地上放出	約 2.6×10^{12} Bq	—				被ばく線量(実効線量)	約0.051 mSv	約0.078 mSv			
排気筒破損により地上放出	—	約 6.0×10^{13} Bq				(参考) 上記被ばく線量のうち 直接・スカイシャイン線量	約 9.8×10^{-3} mSv	約 5.4×10^{-3} mSv			
被ばく線量(実効線量)	約0.051 mSv	約0.078 mSv				表3 主要解析条件の比較					
(参考) 上記被ばく線量のうち 直接・スカイシャイン線量	約 9.8×10^{-3} mSv	約 5.4×10^{-3} mSv				項目	中央制御室(設計基準事故)居住性評価に係る被ばく評価の相対濃度及び相対線量	影響評価における評価の相対濃度及び相対線量			
表3 主要解析条件の比較						表3 主要解析条件の比較					
項目	中央制御室(設計基準事故)居住性評価に係る被ばく評価の相対濃度及び相対線量	影響評価における評価の相対濃度及び相対線量				項目	中央制御室(設計基準事故)居住性評価に係る被ばく評価の相対濃度及び相対線量	影響評価における解析条件			
放出源及び放出高さ	排気筒 73m	地上 0m				放出源及び放出高さ	排気筒 73.1m	地上 0m		【大飯】 解析条件の相違	
表4 大気拡散条件の比較(3号炉)						表4 大気拡散条件の比較					
評価対象	評価点	項目	中央制御室(設計基準事故)居住性評価に係る被ばく評価の相対濃度及び相対線量	影響評価における評価の相対濃度及び相対線量		評価対象	評価点	項目	中央制御室(設計基準事故)居住性評価に係る被ばく評価の相対濃度及び相対線量	影響評価における評価の相対濃度及び相対線量	
室内作業時	中央制御室中心	相対濃度(希ガス)	約 2.0×10^{-4} s/m ³	約 4.0×10^{-4} s/m ³		室内作業時	中央制御室中心	相対濃度(希ガス)	1.5×10^{-4} s/m ³	3.0×10^{-4} s/m ³	【大飯】 評価結果の相違
		相対濃度(よう素)	約 2.0×10^{-4} s/m ³	約 3.9×10^{-4} s/m ³				相対濃度(よう素)	1.6×10^{-4} s/m ³	3.3×10^{-4} s/m ³	
		相対線量	約 1.3×10^{-17} Gy/Bq	同左				相対線量	1.1×10^{-17} Gy/Bq	同左	
入退城時	正門	相対濃度	約 9.5×10^{-3} s/m ³	約 1.9×10^{-4} s/m ³		入退城時	出入管理建屋入口	相対濃度	1.1×10^{-3} s/m ³	2.3×10^{-4} s/m ³	
		相対線量	約 2.3×10^{-18} Gy/Bq	同左				相対線量	4.2×10^{-18} Gy/Bq	同左	
	事務所入口	相対濃度	約 6.8×10^{-3} s/m ³	約 1.4×10^{-4} s/m ³			中央制御室入口	相対濃度	1.7×10^{-4} s/m ³	3.4×10^{-4} s/m ³	
		相対線量	約 2.6×10^{-18} Gy/Bq	同左				相対線量	1.3×10^{-17} Gy/Bq	同左	
	中央制御室入口	相対濃度	約 2.2×10^{-4} s/m ³	約 4.4×10^{-4} s/m ³							
相対線量		約 1.2×10^{-17} Gy/Bq	同左								

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3.12）

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5 大気拡散条件の比較（4号炉）</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>評価対象</th> <th>評価点</th> <th>項目</th> <th>中央制御室（設計基準事故） 居住性評価に係る被ばく評 価の相対濃度及び相対線量</th> <th>影響評価における評価の 相対濃度及び相対線量</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">室内作業時</td> <td rowspan="3">中央制御室中心</td> <td>相対濃度 (希ガス)</td> <td>約 1.2×10^{-4} s/m³</td> <td>約 2.4×10^{-4} s/m³</td> </tr> <tr> <td>相対濃度 (ヨウ素)</td> <td>約 1.1×10^{-4} s/m³</td> <td>約 2.2×10^{-4} s/m³</td> </tr> <tr> <td>相対線量</td> <td>約 7.9×10^{-18} Gy/Bq</td> <td>同左</td> </tr> <tr> <td rowspan="6">入退域時</td> <td rowspan="2">正門</td> <td>相対濃度</td> <td>約 3.4×10^{-5} s/m³</td> <td>約 6.8×10^{-5} s/m³</td> </tr> <tr> <td>相対線量</td> <td>約 9.7×10^{-20} Gy/Bq</td> <td>同左</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">事務所入口</td> <td>相対濃度</td> <td>約 3.6×10^{-5} s/m³</td> <td>約 7.1×10^{-5} s/m³</td> </tr> <tr> <td>相対線量</td> <td>約 1.1×10^{-19} Gy/Bq</td> <td>同左</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">中央制御室入口</td> <td>相対濃度</td> <td>約 7.0×10^{-5} s/m³</td> <td>約 1.4×10^{-4} s/m³</td> </tr> <tr> <td>相対線量</td> <td>約 3.1×10^{-19} Gy/Bq</td> <td>同左</td> </tr> </tbody> </table>	評価対象	評価点	項目	中央制御室（設計基準事故） 居住性評価に係る被ばく評 価の相対濃度及び相対線量	影響評価における評価の 相対濃度及び相対線量	室内作業時	中央制御室中心	相対濃度 (希ガス)	約 1.2×10^{-4} s/m ³	約 2.4×10^{-4} s/m ³	相対濃度 (ヨウ素)	約 1.1×10^{-4} s/m ³	約 2.2×10^{-4} s/m ³	相対線量	約 7.9×10^{-18} Gy/Bq	同左	入退域時	正門	相対濃度	約 3.4×10^{-5} s/m ³	約 6.8×10^{-5} s/m ³	相対線量	約 9.7×10^{-20} Gy/Bq	同左	事務所入口	相対濃度	約 3.6×10^{-5} s/m ³	約 7.1×10^{-5} s/m ³	相対線量	約 1.1×10^{-19} Gy/Bq	同左	中央制御室入口	相対濃度	約 7.0×10^{-5} s/m ³	約 1.4×10^{-4} s/m ³	相対線量	約 3.1×10^{-19} Gy/Bq	同左		<p>表5 中央制御室居住性に係る被ばく評価結果の比較（mSv）</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>被ばく経路</th> <th>中央制御室（設計基準事故） 居住性評価に係る被ばく評 価の相対濃度及び相対線量</th> <th>影響評価における評価の 相対濃度及び相対線量</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>①建屋からのガンマ線による中央制 御室内での被ばく</td> <td>約 3.1×10^0</td> <td>同左</td> </tr> <tr> <td>②大気中へ放出された放射性物質のガ ンマ線による中央制御室内での被ば く</td> <td>約 3.7×10^1</td> <td>同左</td> </tr> <tr> <td>③室内に外気から取り込まれた放射 性物質による中央制御室内での被ば く</td> <td>約 7.1×10^0</td> <td>約 1.4×10^0</td> </tr> <tr> <td>小 計（①+②+③）</td> <td>約 7.9×10^0</td> <td>約 1.5×10^0</td> </tr> <tr> <td>④建屋からのガンマ線による入退域 時の被ばく</td> <td>約 8.2×10^0</td> <td>同左</td> </tr> <tr> <td>⑤大気中へ放出された放射性物質によ る入退域時の被ばく</td> <td>約 1.9×10^0</td> <td>約 2.6×10^0</td> </tr> <tr> <td>小 計（④+⑤）</td> <td>約 9.8×10^0</td> <td>約 1.1×10^0</td> </tr> <tr> <td>合 計（①+②+③+④+⑤）</td> <td>約 18</td> <td>約 26</td> </tr> </tbody> </table> <p>注）上記の被ばく経路①～⑤は、図-1に示す通り被ばく経路①～⑤に対応している。</p>	被ばく経路	中央制御室（設計基準事故） 居住性評価に係る被ばく評 価の相対濃度及び相対線量	影響評価における評価の 相対濃度及び相対線量	①建屋からのガンマ線による中央制 御室内での被ばく	約 3.1×10^0	同左	②大気中へ放出された放射性物質のガ ンマ線による中央制御室内での被ば く	約 3.7×10^1	同左	③室内に外気から取り込まれた放射 性物質による中央制御室内での被ば く	約 7.1×10^0	約 1.4×10^0	小 計（①+②+③）	約 7.9×10^0	約 1.5×10^0	④建屋からのガンマ線による入退域 時の被ばく	約 8.2×10^0	同左	⑤大気中へ放出された放射性物質によ る入退域時の被ばく	約 1.9×10^0	約 2.6×10^0	小 計（④+⑤）	約 9.8×10^0	約 1.1×10^0	合 計（①+②+③+④+⑤）	約 18	約 26	<p>【大飯】 記載内容の相違 大飯は、3号炉及び4号炉の申請であるため、2つの比較結果が記載されているが、泊は3号炉のみの申請であるため、比較結果は一つであるため、対応する表はない。</p>
評価対象	評価点	項目	中央制御室（設計基準事故） 居住性評価に係る被ばく評 価の相対濃度及び相対線量	影響評価における評価の 相対濃度及び相対線量																																																																
室内作業時	中央制御室中心	相対濃度 (希ガス)	約 1.2×10^{-4} s/m ³	約 2.4×10^{-4} s/m ³																																																																
		相対濃度 (ヨウ素)	約 1.1×10^{-4} s/m ³	約 2.2×10^{-4} s/m ³																																																																
		相対線量	約 7.9×10^{-18} Gy/Bq	同左																																																																
入退域時	正門	相対濃度	約 3.4×10^{-5} s/m ³	約 6.8×10^{-5} s/m ³																																																																
		相対線量	約 9.7×10^{-20} Gy/Bq	同左																																																																
	事務所入口	相対濃度	約 3.6×10^{-5} s/m ³	約 7.1×10^{-5} s/m ³																																																																
		相対線量	約 1.1×10^{-19} Gy/Bq	同左																																																																
	中央制御室入口	相対濃度	約 7.0×10^{-5} s/m ³	約 1.4×10^{-4} s/m ³																																																																
		相対線量	約 3.1×10^{-19} Gy/Bq	同左																																																																
被ばく経路	中央制御室（設計基準事故） 居住性評価に係る被ばく評 価の相対濃度及び相対線量	影響評価における評価の 相対濃度及び相対線量																																																																		
①建屋からのガンマ線による中央制 御室内での被ばく	約 3.1×10^0	同左																																																																		
②大気中へ放出された放射性物質のガ ンマ線による中央制御室内での被ば く	約 3.7×10^1	同左																																																																		
③室内に外気から取り込まれた放射 性物質による中央制御室内での被ば く	約 7.1×10^0	約 1.4×10^0																																																																		
小 計（①+②+③）	約 7.9×10^0	約 1.5×10^0																																																																		
④建屋からのガンマ線による入退域 時の被ばく	約 8.2×10^0	同左																																																																		
⑤大気中へ放出された放射性物質によ る入退域時の被ばく	約 1.9×10^0	約 2.6×10^0																																																																		
小 計（④+⑤）	約 9.8×10^0	約 1.1×10^0																																																																		
合 計（①+②+③+④+⑤）	約 18	約 26																																																																		
<p>表6 中央制御室居住性に係る被ばく評価結果の比較（3号炉）（mSv）</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>被ばく経路</th> <th>中央制御室（設計基準事故） 居住性評価に係る被ばく評 価の相対濃度及び相対線量</th> <th>影響評価における評価の 相対濃度及び相対線量</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>①建屋からのガンマ線による中央制 御室内での被ばく</td> <td>約 3.1×10^0</td> <td>同左</td> </tr> <tr> <td>②大気中へ放出された放射性物質のガ ンマ線による中央制御室内での被ば く</td> <td>約 3.7×10^1</td> <td>同左</td> </tr> <tr> <td>③室内に外気から取り込まれた放射 性物質による中央制御室内での被ば く</td> <td>約 7.1×10^0</td> <td>約 1.4×10^0</td> </tr> <tr> <td>小 計（①+②+③）</td> <td>約 7.9×10^0</td> <td>約 1.5×10^0</td> </tr> <tr> <td>④建屋からのガンマ線による入退域 時の被ばく</td> <td>約 8.2×10^0</td> <td>同左</td> </tr> <tr> <td>⑤大気中へ放出された放射性物質によ る入退域時の被ばく</td> <td>約 1.9×10^0</td> <td>約 2.6×10^0</td> </tr> <tr> <td>小 計（④+⑤）</td> <td>約 9.8×10^0</td> <td>約 1.1×10^0</td> </tr> <tr> <td>合 計（①+②+③+④+⑤）</td> <td>約 18</td> <td>約 26</td> </tr> </tbody> </table> <p>注）上記の被ばく経路①～⑤は、図-1に示す通り被ばく経路①～⑤に対応している。</p>	被ばく経路	中央制御室（設計基準事故） 居住性評価に係る被ばく評 価の相対濃度及び相対線量	影響評価における評価の 相対濃度及び相対線量	①建屋からのガンマ線による中央制 御室内での被ばく	約 3.1×10^0	同左	②大気中へ放出された放射性物質のガ ンマ線による中央制御室内での被ば く	約 3.7×10^1	同左	③室内に外気から取り込まれた放射 性物質による中央制御室内での被ば く	約 7.1×10^0	約 1.4×10^0	小 計（①+②+③）	約 7.9×10^0	約 1.5×10^0	④建屋からのガンマ線による入退域 時の被ばく	約 8.2×10^0	同左	⑤大気中へ放出された放射性物質によ る入退域時の被ばく	約 1.9×10^0	約 2.6×10^0	小 計（④+⑤）	約 9.8×10^0	約 1.1×10^0	合 計（①+②+③+④+⑤）	約 18	約 26	<p>表6 中央制御室居住性に係る被ばく評価結果の比較（3号炉）（mSv）</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>被ばく経路</th> <th>中央制御室（設計基準事故） 居住性評価に係る被ばく評 価の相対濃度及び相対線量</th> <th>影響評価結果</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>①建屋からのガンマ線による中央制 御室内での被ばく</td> <td>約 3.5×10^0</td> <td>同左</td> </tr> <tr> <td>②大気中へ放出された放射性物質の ガンマ線による中央制御室内での 被ばく</td> <td>約 1.7×10^1</td> <td>同左</td> </tr> <tr> <td>③室内に外気から取り込まれた放射 性物質による中央制御室内での被 ばく</td> <td>約 8.9×10^0</td> <td>約 1.8×10^0</td> </tr> <tr> <td>小 計（①+②+③）</td> <td>約 9.2×10^0</td> <td>約 1.8×10^0</td> </tr> <tr> <td>④建屋からのガンマ線による入退域 時の被ばく</td> <td>約 6.4×10^0</td> <td>同左</td> </tr> <tr> <td>⑤大気中へ放出された放射性物質に よる入退域時の被ばく</td> <td>約 1.9×10^0</td> <td>約 3.1×10^0</td> </tr> <tr> <td>小 計（④+⑤）</td> <td>約 8.3×10^0</td> <td>約 9.5×10^0</td> </tr> <tr> <td>合 計（①+②+③+④+⑤）</td> <td>約 18</td> <td>約 28</td> </tr> </tbody> </table> <p>注）上記の被ばく経路①～⑤は、図-1に示す通り被ばく経路①～⑤に対応している。</p>	被ばく経路	中央制御室（設計基準事故） 居住性評価に係る被ばく評 価の相対濃度及び相対線量	影響評価結果	①建屋からのガンマ線による中央制 御室内での被ばく	約 3.5×10^0	同左	②大気中へ放出された放射性物質の ガンマ線による中央制御室内での 被ばく	約 1.7×10^1	同左	③室内に外気から取り込まれた放射 性物質による中央制御室内での被 ばく	約 8.9×10^0	約 1.8×10^0	小 計（①+②+③）	約 9.2×10^0	約 1.8×10^0	④建屋からのガンマ線による入退域 時の被ばく	約 6.4×10^0	同左	⑤大気中へ放出された放射性物質に よる入退域時の被ばく	約 1.9×10^0	約 3.1×10^0	小 計（④+⑤）	約 8.3×10^0	約 9.5×10^0	合 計（①+②+③+④+⑤）	約 18	約 28	<p>【大飯】 評価結果の相違</p>												
被ばく経路	中央制御室（設計基準事故） 居住性評価に係る被ばく評 価の相対濃度及び相対線量	影響評価における評価の 相対濃度及び相対線量																																																																		
①建屋からのガンマ線による中央制 御室内での被ばく	約 3.1×10^0	同左																																																																		
②大気中へ放出された放射性物質のガ ンマ線による中央制御室内での被ば く	約 3.7×10^1	同左																																																																		
③室内に外気から取り込まれた放射 性物質による中央制御室内での被ば く	約 7.1×10^0	約 1.4×10^0																																																																		
小 計（①+②+③）	約 7.9×10^0	約 1.5×10^0																																																																		
④建屋からのガンマ線による入退域 時の被ばく	約 8.2×10^0	同左																																																																		
⑤大気中へ放出された放射性物質によ る入退域時の被ばく	約 1.9×10^0	約 2.6×10^0																																																																		
小 計（④+⑤）	約 9.8×10^0	約 1.1×10^0																																																																		
合 計（①+②+③+④+⑤）	約 18	約 26																																																																		
被ばく経路	中央制御室（設計基準事故） 居住性評価に係る被ばく評 価の相対濃度及び相対線量	影響評価結果																																																																		
①建屋からのガンマ線による中央制 御室内での被ばく	約 3.5×10^0	同左																																																																		
②大気中へ放出された放射性物質の ガンマ線による中央制御室内での 被ばく	約 1.7×10^1	同左																																																																		
③室内に外気から取り込まれた放射 性物質による中央制御室内での被 ばく	約 8.9×10^0	約 1.8×10^0																																																																		
小 計（①+②+③）	約 9.2×10^0	約 1.8×10^0																																																																		
④建屋からのガンマ線による入退域 時の被ばく	約 6.4×10^0	同左																																																																		
⑤大気中へ放出された放射性物質に よる入退域時の被ばく	約 1.9×10^0	約 3.1×10^0																																																																		
小 計（④+⑤）	約 8.3×10^0	約 9.5×10^0																																																																		
合 計（①+②+③+④+⑤）	約 18	約 28																																																																		
<p>表7 中央制御室居住性に係る被ばく評価結果の比較（4号炉）（mSv）</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>被ばく経路</th> <th>中央制御室（設計基準事故） 居住性評価に係る被ばく評 価の相対濃度及び相対線量</th> <th>影響評価における評価の 相対濃度及び相対線量</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>①建屋からのガンマ線による中央制 御室内での被ばく</td> <td>約 3.1×10^0</td> <td>同左</td> </tr> <tr> <td>②大気中へ放出された放射性物質のガ ンマ線による中央制御室内での被ば く</td> <td>約 2.2×10^1</td> <td>同左</td> </tr> <tr> <td>③室内に外気から取り込まれた放射 性物質による中央制御室内での被ば く</td> <td>約 4.1×10^0</td> <td>約 8.2×10^0</td> </tr> <tr> <td>小 計（①+②+③）</td> <td>約 4.4×10^0</td> <td>約 8.5×10^0</td> </tr> <tr> <td>④建屋からのガンマ線による入退域 時の被ばく</td> <td>約 3.7×10^0</td> <td>同左</td> </tr> <tr> <td>⑤大気中へ放出された放射性物質によ る入退域時の被ばく</td> <td>約 5.1×10^0</td> <td>約 8.8×10^0</td> </tr> <tr> <td>小 計（④+⑤）</td> <td>約 4.2×10^0</td> <td>約 4.6×10^0</td> </tr> <tr> <td>合 計（①+②+③+④+⑤）</td> <td>約 8.6</td> <td>約 14</td> </tr> </tbody> </table> <p>注）上記の被ばく経路①～⑤は、図-1に示す通り被ばく経路①～⑤に対応している。</p>	被ばく経路	中央制御室（設計基準事故） 居住性評価に係る被ばく評 価の相対濃度及び相対線量	影響評価における評価の 相対濃度及び相対線量	①建屋からのガンマ線による中央制 御室内での被ばく	約 3.1×10^0	同左	②大気中へ放出された放射性物質のガ ンマ線による中央制御室内での被ば く	約 2.2×10^1	同左	③室内に外気から取り込まれた放射 性物質による中央制御室内での被ば く	約 4.1×10^0	約 8.2×10^0	小 計（①+②+③）	約 4.4×10^0	約 8.5×10^0	④建屋からのガンマ線による入退域 時の被ばく	約 3.7×10^0	同左	⑤大気中へ放出された放射性物質によ る入退域時の被ばく	約 5.1×10^0	約 8.8×10^0	小 計（④+⑤）	約 4.2×10^0	約 4.6×10^0	合 計（①+②+③+④+⑤）	約 8.6	約 14		<p>【大飯】 記載内容の相違 大飯は、3号炉及び4号炉の申請であるため、2つの比較結果が記載されているが、泊は3号炉のみの申請であるため、比較結果は一つため、対応する表はない。</p>																																							
被ばく経路	中央制御室（設計基準事故） 居住性評価に係る被ばく評 価の相対濃度及び相対線量	影響評価における評価の 相対濃度及び相対線量																																																																		
①建屋からのガンマ線による中央制 御室内での被ばく	約 3.1×10^0	同左																																																																		
②大気中へ放出された放射性物質のガ ンマ線による中央制御室内での被ば く	約 2.2×10^1	同左																																																																		
③室内に外気から取り込まれた放射 性物質による中央制御室内での被ば く	約 4.1×10^0	約 8.2×10^0																																																																		
小 計（①+②+③）	約 4.4×10^0	約 8.5×10^0																																																																		
④建屋からのガンマ線による入退域 時の被ばく	約 3.7×10^0	同左																																																																		
⑤大気中へ放出された放射性物質によ る入退域時の被ばく	約 5.1×10^0	約 8.8×10^0																																																																		
小 計（④+⑤）	約 4.2×10^0	約 4.6×10^0																																																																		
合 計（①+②+③+④+⑤）	約 8.6	約 14																																																																		

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 事故時における中央制御室等の従事者の被ばく経路</p>	<p>図1 事故時における中央制御室等の従事者の被ばく経路</p>	<p>図1 事故時における中央制御室等の従事者の被ばく経路</p>	<p>【大飯】 記載表現の相違 （語句の表現の相違はあるが、フローに相違はない。）</p>

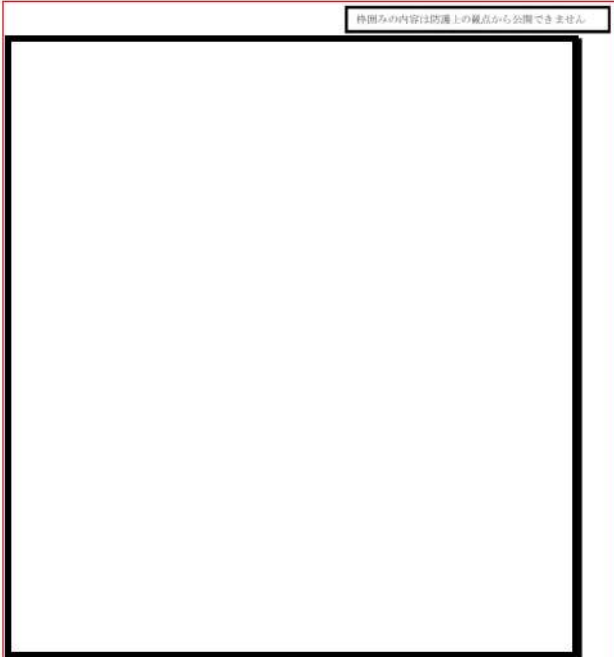
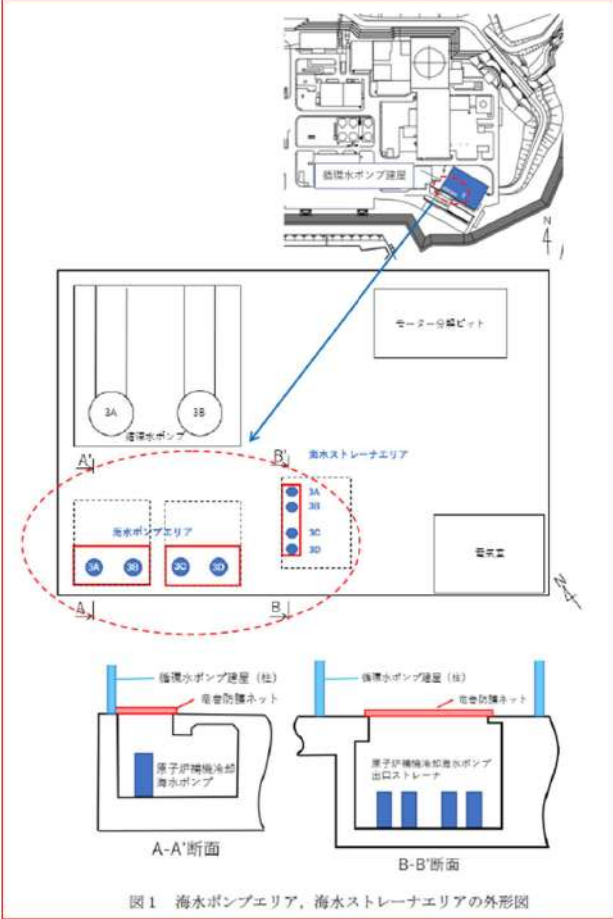
赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

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>1.3. 竜巻防護対策の概要について</p> <p style="text-align: right;">別紙1</p> <p>竜巻防護施設を飛来物から防護するための防護ネット（金網）の基本設計について</p> <p>竜巻による飛来物から防護対象設備を護るため、その周囲に防護壁（鋼板）、防護ネットを設置することとしている。その基本設計について以下に説明する。</p> <p>1. 基本設計方針</p> <p>(1) 防護対象飛来物 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。また、防護ネットの設置に際しては、ネットの網目を抜ける可能性のある鋼製パイプ（直径50mm）についても考慮する。</p> <p>(2) 防護鋼板の設計 防護鋼板の設置に際しては、鋼製材の鋼板に対する貫通限界厚さを考慮し、水平方向の防護壁については11mm以上、鉛直方向の防護壁については7mm以上の厚みとする。</p> <p>(3) 防護壁の設計 防護壁の設置に際しては、鋼製材の鉄筋コンクリートに対する貫通限界厚さを考慮し、水平、鉛直方向ともにFc40N/mm²の強度にて500mm以上厚みとする。</p> <p>(4) 防護ネットの設計 高強度金網については、竜巻防護対象施設および開口部を囲う鉄骨構造物を設置し、その上にH形鋼等を用いたフレームに取付けた金網を設置する。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>(5) 架構の設計 防護ネット及び防護鋼板を支持する架構については、飛来物が衝突した際に、防護鋼板および防護ネットが脱落せず、また飛来物の衝突により、架構が倒壊し、防護対象施設に波及的影響を与えない構造とする。</p> <p>(6) 耐震上の考慮 竜巻飛来物防護対策設備は、竜巻による飛来物から竜巻防護施設を防護するためのものであり、地震時にはその機能を求められないことから耐震性の要求はない。しかしながら、防護対象施設は地震時にもその安全機能を要求される設備であることから、地震時の竜巻飛来物防護対策設備による波及的影響を防止する必要がある。このため、地震時に損壊等により竜巻防護施設に波及的影響を及ぼさないことを確認する。</p> <p>(7) 風荷重に対する考慮 竜巻襲来時には竜巻の風荷重により防護ネットがたわむ事となる。</p>	<p style="text-align: right;">添付資料 3.7</p> <p>竜巻防護ネットの構造設計について</p> <p>1. 概要 設置許可基準規則第六条において、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。 外部事象防護対象施設である原子炉補機冷却海水ポンプ（電動機、配管等を含む）及び高圧炉心スプレイ補機冷却海水ポンプ（電動機、配管等を含む）（以下、「非常用海水ポンプ等」という。）は、想定される自然現象のうち、竜巻による設計飛来物の衝突により安全機能を損なうおそれがあることから、竜巻防護ネットによる防護対策を講じることで損傷を防止し、安全機能が損なわれない設計とする。</p> <p>2. 竜巻防護ネットに対する要求事項 竜巻防護ネットは竜巻から非常用海水ポンプを防護する観点で、以下の要求事項を満足する必要がある。</p> <p>(1) 竜巻防護に対する要求事項 ・ 竜巻の風荷重や設計飛来物が衝突した際の衝撃力等に耐え、設計飛来物が非常用海水ポンプ等に到達しないこと。 ・ 設計飛来物が衝突した際に構造体が崩壊及び落下せず、非常用海水ポンプ等を損傷させないこと。</p> <p>(2) 竜巻以外の自然現象（地震、津波含む）に対する要求事項 ・ 竜巻以外の自然現象によって構造体が崩壊及び落下せず、非常用海水ポンプ等に波及的影響を及ぼさないこと。</p> <p>(3) 竜巻随伴事象に対する要求事項 ・ 竜巻随伴事象として想定される事象である、火災、溢水及び外部電源喪失に対し、非常用海水ポンプ等に波及的影響を及ぼさないこと。 ・ 竜巻防護ネット自体が、火災、溢水及び外部電源喪失の原因とならないこと。</p> <p>3. 設計方針</p> <p>3.1 竜巻防護ネットの構造</p> <p>3.1.1 設置位置 竜巻防護ネットは、海水ポンプ室補機ポンプエリアに設置する。</p>	<p style="text-align: right;">添付資料 3.13</p> <p>竜巻防護ネットの構造設計について</p> <p>1. 概要 設置許可基準規則第六条において、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。 外部事象防護対象施設である原子炉補機冷却海水ポンプ（電動機、配管等を含む）及び原子炉補機冷却海水ポンプ出口ストレーナ（配管、弁等を含む）（以下、「原子炉補機冷却海水ポンプ等」という。）は、想定される自然現象のうち、竜巻による設計飛来物の衝突により安全機能を損なうおそれがあることから、竜巻防護ネットによる防護対策を講じることで損傷を防止し、安全機能が損なわれない設計とする。</p> <p>2. 竜巻防護ネットに対する要求事項 竜巻防護ネットは竜巻から原子炉補機冷却海水ポンプ等を防護する観点で、以下の要求事項を満足する必要がある。</p> <p>(1) 竜巻防護に対する要求事項 ・ 竜巻の風荷重や設計飛来物が衝突した際の衝撃力等に耐え、設計飛来物が原子炉補機冷却海水ポンプ等に到達しないこと。 ・ 設計飛来物が衝突した際に架台等が崩壊及び落下せず、原子炉補機冷却海水ポンプ等を損傷させないこと。</p> <p>(2) 竜巻以外の自然現象（地震、津波含む）に対する要求事項 ・ 竜巻以外の自然現象によって架台等が崩壊及び落下せず、原子炉補機冷却海水ポンプ等に波及的影響を及ぼさないこと。</p> <p>(3) 竜巻随伴事象に対する要求事項 ・ 竜巻随伴事象として想定される事象である、火災、溢水及び外部電源喪失に対し、原子炉補機冷却海水ポンプ等に波及的影響を及ぼさないこと。 ・ 竜巻防護ネット自体が、火災、溢水及び外部電源喪失の原因とならないこと。</p> <p>3. 設計方針</p> <p>3.1 竜巻防護ネットの構造</p> <p>3.1.1 設置位置 竜巻防護ネットは、循環水ポンプ建屋内にある取水ビットポンプ室内の原子炉補機冷却海水ポンプエリア（以下、「海水ポンプエリア」）</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</p> <p>【女川】 竜巻防護ネットで防護する対象機器の相違</p> <p>【女川】 竜巻防護ネットで防護する対象機器の相違</p> <p>【女川】 竜巻防護ネットで防護する対象機器の相違</p> <p>【女川】 竜巻防護ネットで防護する対象機器の相違</p> <p>【女川】 設置場所の相違</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3.13）

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>一方、防護ネットは、ネットがたわむことによりエネルギーを吸収するため、風荷重により防護ネットがたわんでいると、そのたわみ量に応じて吸収できるエネルギーが減少することとなる。このため、防護ネットの設計に際しては、竜巻襲来時の風荷重を考慮する。</p> <p>(8) 鋼製パイプに対する対応 鋼製パイプが、飛来物防護対策設備内部に侵入することを防止するため、竜巻飛来物防護対策設備では、網間40mmの防護ネットを設置し、鋼製パイプ（直径50mm）がネットの網目を抜けることを防止する。</p> <p>(9) 竜巻防護施設の保守性に対する考慮 海水ポンプは、点検、保守のためにモータおよびポンプを吊り上げる必要がある。このため、海水ポンプの上部に設置する防護ネットについては、防護ネットを取付けたフレーム毎に取り外しが可能な設計とする。また、ロータリースクリーン等の点検、保守時に吊り上げが必要となる設備の上部に設置する防護ネットについても、取り外し可能な設計とする。</p> <p>また、防護壁（鋼板）、防護ネットおよび架構と竜巻防護施設とは、作業員の点検、保守時のアクセス性を考慮した離隔距離を確保する設計とする。</p> <p>(10) 防護ネットの保守管理 防護ネットは、ネットがたわむことによりエネルギーを吸収するため、ネットに過剰な初期たわみや変形があると十分な性能を発揮できない恐れがある。そのため、定期的なネットのたわみ量測定、目視によるネットの変形有無の確認を実施し、異常があった場合には、防護ネットの交換ができる設計とする。</p>	<p>防護対象である非常用海水ポンプ等は、図1に示すように、ピット構造である海水ポンプ室補機ポンプエリア内の全域に及ぶことから、竜巻防護ネットはピット開口部の全面に設置する。</p>  <p>図1 海水ポンプ室補機ポンプエリアの外形図</p> <p>3.1.2 構造概要 竜巻防護ネットは海水ポンプ室補機ポンプエリア開口部に対し、フレームに取り付けたネット（金網）を配置することで、設計飛来物の侵入を阻止し、非常用海水ポンプ等を防護する構造である。</p>	<p>という。)及び原子炉補機冷却海水ポンプ出口ストレーナ室ストレーナエリア（以下、「海水ストレーナエリア」という。）に設置する。</p> <p>防護対象である原子炉補機冷却海水ポンプ等は、図1に示すように、ピット構造である海水ポンプエリア及び海水ストレーナエリア内の全域に及ぶことから、竜巻防護ネットはピット開口部の全面に設置する。</p>  <p>図1 海水ポンプエリア、海水ストレーナエリアの外形図</p> <p>3.1.2 構造概要 竜巻防護ネットは海水ポンプエリア及び海水ストレーナエリア開口部に対し、架台に取り付けたネットを配置することで、設計飛来物の侵入を阻止し、原子炉補機冷却海水ポンプ等を防護する構造である。</p>	<p>【大阪】 ・記載方針の相違 ・女川審査実績の反映</p> <p>【女川】 設置場所の相違</p> <p>【女川】 設置場所の相違</p> <p>S</p> <p>【女川】 設置場所の相違</p>

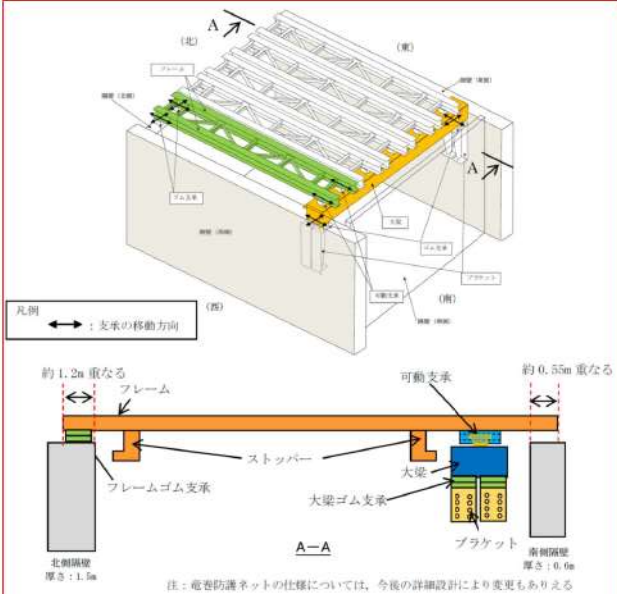
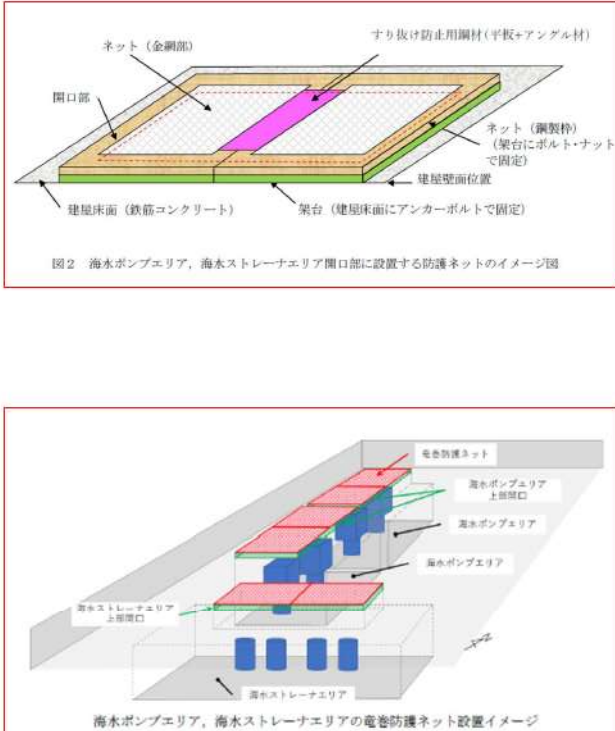
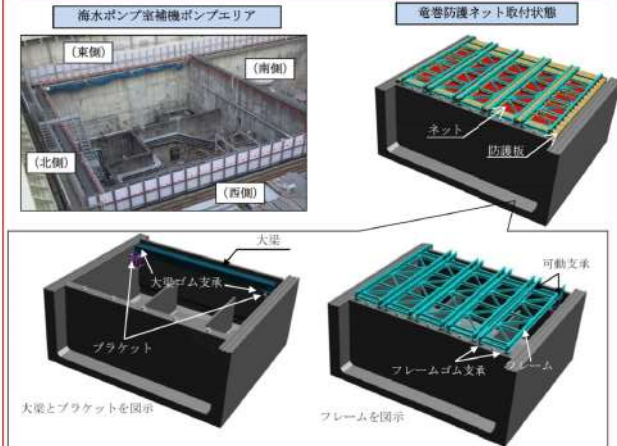
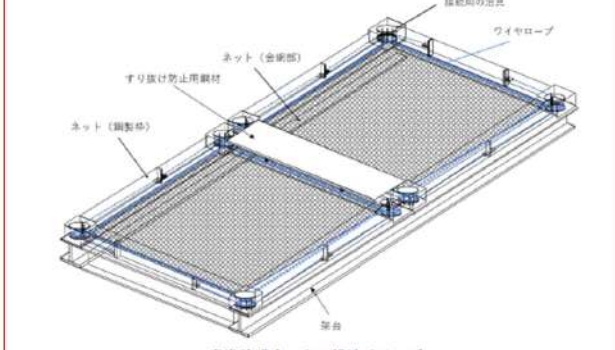
泊発電所3号炉 DB基準適合性 比較表

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3.13）

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>海水ポンプ室補機ポンプエリアの隔壁（南側）は壁厚が薄くフレームを支持できないため、フレーム支持用の大梁を設置し、この大梁と隔壁（北側）天面にネット及び防護板を取り付けたフレームを支持する。</p> <p>また、大梁とフレームとの接続部には可動支承を設置し、ブラケットと大梁の接続部及び隔壁（北側）とフレームとの接続部にはゴム支承を設置する。</p> <p>ゴム支承は、地震により生ずる応力及び反力を低減・分散させることを目的としており、水平方向の固有周期を長周期側に移動させ応答を下げるとともに、壁面へ伝達させる荷重を分散させる効果を期待する。</p> <p>可動支承は、温度変化によるフレームの伸縮を吸収し、変形による荷重発生を防ぐため、水平変位に追従する機能を有する。</p> <p>また、フレームにはストッパーを取り付けており、フレームを支持するゴム支承に期待しない場合でも、竜巻防護ネットが落下せず、非常用海水ポンプ等に波及的影響を与えない設計とする。</p> <p>フレームは海水ポンプ室補機ポンプエリアの北側隔壁（厚さ1.5m）に対して約1.2m重なる構造とし、南側隔壁（厚さ0.6m）に対しても約0.55m重なる構造とし、海水ポンプ室補機ポンプエリアに落下しない構造とする。</p> <p>竜巻防護ネットの構造概要を図2及び図3に示す。また、竜巻防護ネットの仕様を表1に示す。なお、仕様は詳細設計により変更もあり得る。</p>	<p>ネットについては、原子炉補機冷却海水ポンプ等の設備点検時の竜巻防護ネットの取り外しの作業性等を考慮し、開口部に対して2組設置することとしており、2組のネットが接する位置に設計飛来物の鋼製材が衝突した場合は、当該部位の変形により鋼製材がすり抜ける可能性があるため、外部事象防護対象施設である原子炉補機冷却海水ポンプ等に影響を与えないよう、当該部位にすり抜け防止用鋼材（平板＋アングル材）を設置する計画である。</p> <p>竜巻防護ネットの構造概要を図2及び図3に示す。また、竜巻防護ネットの仕様を表1に示す。なお、仕様は詳細設計により変更もあり得る。</p>	<p>【女川】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・竜巻防護設備の構造の相違。 ・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、女川の竜巻防護ネットの可動支承のような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。

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）

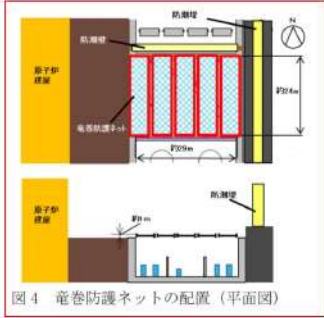
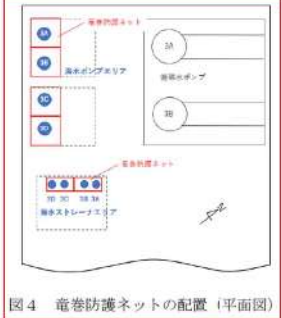
大飯発電所3/4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
	 <p>図2 竜巻防護ネットの概要図</p>	 <p>図3 竜巻防護ネットの設置イメージ</p>	<p>【女川】 防護ネットの設置環境の違いによる構造の相違</p> <p>【女川】 防護ネットの設置環境の違いによる構造の相違</p>
	 <p>図3 竜巻防護ネットの概要図（北西側から見た場合）</p>	 <p>図3 竜巻防護ネットの構造イメージ</p>	

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）

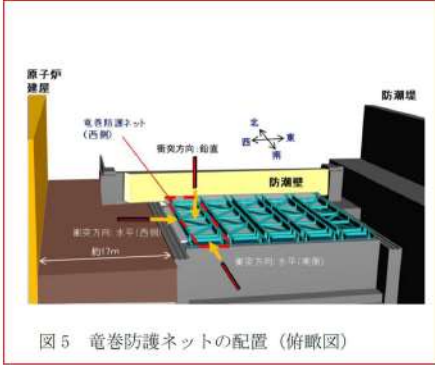
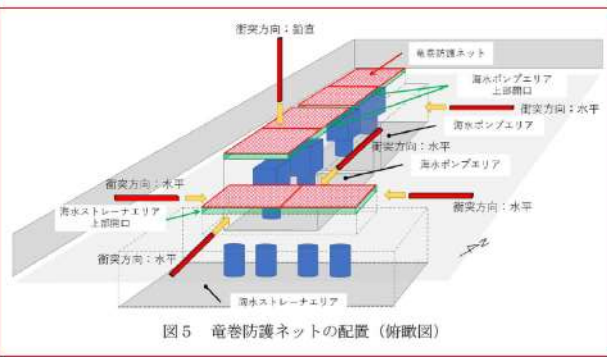
大飯発電所3/4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由																																																																																																	
	<p style="text-align: center;">表1 竜巻防護ネットの仕様</p> <table border="1" data-bbox="712 167 1326 555"> <tr> <td>総質量</td> <td colspan="2">約500ton</td> </tr> <tr> <td>全体形状</td> <td colspan="2">約29m（東西方向）×約24m（南北方向） 高さ 約1m</td> </tr> <tr> <td rowspan="4">ネット（金網部）</td> <td>構成</td> <td>主ネット×2枚+補助ネット×1枚</td> </tr> <tr> <td>寸法</td> <td>線径：φ4mm 目合い寸法：主ネット50mm、補助ネット40mm</td> </tr> <tr> <td>主要材料</td> <td>硬鋼線材、亜鉛めっき鋼線</td> </tr> <tr> <td>数量</td> <td>5組</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">フレーム</td> <td>寸法</td> <td>長さ×幅×高さ：約23m×4.3m×1m</td> </tr> <tr> <td>主要材料</td> <td>SM490A、SM400A、SS400</td> </tr> <tr> <td>仕様</td> <td>水平分散型</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">大梁</td> <td>寸法</td> <td>長さ×幅×高さ：約26m×1.5m×1.5m</td> </tr> <tr> <td>主要材料</td> <td>SM520B、SM490A</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">ゴム支承</td> <td>数量</td> <td>大梁用：4個（2組（2個/組）） フレーム用：10個（5組（2個/組））</td> </tr> <tr> <td>材料</td> <td>SM490A</td> </tr> <tr> <td>可動支承</td> <td>数量</td> <td>フレーム用：10個（5組（2個/組））</td> </tr> <tr> <td>ブラケット</td> <td>材料</td> <td>SM490A</td> </tr> <tr> <td>防護板</td> <td>材料</td> <td>SM400A、SS400</td> </tr> <tr> <td>耐震クラス</td> <td>—</td> <td>C</td> </tr> </table> <p>3.2 設計条件 3.2.1 荷重条件 竜巻防護ネットは、設計竜巻による荷重とその他の荷重の組合せを適切に考慮した構造強度評価を実施し、各部材に発生する応力等が許容限界内にあることを確認する。構造強度評価の条件として、考慮する荷重の種類及び組合せを以下に示す。</p> <p>(1) 荷重の種類 a. 常時作用する荷重 常時作用する荷重としては、竜巻防護ネットの自重を考慮する。</p> <p>b. 運転時の状態で作用する荷重 竜巻防護ネットは動的機能を持たない構造であり、通常運転時及び設計基準事故時に作用する荷重はない。</p> <p>c. 竜巻荷重 設計竜巻により作用する荷重は「原子力発電所の竜巻影響評価ガイド」に示すとおり、「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_h)」を組み合わせた複合荷重として考慮する。複合荷重 W_{T1} 及び W_{T2} は、以下のとおり設定する。 $W_{T1} = W_p$ $W_{T2} = W_w + 0.5 \cdot W_p + W_h$ ここで、設計飛来物による衝撃荷重としては、設計飛来物が衝突する場合の荷重を設定する。なお、気圧差による荷重 (W_p) は、竜巻防護ネットの構造及び配置上考慮しない。</p> <p>(a) 風圧力による荷重 (W_w) 設計竜巻風速 100m/s の風圧力による荷重を考慮する。竜巻防護ネ</p>	総質量	約500ton		全体形状	約29m（東西方向）×約24m（南北方向） 高さ 約1m		ネット（金網部）	構成	主ネット×2枚+補助ネット×1枚	寸法	線径：φ4mm 目合い寸法：主ネット50mm、補助ネット40mm	主要材料	硬鋼線材、亜鉛めっき鋼線	数量	5組	フレーム	寸法	長さ×幅×高さ：約23m×4.3m×1m	主要材料	SM490A、SM400A、SS400	仕様	水平分散型	大梁	寸法	長さ×幅×高さ：約26m×1.5m×1.5m	主要材料	SM520B、SM490A	ゴム支承	数量	大梁用：4個（2組（2個/組）） フレーム用：10個（5組（2個/組））	材料	SM490A	可動支承	数量	フレーム用：10個（5組（2個/組））	ブラケット	材料	SM490A	防護板	材料	SM400A、SS400	耐震クラス	—	C	<p style="text-align: center;">表1 竜巻防護ネットの仕様</p> <table border="1" data-bbox="1344 167 1957 587"> <tr> <td rowspan="6">海水ポンプエリア上部</td> <td rowspan="3">ネット（金網部）</td> <td>構成</td> <td>主ネット×2枚+補助ネット×1枚</td> </tr> <tr> <td>寸法</td> <td>線径：φ4mm 目合い寸法：主ネット50mm、補助ネット40mm</td> </tr> <tr> <td>主要材料</td> <td>硬鋼線材、亜鉛めっき鋼線</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">ネット（鋼製作）</td> <td>寸法</td> <td>約5.0×4.6m</td> </tr> <tr> <td>主要材料</td> <td>SS400</td> </tr> <tr> <td>数量</td> <td>4組</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">架台</td> <td>数量</td> <td>2組（2開口に設置）</td> </tr> <tr> <td>寸法（高さ）</td> <td>約340mm</td> </tr> <tr> <td>主要材料</td> <td>SM490A、SM400A</td> </tr> <tr> <td rowspan="6">海水ストレージエリア上部</td> <td rowspan="3">ネット（金網部）</td> <td>構成</td> <td>主ネット×2枚+補助ネット×1枚</td> </tr> <tr> <td>寸法</td> <td>線径：φ4mm 目合い寸法：主ネット40mm、補助ネット40mm</td> </tr> <tr> <td>主要材料</td> <td>硬鋼線材、亜鉛めっき鋼線</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">ネット（鋼製作）</td> <td>寸法</td> <td>約4.4m×2.6m</td> </tr> <tr> <td>主要材料</td> <td>SS400</td> </tr> <tr> <td>数量</td> <td>2組</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">架台</td> <td>数量</td> <td>1組（1開口に設置）</td> </tr> <tr> <td>寸法（高さ）</td> <td>約635mm</td> </tr> <tr> <td>主要材料</td> <td>SM490A、SM400A</td> </tr> <tr> <td>すり抜け防止用鋼材</td> <td>主要材料</td> <td>SM400A</td> </tr> <tr> <td>ブラケット</td> <td>材料</td> <td>SM490A</td> </tr> <tr> <td>耐震クラス</td> <td>—</td> <td>C</td> </tr> </table> <p>3.2 設計条件 3.2.1 荷重条件 竜巻防護ネットは、設計竜巻による荷重とその他の荷重の組合せを適切に考慮した構造強度評価を実施し、各部材に発生する応力等が許容限界内にあることを確認する。構造強度評価の条件として、考慮する荷重の種類及び組合せを以下に示す。</p> <p>(1) 荷重の種類 a. 常時作用する荷重 常時作用する荷重としては、竜巻防護ネットの自重を考慮する。</p> <p>b. 運転時の状態で作用する荷重 竜巻防護ネットは動的機能を持たない構造であり、通常運転時及び設計基準事故時に作用する荷重はない。</p> <p>c. 竜巻荷重 設計竜巻により作用する荷重は「原子力発電所の竜巻影響評価ガイド」に示すとおり、「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_h)」を組み合わせた複合荷重として考慮する。複合荷重 W_{T1} 及び W_{T2} は、以下のとおり設定する。 $W_{T1} = W_p$ $W_{T2} = W_w + 0.5 \cdot W_p + W_h$ ここで、設計飛来物による衝撃荷重としては、設計飛来物が衝突する場合の荷重を設定する。なお、気圧差による荷重 (W_p) は、竜巻防護ネットの構造及び配置上考慮しない。</p> <p>(a) 風圧力による荷重 (W_w) 設計竜巻風速 100m/s の風圧力による荷重を考慮する。竜巻防護ネ</p>	海水ポンプエリア上部	ネット（金網部）	構成	主ネット×2枚+補助ネット×1枚	寸法	線径：φ4mm 目合い寸法：主ネット50mm、補助ネット40mm	主要材料	硬鋼線材、亜鉛めっき鋼線	ネット（鋼製作）	寸法	約5.0×4.6m	主要材料	SS400	数量	4組	架台	数量	2組（2開口に設置）	寸法（高さ）	約340mm	主要材料	SM490A、SM400A	海水ストレージエリア上部	ネット（金網部）	構成	主ネット×2枚+補助ネット×1枚	寸法	線径：φ4mm 目合い寸法：主ネット40mm、補助ネット40mm	主要材料	硬鋼線材、亜鉛めっき鋼線	ネット（鋼製作）	寸法	約4.4m×2.6m	主要材料	SS400	数量	2組	架台	数量	1組（1開口に設置）	寸法（高さ）	約635mm	主要材料	SM490A、SM400A	すり抜け防止用鋼材	主要材料	SM400A	ブラケット	材料	SM490A	耐震クラス	—	C	<p>【女川】 防護ネットの設置方法の相違により仕様が異なるため。</p>
総質量	約500ton																																																																																																			
全体形状	約29m（東西方向）×約24m（南北方向） 高さ 約1m																																																																																																			
ネット（金網部）	構成	主ネット×2枚+補助ネット×1枚																																																																																																		
	寸法	線径：φ4mm 目合い寸法：主ネット50mm、補助ネット40mm																																																																																																		
	主要材料	硬鋼線材、亜鉛めっき鋼線																																																																																																		
	数量	5組																																																																																																		
フレーム	寸法	長さ×幅×高さ：約23m×4.3m×1m																																																																																																		
	主要材料	SM490A、SM400A、SS400																																																																																																		
	仕様	水平分散型																																																																																																		
大梁	寸法	長さ×幅×高さ：約26m×1.5m×1.5m																																																																																																		
	主要材料	SM520B、SM490A																																																																																																		
ゴム支承	数量	大梁用：4個（2組（2個/組）） フレーム用：10個（5組（2個/組））																																																																																																		
	材料	SM490A																																																																																																		
可動支承	数量	フレーム用：10個（5組（2個/組））																																																																																																		
ブラケット	材料	SM490A																																																																																																		
防護板	材料	SM400A、SS400																																																																																																		
耐震クラス	—	C																																																																																																		
海水ポンプエリア上部	ネット（金網部）	構成	主ネット×2枚+補助ネット×1枚																																																																																																	
		寸法	線径：φ4mm 目合い寸法：主ネット50mm、補助ネット40mm																																																																																																	
		主要材料	硬鋼線材、亜鉛めっき鋼線																																																																																																	
	ネット（鋼製作）	寸法	約5.0×4.6m																																																																																																	
		主要材料	SS400																																																																																																	
		数量	4組																																																																																																	
架台	数量	2組（2開口に設置）																																																																																																		
	寸法（高さ）	約340mm																																																																																																		
	主要材料	SM490A、SM400A																																																																																																		
海水ストレージエリア上部	ネット（金網部）	構成	主ネット×2枚+補助ネット×1枚																																																																																																	
		寸法	線径：φ4mm 目合い寸法：主ネット40mm、補助ネット40mm																																																																																																	
		主要材料	硬鋼線材、亜鉛めっき鋼線																																																																																																	
	ネット（鋼製作）	寸法	約4.4m×2.6m																																																																																																	
		主要材料	SS400																																																																																																	
		数量	2組																																																																																																	
架台	数量	1組（1開口に設置）																																																																																																		
	寸法（高さ）	約635mm																																																																																																		
	主要材料	SM490A、SM400A																																																																																																		
すり抜け防止用鋼材	主要材料	SM400A																																																																																																		
ブラケット	材料	SM490A																																																																																																		
耐震クラス	—	C																																																																																																		

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>ットの主たる形状はI型断面であることから、風圧力による荷重の算出に使用する風力係数は「建築物荷重指針・同解説」のI型断面部材を使用する。風圧力による荷重の算出にあたっては、風の方向によらず、I型断面部材に対し最も大きい風力係数であるC=2.1を使用し算出する。</p> <p>(b)設計飛来物による衝撃荷重 (W_u) 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により算出する。竜巻防護ネットの形状は海水ポンプ室補機ポンプエリア（東西：約29m、南北：約24m）の上部全面に配置し、地上からの高さは約1mである。また、竜巻防護ネットの周囲は北側を防潮壁、東側を防潮堤で囲まれており、西側は約17mを隔てて、原子炉建屋が設置されている。</p> <p>竜巻防護ネットの配置状況を図4及び図5に示す。</p> <p>竜巻防護ネットの形状、周囲の状況を踏まえると、飛来物の衝突方向は鉛直方向が支配的であると考え。水平方向からの衝突は、鉛直方向からの衝突に比べて起こりにくいと考えるが、設計飛来物の最大水平速度が大きいことを踏まえて、原子炉建屋との間の水平方向（西側）からの衝突も考慮する。</p> <p>衝撃荷重は、鋼製材が衝突した場合の影響が大きくなる向きを考慮し、有限要素法により求める。飛来物の衝突速度を初速値として入力し、飛来物衝突評価により算出する。表2に設計飛来物の諸元を示す。</p> <table border="1" data-bbox="712 869 1321 1029"> <caption>表2 設計飛来物の諸元</caption> <thead> <tr> <th rowspan="2">設計飛来物</th> <th colspan="2">仕様</th> <th rowspan="2">最大水平速度 (m/s)</th> <th rowspan="2">最大鉛直速度 (m/s)</th> </tr> <tr> <th>サイズ (m)</th> <th>質量 (kg)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>鋼製材</td> <td>縦×横×高さ 4.2×0.3×0.2</td> <td>135</td> <td>46.6</td> <td>16.7</td> </tr> <tr> <td>砂利</td> <td>縦×横×高さ 0.04×0.04×0.04</td> <td>0.2</td> <td>59.3</td> <td>22.6</td> </tr> </tbody> </table> 	設計飛来物	仕様		最大水平速度 (m/s)	最大鉛直速度 (m/s)	サイズ (m)	質量 (kg)	鋼製材	縦×横×高さ 4.2×0.3×0.2	135	46.6	16.7	砂利	縦×横×高さ 0.04×0.04×0.04	0.2	59.3	22.6	<p>ットの主たる形状はI型断面であることから、風圧力による荷重の算出に使用する風力係数は「建築物荷重指針・同解説」のI型断面部材を使用する。風圧力による荷重の算出にあたっては、風の方向によらず、I型断面部材に対し最も大きい風力係数であるC=2.1を使用し算出する。</p> <p>(b)設計飛来物による衝撃荷重 (W_u) 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、鋼製パイプと比べ運動エネルギーが大きくなる鋼製材により算出する。竜巻防護ネットの形状は海水ポンプエリアの上部（約10m×約5.5m）及び海水ストレーナエリアの上部（約10m×約2.6m）全面に配置し、地上からの高さは約0.7mである。</p> <p>竜巻防護ネットの配置状況を図4及び図5に示す。</p> <p>竜巻防護ネットの形状、周囲の状況を踏まえて、飛来物の衝突方向は水平及び鉛直方向からの衝突を考慮する。</p> <p>衝撃荷重は、鋼製材が衝突した場合の影響が大きくなる向きを考慮し、有限要素法により求める。飛来物の衝突速度を初速値として入力し、飛来物衝突評価により算出する。表2に設計飛来物の諸元を示す。</p> <table border="1" data-bbox="1350 869 1948 1066"> <caption>表2 設計飛来物の諸元</caption> <thead> <tr> <th rowspan="2">設計飛来物</th> <th colspan="2">仕様</th> <th rowspan="2">最大水平速度 (m/s)</th> <th rowspan="2">最大鉛直速度 (m/s)</th> </tr> <tr> <th>サイズ (m)</th> <th>質量 (kg)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>鋼製材</td> <td>縦×横×高さ 4.2×0.3×0.2</td> <td>135</td> <td>57</td> <td>38</td> </tr> <tr> <td>鋼製パイプ</td> <td>長さ×直径 2×0.05</td> <td>8.4</td> <td>49</td> <td>33</td> </tr> <tr> <td>砂利</td> <td>縦×横×高さ 0.04×0.04×0.04</td> <td>0.18</td> <td>62</td> <td>42</td> </tr> </tbody> </table> 	設計飛来物	仕様		最大水平速度 (m/s)	最大鉛直速度 (m/s)	サイズ (m)	質量 (kg)	鋼製材	縦×横×高さ 4.2×0.3×0.2	135	57	38	鋼製パイプ	長さ×直径 2×0.05	8.4	49	33	砂利	縦×横×高さ 0.04×0.04×0.04	0.18	62	42	<p>【女川】 竜巻防護ネット設置箇所、寸法の相違</p> <p>【女川】 記載表現の相違</p> <p>【女川】 飛来物の想定方向の相違</p> <p>泊においては竜巻防護ネットを設置する周辺に設計飛来物の侵入ルートを防ぐことのできる構造物がないためすべての方向からの衝突を考慮しているため。</p> <p>【女川】 設計飛来物の相違</p> <p>泊においては、鋼製パイプが新燃料ビットへの衝突する可能性があることから設計飛来物が追加している</p> <p>【女川】 防護ネットの設置方法の相違</p>
設計飛来物	仕様		最大水平速度 (m/s)	最大鉛直速度 (m/s)																																						
	サイズ (m)	質量 (kg)																																								
鋼製材	縦×横×高さ 4.2×0.3×0.2	135	46.6	16.7																																						
砂利	縦×横×高さ 0.04×0.04×0.04	0.2	59.3	22.6																																						
設計飛来物	仕様		最大水平速度 (m/s)	最大鉛直速度 (m/s)																																						
	サイズ (m)	質量 (kg)																																								
鋼製材	縦×横×高さ 4.2×0.3×0.2	135	57	38																																						
鋼製パイプ	長さ×直径 2×0.05	8.4	49	33																																						
砂利	縦×横×高さ 0.04×0.04×0.04	0.18	62	42																																						

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5 竜巻防護ネットの配置（俯瞰図）</p> <p>(2) 荷重の組合せ 「別添資料1 3.3.2 設計竜巻荷重と組合せる荷重の設定」を踏まえ、荷重の組合せを表3に示す。</p> <p>表3 竜巻防護ネットにおいて組合せを考慮する荷重</p> <table border="1" data-bbox="723 699 1310 831"> <thead> <tr> <th colspan="5">考慮する荷重</th> </tr> <tr> <th rowspan="2">常時作用する荷重</th> <th rowspan="2">運転時の状態で作用する荷重</th> <th colspan="3">竜巻荷重</th> </tr> <tr> <th>風圧力</th> <th>気圧差</th> <th>設計飛来物による衝撃荷重</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>○</td> <td>—</td> <td>○</td> <td>—</td> <td>○</td> </tr> </tbody> </table> <p>○：考慮する，—：考慮不要</p> <p>3.3 竜巻防護ネットの設計方針 3.3.1 竜巻防護ネットの設計方針 「2. 竜巻防護ネットに対する要求事項」を踏まえて、設置許可基準規則の各条文（第4条、第6条）に対する竜巻防護ネットの設計方針を表4のとおり整理した。</p>	考慮する荷重					常時作用する荷重	運転時の状態で作用する荷重	竜巻荷重			風圧力	気圧差	設計飛来物による衝撃荷重	○	—	○	—	○	 <p>図5 竜巻防護ネットの配置（俯瞰図）</p> <p>(2) 荷重の組合せ 「別添資料1 3.3.2 設計竜巻荷重と組合せる荷重の設定」を踏まえ、荷重の組合せを表3に示す。</p> <p>表3 竜巻防護ネットにおいて組合せを考慮する荷重</p> <table border="1" data-bbox="1350 699 1937 831"> <thead> <tr> <th colspan="5">考慮する荷重</th> </tr> <tr> <th rowspan="2">常時作用する荷重</th> <th rowspan="2">運転時の状態で作用する荷重</th> <th colspan="3">竜巻荷重</th> </tr> <tr> <th>風圧力</th> <th>気圧差</th> <th>設計飛来物による衝撃荷重</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>○</td> <td>—</td> <td>○</td> <td>—</td> <td>○</td> </tr> </tbody> </table> <p>○：考慮する，—：考慮不要</p> <p>3.3 竜巻防護ネットの設計方針 3.3.1 竜巻防護ネットの設計方針 「2. 竜巻防護ネットに対する要求事項」を踏まえて、設置許可基準規則の各条文（第4条、第6条）に対する竜巻防護ネットの設計方針を表4のとおり整理した。</p>	考慮する荷重					常時作用する荷重	運転時の状態で作用する荷重	竜巻荷重			風圧力	気圧差	設計飛来物による衝撃荷重	○	—	○	—	○	<p>【女川】 防護ネットの設置環境の違いによる構造の相違</p>
考慮する荷重																																							
常時作用する荷重	運転時の状態で作用する荷重	竜巻荷重																																					
		風圧力	気圧差	設計飛来物による衝撃荷重																																			
○	—	○	—	○																																			
考慮する荷重																																							
常時作用する荷重	運転時の状態で作用する荷重	竜巻荷重																																					
		風圧力	気圧差	設計飛来物による衝撃荷重																																			
○	—	○	—	○																																			

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）

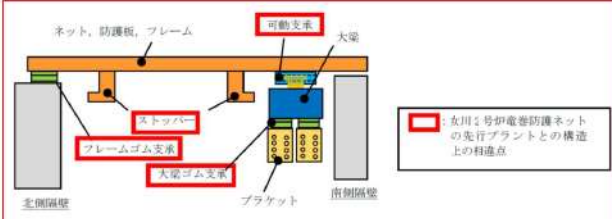
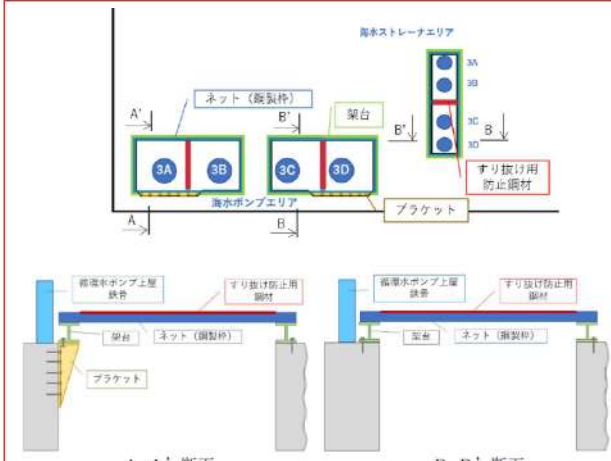
大飯発電所3/4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由																		
	<p style="text-align: center;">表4 竜巻防護ネットの設計方針</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 15%;">設置許可基準規則</th> <th style="width: 60%;">竜巻防護ネットの設計方針</th> <th style="width: 25%;">備考</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>第4条 地震による損傷の防止</td> <td>上位クラスである非常用海水ポンプ等に対し、地震時において竜巻防護ネットの損傷等により波及的影響を及ぼさないよう、基準地震動Ssに対して十分な構造強度を有すること。</td> <td>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</td> </tr> <tr> <td>第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（竜巻）</td> <td>竜巻防護ネットは、竜巻時及び竜巻通過後において、設計竜巻荷重及びその他考慮すべき荷重に対し、内包する非常用海水ポンプ等が安全機能を損なわないよう、設計飛来物が非常用海水ポンプ等に衝突することを防止可能な設計とする。また、竜巻防護ネットは、その他考えられる自然現象に対して、非常用海水ポンプ等に波及的影響を及ぼさない設計とする。</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>竜巻防護ネットは、上記設計方針及び「3.1.2 構造概要」で示した構造と、「3.2.1 荷重条件」で設定した荷重を踏まえて設計する。 竜巻防護ネットの設計フローを図6に示す。 竜巻防護ネットの構造の特徴である、ゴム支承、可動支承の採用による設計上考慮すべき事項については、適切に設計へ反映する。</p>	設置許可基準規則	竜巻防護ネットの設計方針	備考	第4条 地震による損傷の防止	上位クラスである非常用海水ポンプ等に対し、地震時において竜巻防護ネットの損傷等により波及的影響を及ぼさないよう、基準地震動Ssに対して十分な構造強度を有すること。	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	第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（竜巻）	竜巻防護ネットは、竜巻時及び竜巻通過後において、設計竜巻荷重及びその他考慮すべき荷重に対し、内包する非常用海水ポンプ等が安全機能を損なわないよう、設計飛来物が非常用海水ポンプ等に衝突することを防止可能な設計とする。また、竜巻防護ネットは、その他考えられる自然現象に対して、非常用海水ポンプ等に波及的影響を及ぼさない設計とする。		<p style="text-align: center;">表4 竜巻防護ネットの設計方針</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 15%;">設置許可基準規則</th> <th style="width: 60%;">竜巻防護ネットの設計方針</th> <th style="width: 25%;">備考</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>第4条 地震による損傷の防止</td> <td>上位クラスである原子炉補機冷却海水ポンプ等に対し、地震時において竜巻防護ネットの損傷等により波及的影響を及ぼさないよう、基準地震動Ssに対して十分な構造強度を有すること。</td> <td>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</td> </tr> <tr> <td>第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（竜巻）</td> <td>竜巻防護ネットは、竜巻時及び竜巻通過後において、設計竜巻荷重及びその他考慮すべき荷重に対し、内包する原子炉補機冷却海水ポンプ等が安全機能を損なわないよう、設計飛来物が原子炉補機冷却海水ポンプ等に衝突することを防止可能な設計とする。また、竜巻防護ネットは、その他考えられる自然現象に対して、原子炉補機冷却海水ポンプ等に波及的影響を及ぼさない設計とする。</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>竜巻防護ネットは、上記設計方針及び「3.1.2 構造概要」で示した構造と、「3.2.1 荷重条件」で設定した荷重を踏まえて設計する。 竜巻防護ネットの設計フローを図6に示す。</p>	設置許可基準規則	竜巻防護ネットの設計方針	備考	第4条 地震による損傷の防止	上位クラスである原子炉補機冷却海水ポンプ等に対し、地震時において竜巻防護ネットの損傷等により波及的影響を及ぼさないよう、基準地震動Ssに対して十分な構造強度を有すること。	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	第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（竜巻）	竜巻防護ネットは、竜巻時及び竜巻通過後において、設計竜巻荷重及びその他考慮すべき荷重に対し、内包する原子炉補機冷却海水ポンプ等が安全機能を損なわないよう、設計飛来物が原子炉補機冷却海水ポンプ等に衝突することを防止可能な設計とする。また、竜巻防護ネットは、その他考えられる自然現象に対して、原子炉補機冷却海水ポンプ等に波及的影響を及ぼさない設計とする。		<p>【女川】 竜巻防護ネットで防護する対象機器の相違</p> <p>【女川】 ・竜巻防護設備の構造の相違。 ・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、女川の竜巻防護ネットの可動支承のような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</p>
設置許可基準規則	竜巻防護ネットの設計方針	備考																			
第4条 地震による損傷の防止	上位クラスである非常用海水ポンプ等に対し、地震時において竜巻防護ネットの損傷等により波及的影響を及ぼさないよう、基準地震動Ssに対して十分な構造強度を有すること。	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																			
第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（竜巻）	竜巻防護ネットは、竜巻時及び竜巻通過後において、設計竜巻荷重及びその他考慮すべき荷重に対し、内包する非常用海水ポンプ等が安全機能を損なわないよう、設計飛来物が非常用海水ポンプ等に衝突することを防止可能な設計とする。また、竜巻防護ネットは、その他考えられる自然現象に対して、非常用海水ポンプ等に波及的影響を及ぼさない設計とする。																				
設置許可基準規則	竜巻防護ネットの設計方針	備考																			
第4条 地震による損傷の防止	上位クラスである原子炉補機冷却海水ポンプ等に対し、地震時において竜巻防護ネットの損傷等により波及的影響を及ぼさないよう、基準地震動Ssに対して十分な構造強度を有すること。	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																			
第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（竜巻）	竜巻防護ネットは、竜巻時及び竜巻通過後において、設計竜巻荷重及びその他考慮すべき荷重に対し、内包する原子炉補機冷却海水ポンプ等が安全機能を損なわないよう、設計飛来物が原子炉補機冷却海水ポンプ等に衝突することを防止可能な設計とする。また、竜巻防護ネットは、その他考えられる自然現象に対して、原子炉補機冷却海水ポンプ等に波及的影響を及ぼさない設計とする。																				

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>図6 竜巻防護ネットの設計フロー</p> <p>→ 構成要素の評価条件 → 異なる構成要素への評価結果アウトプット 竜巻防護ネットの構造設計の特徴 ※1 ゴム支承、可動支承による設計への反映事項</p>	<p>図6 竜巻防護ネットの設計フロー</p>	<p>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。</p> <p>【女川】 ・竜巻防護設備の構造の相違。 ・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、女川の竜巻防護ネットの可動支承のような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。 ・泊においては、可動構造ではないことから、荷重の伝わる上流から順に評価・設計を行うことで成立性が確認できることから、設計フローに相違が生じている。</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3.13）

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>3.3.2 竜巻防護ネットに対する各条文の設計方針に対応する各部位の役割</p> <p>竜巻防護ネットに対する設置許可基準規則の各条文（4条及び6条）の設計方針に対する役割を表5のとおり整理した。</p> <table border="1" data-bbox="712 288 1321 743"> <caption>表5 竜巻防護ネットの各部位の役割</caption> <thead> <tr> <th rowspan="2">部位の名称</th> <th colspan="2">各部位の役割</th> </tr> <tr> <th>地震（4条）</th> <th>竜巻（6条）</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ネット（金網部）</td> <td>—</td> <td>・設計飛来物の非常用海水ポンプ等への到達を防止する</td> </tr> <tr> <td>防護板</td> <td>—</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>フレーム</td> <td>・ネット（金網部）及び防護板を支持する</td> <td>・ネット（金網部）及び防護板を支持する ・設計飛来物の非常用海水ポンプ等への到達を防止する</td> </tr> <tr> <td>大梁</td> <td>・フレーム及び可動支承を支持する</td> <td>・フレーム及び可動支承を支持する</td> </tr> <tr> <td>ブラケット</td> <td>・大梁を支持する</td> <td>・大梁を支持する</td> </tr> <tr> <td>フレームゴム支承</td> <td>・フレームを支持する（ゴム支承のアイソレート機能[※]により竜巻防護ネットの固有値をやや長周期化することで、海水ポンプ室への反力を低減）</td> <td>・フレームを支持する（ゴム支承のアイソレート機能[※]を期待しない）</td> </tr> <tr> <td>大梁ゴム支承</td> <td>・大梁を支持する（ゴム支承のアイソレート機能[※]により竜巻防護ネットの固有値をやや長周期化することで、海水ポンプ室への反力を低減）</td> <td>・大梁を支持する（ゴム支承のアイソレート機能[※]を期待しない）</td> </tr> <tr> <td>可動支承</td> <td>・フレームを支持する</td> <td>・フレームを支持する</td> </tr> <tr> <td>スタッパー</td> <td>—</td> <td>・フレームを支持する</td> </tr> </tbody> </table> <p><small>※：水平方向に上部構造をせらふく支持することで、固有周期を長くし、地震力を低減すること（参考文献：道路橋支保構造）</small></p>  <p>図7 竜巻防護ネットの構造（イメージ）</p>	部位の名称	各部位の役割		地震（4条）	竜巻（6条）	ネット（金網部）	—	・設計飛来物の非常用海水ポンプ等への到達を防止する	防護板	—	—	フレーム	・ネット（金網部）及び防護板を支持する	・ネット（金網部）及び防護板を支持する ・設計飛来物の非常用海水ポンプ等への到達を防止する	大梁	・フレーム及び可動支承を支持する	・フレーム及び可動支承を支持する	ブラケット	・大梁を支持する	・大梁を支持する	フレームゴム支承	・フレームを支持する（ゴム支承のアイソレート機能 [※] により竜巻防護ネットの固有値をやや長周期化することで、海水ポンプ室への反力を低減）	・フレームを支持する（ゴム支承のアイソレート機能 [※] を期待しない）	大梁ゴム支承	・大梁を支持する（ゴム支承のアイソレート機能 [※] により竜巻防護ネットの固有値をやや長周期化することで、海水ポンプ室への反力を低減）	・大梁を支持する（ゴム支承のアイソレート機能 [※] を期待しない）	可動支承	・フレームを支持する	・フレームを支持する	スタッパー	—	・フレームを支持する	<p>3.3.2 竜巻防護ネットに対する各条文の設計方針に対応する各部位の役割</p> <p>竜巻防護ネットに対する設置許可基準規則の各条文（4条及び6条）の設計方針に対する役割を表5のとおり整理した。</p> <table border="1" data-bbox="1344 288 1953 619"> <caption>表5 竜巻防護ネットの各部位の役割</caption> <thead> <tr> <th rowspan="2">部位の名称</th> <th colspan="2">各部位の役割</th> </tr> <tr> <th>地震（4条）</th> <th>竜巻（6条）</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ネット（金網部）</td> <td>—</td> <td>設計飛来物の原子炉補機冷却海水ポンプ等への到達を防止する</td> </tr> <tr> <td>ネット（鋼製枠）</td> <td>—</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>すり抜け防止用鋼材</td> <td>—</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>支持部材</td> <td>架台</td> <td>ネット（金網部）を支持する 設計飛来物の原子炉補機冷却海水ポンプ等への到達を防止する</td> </tr> <tr> <td></td> <td>ブラケット</td> <td>架台を支持する</td> </tr> </tbody> </table>  <p>図7 竜巻防護ネットの構造（イメージ）</p>	部位の名称	各部位の役割		地震（4条）	竜巻（6条）	ネット（金網部）	—	設計飛来物の原子炉補機冷却海水ポンプ等への到達を防止する	ネット（鋼製枠）	—	—	すり抜け防止用鋼材	—	—	支持部材	架台	ネット（金網部）を支持する 設計飛来物の原子炉補機冷却海水ポンプ等への到達を防止する		ブラケット	架台を支持する	<p>【女川】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・竜巻防護設備の構造の相違。 ・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、女川の竜巻防護ネットの可動支承のような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。
部位の名称	各部位の役割																																																						
	地震（4条）	竜巻（6条）																																																					
ネット（金網部）	—	・設計飛来物の非常用海水ポンプ等への到達を防止する																																																					
防護板	—	—																																																					
フレーム	・ネット（金網部）及び防護板を支持する	・ネット（金網部）及び防護板を支持する ・設計飛来物の非常用海水ポンプ等への到達を防止する																																																					
大梁	・フレーム及び可動支承を支持する	・フレーム及び可動支承を支持する																																																					
ブラケット	・大梁を支持する	・大梁を支持する																																																					
フレームゴム支承	・フレームを支持する（ゴム支承のアイソレート機能 [※] により竜巻防護ネットの固有値をやや長周期化することで、海水ポンプ室への反力を低減）	・フレームを支持する（ゴム支承のアイソレート機能 [※] を期待しない）																																																					
大梁ゴム支承	・大梁を支持する（ゴム支承のアイソレート機能 [※] により竜巻防護ネットの固有値をやや長周期化することで、海水ポンプ室への反力を低減）	・大梁を支持する（ゴム支承のアイソレート機能 [※] を期待しない）																																																					
可動支承	・フレームを支持する	・フレームを支持する																																																					
スタッパー	—	・フレームを支持する																																																					
部位の名称	各部位の役割																																																						
	地震（4条）	竜巻（6条）																																																					
ネット（金網部）	—	設計飛来物の原子炉補機冷却海水ポンプ等への到達を防止する																																																					
ネット（鋼製枠）	—	—																																																					
すり抜け防止用鋼材	—	—																																																					
支持部材	架台	ネット（金網部）を支持する 設計飛来物の原子炉補機冷却海水ポンプ等への到達を防止する																																																					
	ブラケット	架台を支持する																																																					

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3.13）

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>3.3.3 竜巻防護ネット各部位の設計方針</p> <p>各部位の役割を踏まえ、竜巻防護ネットの各部位に対する設計方針及び評価項目について表6に整理した。なお、先行プラントとの設計方針の比較について別紙1に整理する。</p> <table border="1" data-bbox="712 587 1323 1166"> <caption>表6 竜巻防護ネット各部位に対する設計方針</caption> <thead> <tr> <th>部位の名称</th> <th>設計方針</th> <th>評価項目</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">ネット（金網部）</td> <td rowspan="3">ネットは、設計竜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ために、主要な部材が破断せず、たわみが生じても、非常用海水ポンプ等の機能喪失に至る可能性がある飛来物が非常用海水ポンプ等と衝突しないよう捕捉できる設計とする。</td> <td>吸収エネルギー評価</td> </tr> <tr> <td>破断評価</td> </tr> <tr> <td>たわみ評価</td> </tr> <tr> <td>防護板</td> <td>防護板は、設計竜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ために、飛来物が防護板を貫通せず、非常用海水ポンプ等に波及的影響を与えない設計とする。</td> <td>貫通評価</td> </tr> <tr> <td rowspan="7">支持部材</td> <td>フレーム</td> <td rowspan="7">貫通評価</td> </tr> <tr> <td>大梁</td> </tr> <tr> <td>ブラケット</td> </tr> <tr> <td>フレームゴム支承</td> </tr> <tr> <td>大梁ゴム支承</td> </tr> <tr> <td>可動支承</td> </tr> <tr> <td>ストッパー</td> </tr> <tr> <td>支持機能評価</td> </tr> </tbody> </table>	部位の名称	設計方針	評価項目	ネット（金網部）	ネットは、設計竜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ために、主要な部材が破断せず、たわみが生じても、非常用海水ポンプ等の機能喪失に至る可能性がある飛来物が非常用海水ポンプ等と衝突しないよう捕捉できる設計とする。	吸収エネルギー評価	破断評価	たわみ評価	防護板	防護板は、設計竜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ために、飛来物が防護板を貫通せず、非常用海水ポンプ等に波及的影響を与えない設計とする。	貫通評価	支持部材	フレーム	貫通評価	大梁	ブラケット	フレームゴム支承	大梁ゴム支承	可動支承	ストッパー	支持機能評価	<p>3.3.3 竜巻防護ネット各部位の設計方針</p> <p>各部位の役割を踏まえ、竜巻防護ネットの各部位に対する設計方針及び評価項目について表6に整理した。</p> <table border="1" data-bbox="1346 587 1957 1401"> <caption>表6 竜巻防護ネット各部位に対する設計方針</caption> <thead> <tr> <th>部位の名称</th> <th>設計方針</th> <th>評価項目</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">ネット（金網部）</td> <td rowspan="3">金網部は、設計竜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、飛来物が原子炉補機冷却海水ポンプ等へ衝突することを防止するために、主要な部材が破断せず、たわみが生じても、原子炉補機冷却海水ポンプ等の機能喪失に至る可能性がある飛来物が原子炉補機冷却海水ポンプ等と衝突しないよう捕捉できる設計とする。</td> <td>吸収エネルギー評価</td> </tr> <tr> <td>破断評価</td> </tr> <tr> <td>たわみ評価</td> </tr> <tr> <td>ネット（鋼製枠）</td> <td>鋼製枠は原子炉補機冷却海水ポンプ等へ衝突することを防止するために、ネット（金網部）及びすり抜け防止鋼材を支持する機能を維持可能な構造強度を有し、原子炉補機冷却海水ポンプ等に波及的影響を与えないために、設計飛来物の貫通及び脱落を生じない設計とする。</td> <td>貫通評価</td> </tr> <tr> <td>支持機能評価</td> <td></td> </tr> <tr> <td>すり抜け防止用鋼材</td> <td>鋼材は、設計竜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、飛来物が原子炉補機冷却海水ポンプ等へ衝突することを防止するために、飛来物が防護板を貫通せず、原子炉補機冷却海水ポンプ等に波及的影響を与えない設計とする。</td> <td>貫通評価</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">支持部材</td> <td>架台</td> <td>貫通評価</td> </tr> <tr> <td>支持機能評価</td> <td></td> </tr> <tr> <td>ブラケット</td> <td>支持機能評価</td> </tr> </tbody> </table>	部位の名称	設計方針	評価項目	ネット（金網部）	金網部は、設計竜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、飛来物が原子炉補機冷却海水ポンプ等へ衝突することを防止するために、主要な部材が破断せず、たわみが生じても、原子炉補機冷却海水ポンプ等の機能喪失に至る可能性がある飛来物が原子炉補機冷却海水ポンプ等と衝突しないよう捕捉できる設計とする。	吸収エネルギー評価	破断評価	たわみ評価	ネット（鋼製枠）	鋼製枠は原子炉補機冷却海水ポンプ等へ衝突することを防止するために、ネット（金網部）及びすり抜け防止鋼材を支持する機能を維持可能な構造強度を有し、原子炉補機冷却海水ポンプ等に波及的影響を与えないために、設計飛来物の貫通及び脱落を生じない設計とする。	貫通評価	支持機能評価		すり抜け防止用鋼材	鋼材は、設計竜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、飛来物が原子炉補機冷却海水ポンプ等へ衝突することを防止するために、飛来物が防護板を貫通せず、原子炉補機冷却海水ポンプ等に波及的影響を与えない設計とする。	貫通評価	支持部材	架台	貫通評価	支持機能評価		ブラケット	支持機能評価	<p>【女川】</p> <p>女川における別紙1は、先行プラントで実績のなかったゴム支承及び可動支承を採用しているために、設計方針の比較をしたものと考えている。泊においては、ゴム支承及び可動支承を採用していないため、設計方針の比較は不要のため作成しない。</p> <p>【女川】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・竜巻防護設備の構造の相違。 ・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、女川の竜巻防護ネットの可動支承のような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
部位の名称	設計方針	評価項目																																													
ネット（金網部）	ネットは、設計竜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ために、主要な部材が破断せず、たわみが生じても、非常用海水ポンプ等の機能喪失に至る可能性がある飛来物が非常用海水ポンプ等と衝突しないよう捕捉できる設計とする。	吸収エネルギー評価																																													
		破断評価																																													
		たわみ評価																																													
防護板	防護板は、設計竜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ために、飛来物が防護板を貫通せず、非常用海水ポンプ等に波及的影響を与えない設計とする。	貫通評価																																													
支持部材	フレーム	貫通評価																																													
	大梁																																														
	ブラケット																																														
	フレームゴム支承																																														
	大梁ゴム支承																																														
	可動支承																																														
	ストッパー																																														
支持機能評価																																															
部位の名称	設計方針	評価項目																																													
ネット（金網部）	金網部は、設計竜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、飛来物が原子炉補機冷却海水ポンプ等へ衝突することを防止するために、主要な部材が破断せず、たわみが生じても、原子炉補機冷却海水ポンプ等の機能喪失に至る可能性がある飛来物が原子炉補機冷却海水ポンプ等と衝突しないよう捕捉できる設計とする。	吸収エネルギー評価																																													
		破断評価																																													
		たわみ評価																																													
ネット（鋼製枠）	鋼製枠は原子炉補機冷却海水ポンプ等へ衝突することを防止するために、ネット（金網部）及びすり抜け防止鋼材を支持する機能を維持可能な構造強度を有し、原子炉補機冷却海水ポンプ等に波及的影響を与えないために、設計飛来物の貫通及び脱落を生じない設計とする。	貫通評価																																													
支持機能評価																																															
すり抜け防止用鋼材	鋼材は、設計竜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、飛来物が原子炉補機冷却海水ポンプ等へ衝突することを防止するために、飛来物が防護板を貫通せず、原子炉補機冷却海水ポンプ等に波及的影響を与えない設計とする。	貫通評価																																													
支持部材	架台	貫通評価																																													
	支持機能評価																																														
	ブラケット	支持機能評価																																													

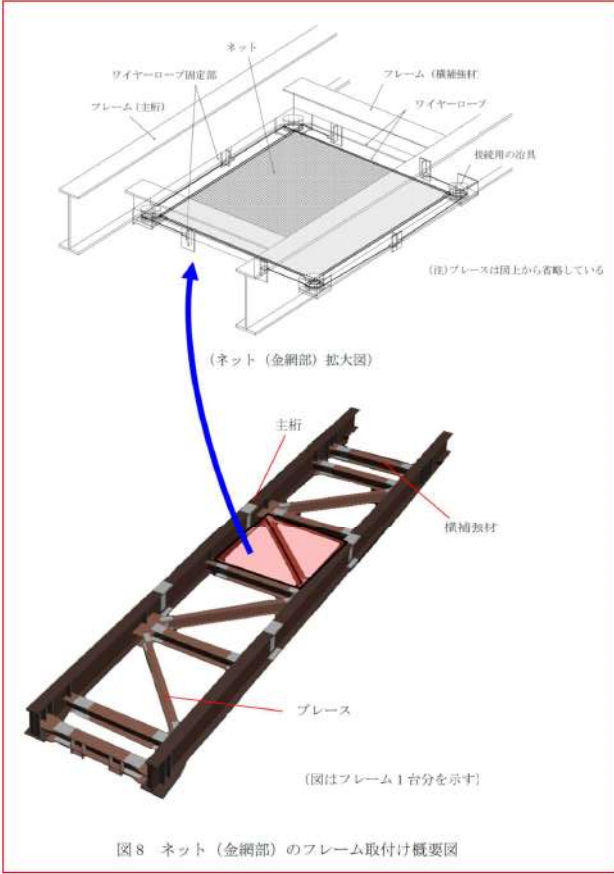
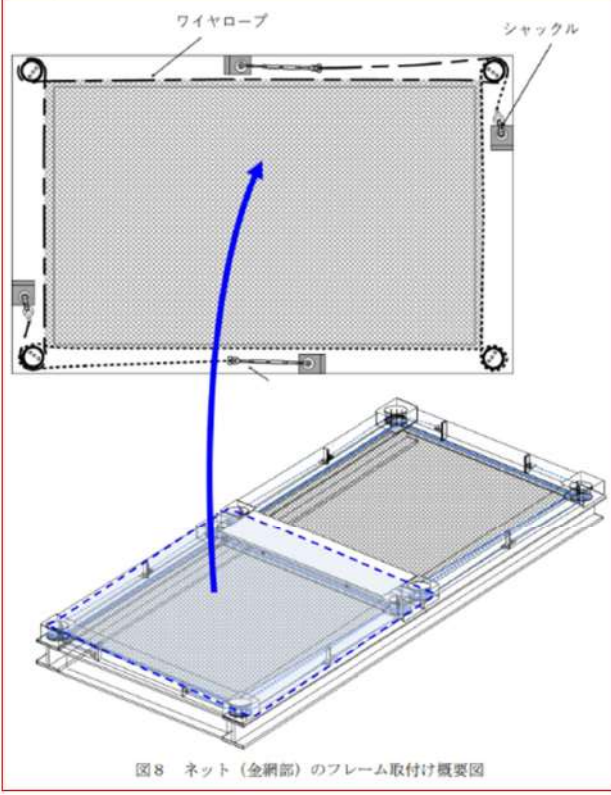
赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

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3.13）

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>3.4 ネット（金網部）の構造設計</p> <p>3.4.1 基本設計</p> <p>設計飛来物が衝突した際に局部的に生じる衝撃荷重に耐え、変形することにより設計飛来物の持つ運動エネルギーを吸収し、非常用海水ポンプ等への衝突を防止する。</p> <p>竜巻防護ネットの基本仕様は、電力中央研究所にて評価、試験を行い、検証されたものを適用し、防護性能の評価は以下のとおり実施する。</p> <p>設計飛来物の衝突位置の影響として、中央位置からずれたオフセット位置に衝突する場合の影響を考慮する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ネットの吸収エネルギー評価 ・ネットの破断評価 ・ネットのたわみ量評価 <p>電中研報告^{*1}によるネットの吸収エネルギーは表7のとおりであり、当社の設計飛来物の速度条件を包絡する。</p> <div data-bbox="712 730 1326 970" style="border: 1px solid red; padding: 5px;"> <p>表7 竜巻防護ネット（金網部）の吸収エネルギーと設計飛来物の衝突エネルギー</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">限界吸収エネルギー^{*2}</td> <td style="text-align: center;">183 (kJ)</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">設計飛来物の衝突エネルギー (鋼製材：135kg, 速度 16.7m/s)</td> <td style="text-align: center;">19 (kJ)</td> </tr> </table> <p><small>※1：竜巻設計飛来物に対する防護ネットの評価手法と対策工法の提案（電力中央研究所報告書 N13014, 平成26年3月）</small></p> <p><small>※2：電力中央研究所報告書O01「高強度金網を用いた竜巻設計飛来物対策工の合理的な衝撃応答評価手法」</small></p> </div> <p>3.4.2 構造設計</p> <p>ネット（金網部）は、ひし形金網の高強度金網を使用しており、50mm目合いの主ネット2枚と40mm目合いの補助ネット1枚を重ねて取り付ける。</p> <p>ネット（金網部）は、金網部の端部にワイヤロープを通すことによって支持し、ワイヤロープの端部はフレームに取り付けた接続用の治具を介して、ワイヤロープ固定部に接続する。</p> <p>ネットに作用する自重や設計飛来物による衝撃荷重等の荷重は、ワイヤロープを通じてフレームに伝達する。</p> <p>ネットを取り付けるフレームは、主桁、横補強材、ブレースで構成</p>	限界吸収エネルギー ^{*2}	183 (kJ)	設計飛来物の衝突エネルギー (鋼製材：135kg, 速度 16.7m/s)	19 (kJ)	<p>3.4 ネット（金網部）の構造設計</p> <p>3.4.1 基本設計</p> <p>設計飛来物が衝突した際に局部的に生じる衝撃荷重に耐え、変形することにより設計飛来物の持つ運動エネルギーを吸収し、原子炉補機冷却海水ポンプ等への衝突を防止する。</p> <p>竜巻防護ネットの基本仕様は、電力中央研究所にて評価、試験を行い、検証されたものを適用し、防護性能の評価は以下のとおり実施する。設計の考え方については別紙1～7に示す。</p> <p>設計飛来物の衝突位置の影響として、中央位置からずれたオフセット位置に衝突する場合の影響を考慮する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ネットの吸収エネルギー評価 ・ネットの破断評価 ・ネットのたわみ量評価 <p>電中研報告^{*1}によるネットの吸収エネルギーは表7のとおりであり、当社の設計飛来物の速度条件を包絡する。</p> <div data-bbox="1348 730 1962 1034" style="border: 1px solid red; padding: 5px;"> <p>表7 竜巻防護ネット（金網部）の吸収エネルギーと設計飛来物の衝突エネルギー</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">設置場所</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 style="text-align: center;">ネット</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">限界吸収エネルギー^{*2}</td> <td style="text-align: center;">324.0[kJ]</td> <td style="text-align: center;">327.0[kJ]</td> <td style="text-align: center;">251.7[kJ]</td> <td style="text-align: center;">250.9[kJ]</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">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" style="text-align: center;">97 [kJ]</td> </tr> </tbody> </table> <p><small>※1：竜巻設計飛来物に対する防護ネットの評価手法と対策工法の提案（電力中央研究所報告書 N13014, 平成26年3月）</small></p> <p><small>※2：電力中央研究所報告書O01「高強度金網を用いた竜巻設計飛来物対策工の合理的な衝撃応答評価手法」</small></p> </div> <p>3.4.2 構造設計</p> <p>ネット（金網部）は、ひし形金網の高強度金網を使用しており、海水ポンプエリア開口部に設置するネット（金網部）は、50mm目合いの主ネット2枚と40mm目合いの補助ネット1枚を重ねて取り付ける。</p> <p>海水ストレーナエリア開口部に設置するネット（金網部）は、40mm目合いの主ネット2枚と40mm目合いの補助ネット1枚を重ねて取り付ける。</p> <p>ネット（金網部）は、金網部の端部にワイヤロープを通すことによって支持し、ワイヤロープの端部は鋼製棒に取り付けた接続用の治具を介して、ワイヤロープ固定部に接続する。</p> <p>ネット（金網部）に作用する自重や設計飛来物による衝撃荷重等の荷重は、ワイヤロープを通じて鋼製棒に伝達する。</p> <p>ネットを取り付ける鋼製棒は、ビット開口部の周囲に配した架台の</p>	設置場所	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	ネット					限界吸収エネルギー ^{*2}	324.0[kJ]	327.0[kJ]	251.7[kJ]	250.9[kJ]	設計飛来物の衝突エネルギー (鋼製材：135kg, 速度 38m/s)	97 [kJ]				<p>る。</p> <p>【女川】 設置場所の相違</p> <p>【女川】 記載の充実 ・大飯審査実績の反映</p> <p>【女川】 ・設置状況の相違</p> <p>【女川】 ネットの仕様相違。 泊はネットの面積が小さい海水ポンプ出口ストレーナ上部開口部については、主ネットも40mm目合いを採用していることによる相違</p> <p>【女川】 ・記載表現の相違</p> <p>【女川】</p>
限界吸収エネルギー ^{*2}	183 (kJ)																													
設計飛来物の衝突エネルギー (鋼製材：135kg, 速度 16.7m/s)	19 (kJ)																													
設置場所	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																										
ネット																														
限界吸収エネルギー ^{*2}	324.0[kJ]	327.0[kJ]	251.7[kJ]	250.9[kJ]																										
設計飛来物の衝突エネルギー (鋼製材：135kg, 速度 38m/s)	97 [kJ]																													

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>され、主桁と横補強材で区切られるセル毎にネットを支持する。1台のフレームに対して、セルは4つとし、5台のフレームで海水ポンプ室のほぼ全域を覆う構造とする。ネット（金網部）のフレーム取付け概要を図8に示す。</p>  <p>図8 ネット（金網部）のフレーム取付け概要図</p> <p>3.5 フレーム、大梁の構造設計 3.5.1 基本設計 竜巻防護ネットのフレームは、設計飛来物の衝突において貫通が発生しない設計とする。 また、ネット（金網部）や防護板で受けた設計飛来物による衝撃荷重等が伝達されることから、荷重条件に対して上載するネット、防護板を支持可能な構造強度を有する設計とする。設計飛来物の衝突位置により各部材に加わる荷重が異なることから、設計飛来物衝突位置の影響を考慮した設計を実施する。 地震に対しては、耐震Cクラスの静的地震力に耐えるとともに、基準地震動Ssによる地震力によって崩壊及び落下せず、非常用海水ボ</p>	<p>上に固定し、架台は床面及びブラケットに固定される。ネット（鋼製枠）の取付け概要を図8に示す。</p>  <p>図8 ネット（金網部）のフレーム取付け概要図</p> <p>3.5 架台及びブラケットの構造設計 3.5.1 基本設計 竜巻防護ネットの架台は、設計飛来物の衝突において貫通が発生しない設計とする。 また、ネットやすり抜け防止用鋼材で受けた設計飛来物による衝撃荷重等が伝達されることから、荷重条件に対して上載するネット、すり抜け防止用鋼材を支持可能な構造強度を有する設計とする。設計飛来物の衝突位置により各部材に加わる荷重が異なることから、設計飛来物衝突位置の影響を考慮した設計を実施する。 地震に対しては、耐震Cクラスの静的地震力に耐えるとともに、基準地震動Ssによる地震力によって崩壊及び落下せず、原子炉補機冷</p>	<p>ネットの設置方法の相違</p> <p>【女川】 竜巻防護ネットの構造の相違</p> <p>【女川】 ネットの設置方法の相違</p> <p>【女川】 ネット構造の相違</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>ンプ等への波及的影響を与えることのない設計とするとともに、海水ポンプ室補機ポンプエリアの壁部材等に対して、海水ポンプ室補機ポンプエリアの強度を踏まえた荷重支持位置を考慮することにより、耐震安全性を確保する。</p> <p>3.5.2 構造設計 ネット（金網部）及びフレームで発生した荷重は、海水ポンプ室補機ポンプエリアの壁面に伝達する構造とする。 海水ポンプ室の壁面のうち、隔壁（南側）は厚さ0.6mであり、荷重に対して十分な強度を確保できない可能性があるため、十分な厚み（厚さ2m）がある側壁（東側）及び側壁（西側）にブラケットを取付け、大梁を設置することで、フレームを支持する。もう一方の支持は厚さ1.5mの隔壁（北側）にて実施する。 以上により、十分な厚みがあり強度が確保できる隔壁（北側）と側壁（東側、西側）で荷重を受ける構造とする。 ゴム支承、可動支承に支持されているフレーム、ゴム支承に支持されている大梁は、地震力等によって水平方向の変位が生じることから、他の設備との干渉について考慮する必要がある。そのため、フレーム間及びフレームや大梁と海水ポンプ室補機ポンプエリア壁面との間に地震時に発生する変位を踏まえてクリアランスを確保する設計とする。 また、フレームを支持するゴム支承に期待しない場合でも竜巻防護ネットが非常用海水ポンプ等に落下しないように、フレーム等にストッパーを取り付けフレームの水平方向移動を拘束し、竜巻防護ネットの落下を防止する設計とする。 フレーム、大梁の設置状況を図9に示す。</p>	<p>却海水ポンプ等への波及的影響を与えることのない設計とする。 竜巻防護ネットのブラケットは、ネットやすり抜け防止用鋼材で受けた設計飛来物による衝撃荷重等が架台を介して伝達されることから、荷重条件に対して上載する架台を支持可能な構造強度を有する設計とする。</p> <p>3.5.2 構造設計 ネット及び架台で発生した荷重は、循環水ポンプ建屋床面及びブラケットに伝達する構造とする。 ブラケット部の架台で発生した荷重は、ブラケットを介して海水ポンプエリア壁面に伝達する構造とする。 海水ポンプエリア開口部周囲の床面のうち、原子炉補機冷却海水ポンプエリアの南側の一部については、架台を設置するスペースが十分に確保できないため、海水ポンプエリア壁面にブラケットを取付け、ネット及び架台を支持する。</p>	<p>【女川】 ネットの設置方法の相違</p> <p>【女川】 ネットの設置方法の相違</p> <p>【女川】 ・竜巻防護設備の構造の相違。 ・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、女川の竜巻防護ネットの可動支承のような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</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>3.6 ゴム支承、可動支承の構造設計</p> <p>3.6.1 基本設計</p> <p>地震によるフレーム、大梁の発生応力及び海水ポンプ室補機ポンプエリア壁面への支点反力を低減・分散させることを目的として、支持部にはゴム支承を採用する。また、フレームと大梁の接続部には、温度変化によるフレームの伸縮を吸収し、変形による荷重発生を防ぐため、水平変位に追従する可動支承を設置する。</p> <p>ゴム支承を用いることの効果としては、以下のとおり。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・竜巻防護ネットの水平方向の固有周期を長周期側に移動させることで、応答を下げることができる。 ・大梁の両端で水平力を支持し、海水ポンプ室壁面への荷重を分散することができる。 <p>地震に対しては、耐震Cクラスの静的地震力に耐えるとともに、基準地震動Ssによる地震力によって崩壊及び落下せず、非常用海水ポンプ等への波及的影響を与えることのない設計とする。竜巻に対しては、ネット（金網部）や防護板及びフレームで受けた設計飛来物による衝撃荷重等が伝達されることから、竜巻による荷重に対して上載するフレーム等を支持可能な構造強度を有する設計とする。</p> <p>3.6.2 構造設計</p> <p>ゴム支承はフレームと隔壁（北側）の接続部及び大梁とブラケットの接続部に設置する。</p> <p>フレームと隔壁（北側）の接続部は、フレーム1基に対して、隔壁（北側）の天面に設置した2個のゴム支承を取り付ける構造とする。（隔壁（北側）には計10個のゴム支承を設置）</p>		<p>る。</p> <p>【女川】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・竜巻防護設備の構造の相違。 ・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、女川の竜巻防護ネットの可動支承のような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。

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>大梁の支持は、片側1箇所あたり2基のブラケットを設置し、各ブラケットの上に1個のゴム支承を設置する。（ブラケットには計4個のゴム支承を設置）</p> <p>大梁とフレームの接続部は可動支承を用いる。可動支承はフレーム1基に対して、2個の可動支承で支持する。（大梁には計10個の可動支承を設置）可動方向は南北方向のみである。</p> <p>支持構造模式図を図10、ゴム支承及び可動支承概略図を図11に示す。</p>  <p>図10 支持構造模式図</p>		<p>【女川】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・竜巻防護設備の構造の相違。 ・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、女川の竜巻防護ネットの可動支承のような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。

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)

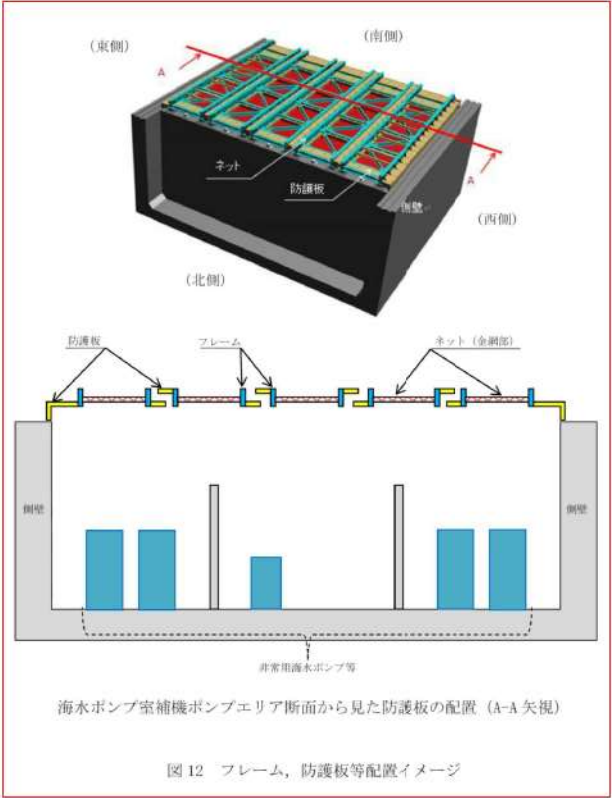
大飯発電所3/4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
	<p>図 11 ゴム支承及び可動支承概略図</p>		

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																			
	<p>3.7 防護板の構造設計</p> <p>3.7.1 基本設計</p> <p>竜巻防護ネットのうち、ゴム支承に支持されているフレーム、大梁は、地震力によって水平方向の変位が生じることから、他の設備との干渉を回避する必要がある。このため、フレーム間及びフレームと海水ポンプ室補機ポンプエリア壁面との間に隙間を設けており、隙間からの設計飛来物の侵入を防ぐために、防護板を設置する。</p> <p>防護板は、設計飛来物の衝突に対して、BRL式※3を用いて算出される貫通限界厚さ以上の板厚を確保することで、貫通せず変形に留まる設計とする。また、防護板は地震時にフレームが移動しても干渉しない構造であるとともに、設計飛来物である鋼製材が海水ポンプ室補機ポンプエリアに侵入しない構造とする。</p> <p>3.7.2 構造設計</p> <p>竜巻防護ネットの5台のフレームは、地震時に発生する変位を踏まえて隙間を確保している。また、同様に海水ポンプ室補機ポンプエリアの側壁の間にも隙間を設けている。防護板はフレームの変位を考慮した上で、ラビリンス構造とすることで、設計飛来物である鋼製材（縦4.2m×横0.3m×高さ0.2m）が通過しない構造とする。</p> <p>また、BRL式による貫通厚さは表8に示すとおりであり、防護板に対する垂直方向の衝突を考慮する。図12にフレーム、防護板等の配置イメージを示す。</p> <table border="1" data-bbox="712 810 1323 1007"> <caption>表8 BRL式※3による貫通厚さ</caption> <thead> <tr> <th rowspan="2">設計飛来物</th> <th colspan="2">仕様</th> <th colspan="2">貫通限界厚さ (mm)</th> </tr> <tr> <th>サイズ (m)</th> <th>質量 (kg)</th> <th>水平方向の衝突</th> <th>鉛直方向の衝突</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>鋼製材</td> <td>縦×横×高さ 4.2×0.3×0.2</td> <td>135</td> <td>27.6</td> <td>7.1</td> </tr> <tr> <td>(参考) 砂利</td> <td>縦×横×高さ 0.04×0.04×0.04</td> <td>0.2</td> <td>0.9</td> <td>0.2</td> </tr> </tbody> </table> <p>※3：「タービンミサイル評価について(昭和52年7月20日 原子炉安全専門審査会)」で用いられているBRL式</p>	設計飛来物	仕様		貫通限界厚さ (mm)		サイズ (m)	質量 (kg)	水平方向の衝突	鉛直方向の衝突	鋼製材	縦×横×高さ 4.2×0.3×0.2	135	27.6	7.1	(参考) 砂利	縦×横×高さ 0.04×0.04×0.04	0.2	0.9	0.2	<p>3.6 すり抜け防止用鋼材の構造設計</p> <p>3.6.1 基本設計</p> <p>竜巻防護ネットのうち、すり抜け防止用鋼材は、ネット（鋼製棒）間の隙間から設計飛来物の侵入を防ぐために、防護板を設置する。</p> <p>3.6.2 構造設計</p> <p>すり抜け防止用鋼材は、設計飛来物である鋼製材（縦4.2m×横0.3m×高さ0.2m）が通過しない構造とする。</p>	<p>【女川】 記載表現の相違</p> <p>【女川】 防護ネットの構成部材の相違</p> <p>【女川】 記載表現の相違</p> <p>【女川】 防護ネットの構成部材の相違 評価結果については設工認で説明する方針。</p>
設計飛来物	仕様		貫通限界厚さ (mm)																			
	サイズ (m)	質量 (kg)	水平方向の衝突	鉛直方向の衝突																		
鋼製材	縦×横×高さ 4.2×0.3×0.2	135	27.6	7.1																		
(参考) 砂利	縦×横×高さ 0.04×0.04×0.04	0.2	0.9	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	泊発電所3号炉	相違理由
	 <p data-bbox="712 983 1321 1007">3.8 ゴム支承，可動支承の採用による設計への反映事項</p> <p data-bbox="712 1015 1321 1038">3.8.1 ゴム支承，可動支承の影響に対する検討</p> <p data-bbox="712 1046 1321 1214">竜巻防護ネットの各構造に対して，設計竜巻荷重より外部事象防護対象施設である非常用海水ポンプ等を防護できない事象（損傷モード）を検討し，その損傷モードを踏まえ，各部位に必要な評価項目及び構造強度上の評価方針を整理する。ゴム支承，可動支承の特性を考慮し，ゴム支承，可動支承の採用による設計上の配慮又は対策を抽出する。</p> <p data-bbox="712 1222 1321 1302">抽出された設計上の配慮又は対策に対する対応方針を検討し，設計に反映する。検討フローを図13，ゴム支承，可動支承の特性を表9，竜巻防護ネットの損傷モードを整理した結果を表10に示す。</p>	<p data-bbox="1344 1278 1953 1302">竜巻防護ネットの損傷モードを整理した結果を表8に示す。</p>	<p data-bbox="1975 145 2159 169">【女川】</p> <ul data-bbox="1975 177 2159 1062" style="list-style-type: none"> ・竜巻防護設備の構造の相違。 ・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，女川の竜巻防護ネットの可動支承のような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。 <p data-bbox="1975 1278 2159 1326">【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="712 148 1317 566" data-label="Diagram"> <p>図13 ゴム支承、可動支承の影響に対する検討フロー</p> </div> <div data-bbox="712 619 1317 794" data-label="Table"> <p>表9 ゴム支承、可動支承の特性</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>支承の種類</th> <th>特性</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">ゴム支承</td> <td>作用荷重により変形する</td> </tr> <tr> <td>荷重の伝達時に、反力を低減・分散する</td> </tr> <tr> <td>可動支承</td> <td>すべり機構により、1軸方向に可動する</td> </tr> </tbody> </table> </div>	支承の種類	特性	ゴム支承	作用荷重により変形する	荷重の伝達時に、反力を低減・分散する	可動支承	すべり機構により、1軸方向に可動する		<p>【女川】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・竜巻防護設備の構造の相違。 ・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、女川の竜巻防護ネットの可動支承のような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。
支承の種類	特性									
ゴム支承	作用荷重により変形する									
	荷重の伝達時に、反力を低減・分散する									
可動支承	すべり機構により、1軸方向に可動する									

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

表10 竜巻防護ネットの損傷モード整理表(1/6)

評価対象	作用荷重	損傷モード	評価項目	構造強度上の評価方針	ゴム支承、可動支保採用による設計上の配慮又は対策
ネット	衝撃荷重 竜巻風荷重 自重	ネットの破断による設計飛来物の防護対象施設への衝突	【吸収エネルギー評価】	ネットに設計飛来物が衝突した場合、限定的エネルギー以上であることを確認する (電中研報告*)による評価	ゴム支承、可動支保採用による設計上の配慮又は対策
			【破断評価】	ネットに設計飛来物が衝突した場合に、作用する荷重がネットの素材の持つ破断強度以下であることを確認する (電中研報告*)による評価	
ネット (金属部)	衝撃荷重 竜巻風荷重 自重	ネットがたわむことによる設計飛来物の防護対象施設への衝突	【たわみ評価】	ネットに設計飛来物が衝突した場合、防護対象施設までの離隔距離が作用荷重によるワイヤロープのたわみ量を含めたネット全体のたわみ量以上であることを確認する	(1)衝撃荷重に対するゴム支承・可動支保の必要性に配慮する必要がある
			【たわみ評価】	ネットに設計飛来物が衝突した場合、防護対象施設までの離隔距離が作用荷重によるワイヤロープのたわみ量を含めたネット全体のたわみ量以上であることを確認する	
			【破断評価】	ネットに設計飛来物が衝突した場合に、作用する荷重が素材の持つ破断強度以下であることを確認する	
ワイヤロープ	衝撃荷重 竜巻風荷重 自重	部材の破断による設計飛来物の防護対象施設への衝突	【破断評価】	ネットに設計飛来物が衝突した場合に、作用する荷重が素材の持つ破断強度以下であることを確認する	
ターンバックル			【破断評価】	ネットに設計飛来物が衝突した場合に、作用する荷重が素材の持つ破断強度以下であることを確認する	
接続器具	衝撃荷重 竜巻風荷重 自重	部材の破断による設計飛来物の防護対象施設への衝突	【破断評価】	ネットに設計飛来物が衝突した場合に、作用する荷重が素材の持つ破断強度以下であることを確認する	
接続器具			【破断評価】	ネットに設計飛来物が衝突した場合に、作用する荷重が素材の持つ破断強度以下であることを確認する	

※1:竜巻設計飛来物に対する防護ネットの評価手法と対策工法の概要(電力中央研究所報告 N1304、平成25年3月)、電力中央研究所報告O01(高強度金属を用いた竜巻設計飛来物対策工法の合理的な構築)を参照する。

表8 竜巻防護ネットの損傷モード整理表(1/2)

評価対象	作用荷重	損傷モード	評価項目	構造強度上の評価方針
ネット	衝撃荷重 竜巻風荷重 自重	ネットの破断による設計飛来物の防護対象施設への衝突	【吸収エネルギー評価】	ネットに設計飛来物が衝突した場合に、限定的エネルギー以上であることを確認する (電中研報告*)による評価
		ネットがたわむことによる設計飛来物の防護対象施設への衝突	【破断評価】	ネットに設計飛来物が衝突した場合に、作用する荷重がネットの素材の持つ破断強度以下であることを確認する (電中研報告*)による評価
ワイヤロープ	衝撃荷重 竜巻風荷重 自重	ネットがたわむことによる設計飛来物の防護対象施設への衝突	【たわみ評価】	ネットに設計飛来物が衝突した場合に、防護対象施設までの離隔距離が作用荷重によるワイヤロープのたわみ量を含めたネット全体のたわみ量以上であることを確認する
		部材の破断による設計飛来物の防護対象施設への衝突	【破断評価】	ネットに設計飛来物が衝突した場合に、作用する荷重が素材の持つ破断強度以下であることを確認する
		部材の破断による設計飛来物の防護対象施設への衝突	【破断評価】	ネットに設計飛来物が衝突した場合に、作用する荷重が素材の持つ破断強度以下であることを確認する
ネット (鋼製部)	衝撃荷重	部材の破断による設計飛来物の防護対象施設への衝突	【貫通評価】 ひずみ量	設計飛来物が支持部材に衝突した場合に、衝突箇所に発生する衝撃荷重によって部材が破断が生じないよう、ネット(鋼製部)の鋼材が破断状態に至るようひずみを生じないことを確認する
		部材の破断による設計飛来物の防護対象施設への衝突	【貫通評価】 ひずみ量	設計飛来物が支持部材に衝突した場合に、衝突箇所に発生する衝撃荷重によって部材が破断が生じないよう、ネット(鋼製部)の鋼材が破断状態に至るようひずみを生じないことを確認する

※1:竜巻設計飛来物に対する防護ネットの評価手法と対策工法の概要(電力中央研究所報告 N1304、平成25年3月)、電力中央研究所報告O01(高強度金属を用いた竜巻設計飛来物対策工法の合理的な構築)を参照する。

【女川】
 ・竜巻防護設備の構造の相違。
 ・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、可動支保、ゴム支保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、女川の竜巻防護ネットの可動支保のような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。

【女川】
 記載表現の相違(表番号)

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10 竜巻防護ネットの損傷モード整理表(2/6)

評価対象	作用荷重	損傷モード	評価項目	構造強度上の評価方針	ゴム支承、可動支承採用による設計上の配慮又は対策
防護板	衝撃荷重 竜巻風荷重 自重	防風板を貫通することによる設計対象物への防護対象物への衝突	【貫通評価】 図1式による板厚評価	防護板の板厚が図1式より算出される貫通限界板厚以上であることを確認する	(1) 損傷発生に対するゴム支承、可動支承の影響を配慮する必要がある。 (2) 作用荷重によるフレームの変位に対する影響を配慮する必要がある。
			【貫通評価】 ひずみ量	設計対象物が支持部材に衝突した場合に、衝突箇所に発生する衝撃荷重によって貫通が生じないように、フレームの剛性が終局状態に至るようなひずみを生じないことを確認する	(1) 損傷発生に対するゴム支承、可動支承の影響を配慮する必要がある。
フレーム	衝撃荷重 竜巻風荷重 自重	主桁、横補強材を貫通することによる設計対象物の防護対象物への衝突	【貫通評価】 ひずみ量	主桁、横補強材に設計対象物の衝突することによって、設計対象物の防護対象物への衝突	
			【支持機能評価】 ひずみ量	竜巻の風圧力による衝撃荷重に耐え、設計対象物を支持するよう、上載するネットが終局状態に至るようなひずみを生じないことを確認する	
フレーム全体	衝撃荷重 竜巻風荷重	フレームに設計対象物が衝突することによって、破断・落下し防護対象物への衝突	【貫通評価】	フレームはネットの上部に設置しており、破断したフレームによる衝撃の影響は、設計対象物におけるネットの破断にエネルギー評価、風洞評価に評価される	
			【支持機能評価】 せん断応力 曲げ応力	作用荷重により其張が発生しないことを確認する	(4) 作用荷重により発生する振動の影響
スタットパー	衝撃荷重 竜巻風荷重	竜巻の風圧力による衝撃荷重に耐え、設計対象物を支持するよう、上載するネットが終局状態に至るようなひずみを生じないことを確認する	電巻の風圧力による衝撃荷重に耐え、設計対象物を支持するよう、上載するネットが終局状態に至るようなひずみを生じないことを確認する	(2) スタットパーの設置（許容応力に対し余裕を有する設計） (3) 作用荷重によるフレームの変位に対する影響を配慮する必要がある。	

表11(タービンキャビネット)と同様にて、図面(図2)より、原子力発電所(審査書)より

表8 竜巻防護ネットの損傷モード整理表(2/2)

評価対象	作用荷重	損傷モード	評価項目	構造強度上の評価方針
すり抜け防止用鋼材	衝撃荷重 竜巻風荷重 自重	防護板を貫通することによる設計対象物への防護対象物への衝突	【貫通評価】 ひずみ量	衝突箇所に発生する衝撃荷重によって貫通が生じないよう、終局状態に至るようなひずみを生じないことを確認する
			【貫通評価】 ひずみ量	設計対象物が支持部材に衝突した場合に、衝突箇所に発生する衝撃荷重によって貫通が生じないように、架台の鋼材が終局状態に至るようなひずみを生じないことを確認する
架台	衝撃荷重 竜巻風荷重 自重	架台に設計対象物が衝突することによって、破断・落下し防護対象物への衝突	【支持機能評価】 ひずみ量	竜巻の風圧力による衝撃荷重に耐え、設計対象物を支持するよう、上載するネットが終局状態に至るようなひずみを生じないことを確認する
			【支持機能評価】 せん断応力 曲げ応力 引張応力	電巻の風圧力による衝撃荷重に耐え、設計対象物を支持するよう、上載するネットが終局状態に至るようなひずみを生じないことを確認する
支持部材	衝撃荷重 竜巻風荷重 自重	架台による架台の落下	【支持機能評価】 せん断応力 曲げ応力 引張応力	電巻の風圧力による衝撃荷重に耐え、設計対象物を支持するよう、上載するネットが終局状態に至るようなひずみを生じないことを確認する

【女川】
 ・竜巻防護設備の構造の相違。
 ・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軽減・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、女川の竜巻防護ネットの可動支承のような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。

【女川】
 記載表現の相違（表番号）

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 10 竜巻防護ネットの損傷モード整理表(3/6)																																		
<table border="1"> <thead> <tr> <th>評価対象</th> <th>作用荷重</th> <th>損傷モード</th> <th>評価項目</th> <th>構造強度上の評価方針</th> <th>ゴム支承、可動支承採用による設計上の配慮又は対策</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">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>大梁が破断・落下し防護対象施設に衝突</td> <td>【支持機能評価】 せん断応力 曲げ応力</td> <td>竜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 対し、上載するフレーム等を支持する構造強度を維持するため、作用する応力が許容応力状態IV.Sの許容応力を超えないことを確認する。</td> <td>(1) 衝突解析に対するゴム支承・可動支承の影響に配慮する必要がある (2) 作用荷重による大梁の変位に対する影響に配慮する必要がある</td> </tr> <tr> <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>ゴム体の破断によりフレームが落下し防護対象施設に衝突 ゴム体の破損によるアイソレータ機能の喪失 内部鋼板の破損によるアイソレータ機能の喪失</td> <td>【支持機能評価】 引張応力 圧縮応力 せん断ひずみ</td> <td>竜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 対し、支持機能を維持するため、作用する応力が許容応力状態IV.Sの許容応力を超えないことを確認する。</td> <td>(1) 衝突解析に対するゴム支承・可動支承の影響に配慮する必要がある (2) 作用荷重によるフレームの変位に対する影響に配慮する必要がある</td> </tr> </tbody> </table>	評価対象	作用荷重	損傷モード	評価項目	構造強度上の評価方針	ゴム支承、可動支承採用による設計上の配慮又は対策	大梁	衝撃荷重 竜巻風荷重 ネット荷重 フレーム荷重 自重	大梁が破断・落下し防護対象施設に衝突	【支持機能評価】 せん断応力 曲げ応力	竜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 対し、上載するフレーム等を支持する構造強度を維持するため、作用する応力が許容応力状態IV.Sの許容応力を超えないことを確認する。	(1) 衝突解析に対するゴム支承・可動支承の影響に配慮する必要がある (2) 作用荷重による大梁の変位に対する影響に配慮する必要がある	衝撃荷重 竜巻風荷重 ネット荷重 フレーム荷重 自重	ゴム体の破断によりフレームが落下し防護対象施設に衝突 ゴム体の破損によるアイソレータ機能の喪失 内部鋼板の破損によるアイソレータ機能の喪失	【支持機能評価】 引張応力 圧縮応力 せん断ひずみ	竜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 対し、支持機能を維持するため、作用する応力が許容応力状態IV.Sの許容応力を超えないことを確認する。	(1) 衝突解析に対するゴム支承・可動支承の影響に配慮する必要がある (2) 作用荷重によるフレームの変位に対する影響に配慮する必要がある	<table border="1"> <thead> <tr> <th>評価対象</th> <th>作用荷重</th> <th>損傷モード</th> <th>評価項目</th> <th>構造強度上の評価方針</th> <th>ゴム支承、可動支承採用による設計上の配慮又は対策</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">フレーム ゴム支承 *1</td> <td rowspan="2">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="2">破損によりフレームが落下し防護対象施設に衝突 破損によるアイソレータ機能の喪失</td> <td>【支持機能評価】 引張応力</td> <td>竜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 対し、支持機能を維持するため、作用する応力が許容応力状態IV.Sの許容応力を超えないことを確認する。</td> <td rowspan="2">(1) 衝突解析に対するゴム支承・可動支承の影響に配慮する必要がある</td> </tr> <tr> <td>【支持機能評価】 引張応力 せん断応力</td> <td>竜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 対し、支持機能を維持するため、作用する応力が許容応力状態IV.Sの許容応力を超えないことを確認する。</td> </tr> </tbody> </table>	評価対象	作用荷重	損傷モード	評価項目	構造強度上の評価方針	ゴム支承、可動支承採用による設計上の配慮又は対策	フレーム ゴム支承 *1	衝撃荷重 竜巻風荷重 ネット荷重 フレーム荷重 自重	破損によりフレームが落下し防護対象施設に衝突 破損によるアイソレータ機能の喪失	【支持機能評価】 引張応力	竜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 対し、支持機能を維持するため、作用する応力が許容応力状態IV.Sの許容応力を超えないことを確認する。	(1) 衝突解析に対するゴム支承・可動支承の影響に配慮する必要がある	【支持機能評価】 引張応力 せん断応力	竜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 対し、支持機能を維持するため、作用する応力が許容応力状態IV.Sの許容応力を超えないことを確認する。	<p>*1：フレームゴム支承は、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。</p>	<p>【女川】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・竜巻防護設備の構造の相違。 ・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、女川の竜巻防護ネットの可動支承のような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。
評価対象	作用荷重	損傷モード	評価項目	構造強度上の評価方針	ゴム支承、可動支承採用による設計上の配慮又は対策																													
大梁	衝撃荷重 竜巻風荷重 ネット荷重 フレーム荷重 自重	大梁が破断・落下し防護対象施設に衝突	【支持機能評価】 せん断応力 曲げ応力	竜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 対し、上載するフレーム等を支持する構造強度を維持するため、作用する応力が許容応力状態IV.Sの許容応力を超えないことを確認する。	(1) 衝突解析に対するゴム支承・可動支承の影響に配慮する必要がある (2) 作用荷重による大梁の変位に対する影響に配慮する必要がある																													
	衝撃荷重 竜巻風荷重 ネット荷重 フレーム荷重 自重	ゴム体の破断によりフレームが落下し防護対象施設に衝突 ゴム体の破損によるアイソレータ機能の喪失 内部鋼板の破損によるアイソレータ機能の喪失	【支持機能評価】 引張応力 圧縮応力 せん断ひずみ	竜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 対し、支持機能を維持するため、作用する応力が許容応力状態IV.Sの許容応力を超えないことを確認する。	(1) 衝突解析に対するゴム支承・可動支承の影響に配慮する必要がある (2) 作用荷重によるフレームの変位に対する影響に配慮する必要がある																													
評価対象	作用荷重	損傷モード	評価項目	構造強度上の評価方針	ゴム支承、可動支承採用による設計上の配慮又は対策																													
フレーム ゴム支承 *1	衝撃荷重 竜巻風荷重 ネット荷重 フレーム荷重 自重	破損によりフレームが落下し防護対象施設に衝突 破損によるアイソレータ機能の喪失	【支持機能評価】 引張応力	竜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 対し、支持機能を維持するため、作用する応力が許容応力状態IV.Sの許容応力を超えないことを確認する。	(1) 衝突解析に対するゴム支承・可動支承の影響に配慮する必要がある																													
			【支持機能評価】 引張応力 せん断応力	竜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 対し、支持機能を維持するため、作用する応力が許容応力状態IV.Sの許容応力を超えないことを確認する。																														

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																
表 10 竜巻防護ネットの損傷モード整理表(4/6)																			
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 15%;">評価対象</th> <th style="width: 15%;">作用荷重</th> <th style="width: 15%;">損傷モード</th> <th style="width: 15%;">評価項目</th> <th style="width: 40%;">構造強度上の評価方針</th> <th style="width: 10%;">ゴム支承、可動支承採用による設計上の配慮又は対策</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">大梁ゴム支承</td> <td>衝撃荷重 竜巻風荷重 ネット荷重</td> <td>ゴム体の破断によるアイソレレート機能の喪失</td> <td>【支持機能評価】 引張応力 圧縮応力 せん断ひずみ</td> <td>竜巻の風圧力による衝撃荷重に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（04.3）」に基づく基準値を超えないことを確認する</td> <td rowspan="2"> (1) 衝撃荷重に対するゴム支承・可動支承の影響に配慮する必要がある (2) 作用荷重による大梁の変位に対する影響に配慮する必要がある </td> </tr> <tr> <td>内部鋼板 大梁ゴム支承取付ボルト</td> <td>内部鋼板の破損によるアイソレレート機能の喪失 破損によるアイソレレート機能の喪失</td> <td>【支持機能評価】 引張応力 せん断応力</td> <td>竜巻の風圧力による衝撃荷重に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、作用する応力が許容応力を超えないことを確認する</td> </tr> </tbody> </table>	評価対象	作用荷重	損傷モード	評価項目	構造強度上の評価方針	ゴム支承、可動支承採用による設計上の配慮又は対策	大梁ゴム支承	衝撃荷重 竜巻風荷重 ネット荷重	ゴム体の破断によるアイソレレート機能の喪失	【支持機能評価】 引張応力 圧縮応力 せん断ひずみ	竜巻の風圧力による衝撃荷重に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（04.3）」に基づく基準値を超えないことを確認する	(1) 衝撃荷重に対するゴム支承・可動支承の影響に配慮する必要がある (2) 作用荷重による大梁の変位に対する影響に配慮する必要がある	内部鋼板 大梁ゴム支承取付ボルト	内部鋼板の破損によるアイソレレート機能の喪失 破損によるアイソレレート機能の喪失	【支持機能評価】 引張応力 せん断応力	竜巻の風圧力による衝撃荷重に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、作用する応力が許容応力を超えないことを確認する		<p>【女川】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・竜巻防護設備の構造の相違。 ・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、女川の竜巻防護ネットの可動支承のような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。
評価対象	作用荷重	損傷モード	評価項目	構造強度上の評価方針	ゴム支承、可動支承採用による設計上の配慮又は対策														
大梁ゴム支承	衝撃荷重 竜巻風荷重 ネット荷重	ゴム体の破断によるアイソレレート機能の喪失	【支持機能評価】 引張応力 圧縮応力 せん断ひずみ	竜巻の風圧力による衝撃荷重に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（04.3）」に基づく基準値を超えないことを確認する	(1) 衝撃荷重に対するゴム支承・可動支承の影響に配慮する必要がある (2) 作用荷重による大梁の変位に対する影響に配慮する必要がある														
	内部鋼板 大梁ゴム支承取付ボルト	内部鋼板の破損によるアイソレレート機能の喪失 破損によるアイソレレート機能の喪失	【支持機能評価】 引張応力 せん断応力	竜巻の風圧力による衝撃荷重に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、作用する応力が許容応力を超えないことを確認する															

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																																																																																																						
表10 竜巻防護ネットの損傷モード整理表(5/6)																																																																																																									
<table border="1"> <thead> <tr> <th>評価対象</th> <th>作用荷重</th> <th>損傷モード</th> <th>評価項目</th> <th>構造強度上の評価方針</th> <th>ゴム支承、可動支承採用による設計上の配慮又は留意</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ソーラプレレート</td> <td></td> <td>破断によるすべり機能喪失、回着による隣のフレームへの衝突</td> <td>【支持機能評価】 支圧応力</td> <td>竜巻の風圧力による荷重及び設計標準物による衝撃荷重に対し、支持機能を維持するため、作用する応力が許容応力状態NISの許容応力を超えないことを確認する</td> <td></td> </tr> <tr> <td>すべり材</td> <td></td> <td>圧縮破断によるすべり機能喪失、回着</td> <td>【支持機能評価】 支圧応力</td> <td>竜巻の風圧力による荷重及び設計標準物による衝撃荷重に対し、支持機能を維持するため、作用する応力が「セーガー」の許容応力を超えないことを確認する</td> <td></td> </tr> <tr> <td>圧縮ゴム</td> <td></td> <td>圧縮破断によるすべり機能喪失、回着</td> <td>【支持機能評価】 支圧応力</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>ピストン</td> <td></td> <td>破断によるすべり機能喪失、回着</td> <td>【支持機能評価】 曲げ応力</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>鋼金</td> <td></td> <td>圧縮破断によるすべり機能喪失、回着</td> <td>【支持機能評価】 支圧応力</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>突出部</td> <td>衝撃荷重 竜巻風荷重 ネット自重 フレーム荷重</td> <td>破断による隣のフレームへの衝突</td> <td>【支持機能評価】 せん断応力 曲げ応力</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>ベース ボット</td> <td></td> <td>破断による隣のフレームへの衝突</td> <td>【支持機能評価】 支圧応力</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>可動 支承</td> <td></td> <td>圧縮破断によるすべり機能喪失、回着</td> <td>【支持機能評価】 支圧応力</td> <td>竜巻の風圧力による荷重及び設計標準物による衝撃荷重に対し、支持機能を維持するため、作用する応力が許容応力状態NISの許容応力を超えないことを確認する</td> <td>(1) 許容荷重に対するゴム支承・可動支承の影響に配慮する必要がある (2) 作用荷重によるフレームの変位に対する影響に配慮する必要がある</td> </tr> <tr> <td>支圧部</td> <td></td> <td>破断による隣のフレームへの衝突</td> <td>【支持機能評価】 支圧応力</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>レール</td> <td></td> <td>破断による隣のフレームへの衝突</td> <td>【支持機能評価】 引張応力 せん断応力</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>レール取付ボルト</td> <td></td> <td>破断によるすべり機能喪失、回着</td> <td>【支持機能評価】 引張応力</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>エンドプレレート</td> <td></td> <td>破断による隣のフレームへの衝突</td> <td>【支持機能評価】 せん断応力</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>接合ボルト</td> <td></td> <td>破断による隣のフレームへの衝突</td> <td>【支持機能評価】 せん断応力</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>上部接合ボルト</td> <td></td> <td>破断による隣のフレームへの衝突</td> <td>【支持機能評価】 せん断応力</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>下部接合ボルト</td> <td></td> <td>破断による隣のフレームへの衝突</td> <td>【支持機能評価】 せん断応力</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>ベースプレレート</td> <td></td> <td>破断による隣のフレームへの衝突</td> <td>【支持機能評価】 せん断応力</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	評価対象	作用荷重	損傷モード	評価項目	構造強度上の評価方針	ゴム支承、可動支承採用による設計上の配慮又は留意	ソーラプレレート		破断によるすべり機能喪失、回着による隣のフレームへの衝突	【支持機能評価】 支圧応力	竜巻の風圧力による荷重及び設計標準物による衝撃荷重に対し、支持機能を維持するため、作用する応力が許容応力状態NISの許容応力を超えないことを確認する		すべり材		圧縮破断によるすべり機能喪失、回着	【支持機能評価】 支圧応力	竜巻の風圧力による荷重及び設計標準物による衝撃荷重に対し、支持機能を維持するため、作用する応力が「セーガー」の許容応力を超えないことを確認する		圧縮ゴム		圧縮破断によるすべり機能喪失、回着	【支持機能評価】 支圧応力			ピストン		破断によるすべり機能喪失、回着	【支持機能評価】 曲げ応力			鋼金		圧縮破断によるすべり機能喪失、回着	【支持機能評価】 支圧応力			突出部	衝撃荷重 竜巻風荷重 ネット自重 フレーム荷重	破断による隣のフレームへの衝突	【支持機能評価】 せん断応力 曲げ応力			ベース ボット		破断による隣のフレームへの衝突	【支持機能評価】 支圧応力			可動 支承		圧縮破断によるすべり機能喪失、回着	【支持機能評価】 支圧応力	竜巻の風圧力による荷重及び設計標準物による衝撃荷重に対し、支持機能を維持するため、作用する応力が許容応力状態NISの許容応力を超えないことを確認する	(1) 許容荷重に対するゴム支承・可動支承の影響に配慮する必要がある (2) 作用荷重によるフレームの変位に対する影響に配慮する必要がある	支圧部		破断による隣のフレームへの衝突	【支持機能評価】 支圧応力			レール		破断による隣のフレームへの衝突	【支持機能評価】 引張応力 せん断応力			レール取付ボルト		破断によるすべり機能喪失、回着	【支持機能評価】 引張応力			エンドプレレート		破断による隣のフレームへの衝突	【支持機能評価】 せん断応力			接合ボルト		破断による隣のフレームへの衝突	【支持機能評価】 せん断応力			上部接合ボルト		破断による隣のフレームへの衝突	【支持機能評価】 せん断応力			下部接合ボルト		破断による隣のフレームへの衝突	【支持機能評価】 せん断応力			ベースプレレート		破断による隣のフレームへの衝突	【支持機能評価】 せん断応力					<p>【女川】</p> <ul style="list-style-type: none"> 竜巻防護設備の構造の相違。 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、女川の竜巻防護ネットの可動支承のような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。
評価対象	作用荷重	損傷モード	評価項目	構造強度上の評価方針	ゴム支承、可動支承採用による設計上の配慮又は留意																																																																																																				
ソーラプレレート		破断によるすべり機能喪失、回着による隣のフレームへの衝突	【支持機能評価】 支圧応力	竜巻の風圧力による荷重及び設計標準物による衝撃荷重に対し、支持機能を維持するため、作用する応力が許容応力状態NISの許容応力を超えないことを確認する																																																																																																					
すべり材		圧縮破断によるすべり機能喪失、回着	【支持機能評価】 支圧応力	竜巻の風圧力による荷重及び設計標準物による衝撃荷重に対し、支持機能を維持するため、作用する応力が「セーガー」の許容応力を超えないことを確認する																																																																																																					
圧縮ゴム		圧縮破断によるすべり機能喪失、回着	【支持機能評価】 支圧応力																																																																																																						
ピストン		破断によるすべり機能喪失、回着	【支持機能評価】 曲げ応力																																																																																																						
鋼金		圧縮破断によるすべり機能喪失、回着	【支持機能評価】 支圧応力																																																																																																						
突出部	衝撃荷重 竜巻風荷重 ネット自重 フレーム荷重	破断による隣のフレームへの衝突	【支持機能評価】 せん断応力 曲げ応力																																																																																																						
ベース ボット		破断による隣のフレームへの衝突	【支持機能評価】 支圧応力																																																																																																						
可動 支承		圧縮破断によるすべり機能喪失、回着	【支持機能評価】 支圧応力	竜巻の風圧力による荷重及び設計標準物による衝撃荷重に対し、支持機能を維持するため、作用する応力が許容応力状態NISの許容応力を超えないことを確認する	(1) 許容荷重に対するゴム支承・可動支承の影響に配慮する必要がある (2) 作用荷重によるフレームの変位に対する影響に配慮する必要がある																																																																																																				
支圧部		破断による隣のフレームへの衝突	【支持機能評価】 支圧応力																																																																																																						
レール		破断による隣のフレームへの衝突	【支持機能評価】 引張応力 せん断応力																																																																																																						
レール取付ボルト		破断によるすべり機能喪失、回着	【支持機能評価】 引張応力																																																																																																						
エンドプレレート		破断による隣のフレームへの衝突	【支持機能評価】 せん断応力																																																																																																						
接合ボルト		破断による隣のフレームへの衝突	【支持機能評価】 せん断応力																																																																																																						
上部接合ボルト		破断による隣のフレームへの衝突	【支持機能評価】 せん断応力																																																																																																						
下部接合ボルト		破断による隣のフレームへの衝突	【支持機能評価】 せん断応力																																																																																																						
ベースプレレート		破断による隣のフレームへの衝突	【支持機能評価】 せん断応力																																																																																																						

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10 竜巻防護ネットの損傷モード整理表 (6/6)

評価対象	作用荷重	損傷モード	評価項目	構造強度上の評価方針	ゴム支承、可動支承採用による設計上の配慮又は対策
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	破断による大梁の落下	【支持機能評価】 せん断応力 曲げ応力 引張応力	竜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し、上載するフレーム等を支持する構造強度を維持するため、作用する応力が許容応力状態VLSの許容応力を超えないことを確認する	ゴム支承、可動支承採用による設計上の配慮又は対策
ブラケットアンカーボルト	大梁荷重 自重				(1) 衝撃荷重に対するゴム支承・可動支承の影響に配慮する必要がある

(比較のため再掲)

表8 竜巻防護ネットの損傷モード整理表 (2/2)

評価対象	作用荷重	損傷モード	評価項目	構造強度上の評価方針
すり抜け防止用鋼材	衝撃荷重 竜巻風荷重 自重	防護板を貫通することによる設計飛来物の防護対象施設への衝突	【貫通評価】 ひずみ量	衝突箇所が発生する衝撃荷重によって貫通が生じないよう、終局状態に至るようひずみを生じないことを確認する
架台	衝撃荷重 竜巻風荷重 ネット荷重	架台を貫通することによる設計飛来物の防護対象施設への衝突	【貫通評価】 ひずみ量	設計飛来物が支持部材に衝突した場合に、衝突箇所が発生する衝撃荷重によって貫通が生じないよう、架台の鋼材が終局状態に至るようひずみを生じないことを確認する
		架台に設計飛来物が衝突することでの、破断・落下し防護対象施設に衝突	【支持機能評価】 ひずみ量	竜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し、上載するネットを支持するため、架台の鋼材が終局状態に至るようひずみを生じないことを確認する
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 架台荷重 自重	破断による架台の落下	【支持機能評価】 せん断応力 曲げ応力 引張応力	竜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し、上載するネットを支持するため、ブラケットの鋼材が終局状態に至るようひずみを生じないことを確認する

【女川】
 ・竜巻防護設備の構造の相違。
 ・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、女川の竜巻防護ネットの可動支承のような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。

【女川】
 記載表現の相違（表番号）

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>3.8.2 設計上の配慮又は対策が必要となる事項</p> <p>竜巻防護ネットの各構造について、ゴム支承、可動支承の採用による設計上の配慮又は対策が必要な事項を表11にまとめる。</p> <div data-bbox="712 264 1323 683" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>表11 ゴム支承、可動支承の採用による設計上の配慮又は対策が必要な事項</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">評価部位</th> <th colspan="4">設計上の配慮又は対策が必要な事項</th> </tr> <tr> <th>(1) 衝撃荷重に対するゴム支承・可動支承の影響</th> <th>(2) ストッパーの設置</th> <th>(3) 作用荷重による変位に対する影響</th> <th>(4) 作用荷重により発生する振動の影響</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ネット (金網部)</td> <td>○</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>防護板</td> <td>○</td> <td>—</td> <td>○</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>フレーム</td> <td>○</td> <td>○</td> <td>○</td> <td>○</td> </tr> <tr> <td>大梁</td> <td>○</td> <td>—</td> <td>○</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>ゴム支承</td> <td>○</td> <td>—</td> <td>○</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>可動支承</td> <td>○</td> <td>—</td> <td>○</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>ブラケット</td> <td>○</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> </tr> </tbody> </table> <p style="font-size: small;">凡例 ○：配慮又は対策が必要 —：対応不要</p> </div> <p>3.8.3 設計上の配慮又は対策が必要となる事項に対する対応</p> <p>「3.8.2 設計上の配慮又は対策が必要となる事項」で抽出された事項について、適切に設計に反映することで、竜巻防護ネットにより非常用海水ポンプ等を設計飛来物の衝突から防護し、安全機能が損なわれない設計とする。設計上の配慮又は対策が必要な事項に対する対応方針について、(1)～(4)に示す。</p> <p>(1) 衝撃荷重に対するゴム支承・可動支承の影響</p> <p>衝撃荷重に対するゴム支承や可動支承の影響は、地震時における部材の特性（役割・挙動）から、飛来物の衝突時において以下の影響が考えられる。</p> <p>a. 飛来物の衝突におけるゴム支承の変形等の影響</p> <p>飛来物が部材に衝突した場合には、伝達された荷重によってゴム支承が変形、可動支承が1軸方向にすべることにより、他の部材と干渉する可能性がある。</p> <p>b. 飛来物の衝突における部材間の荷重の伝達</p> <p>飛来物が部材に衝突した場合に、ゴム支承に荷重が伝達されるが、ゴム支承が変形することにより、荷重が低減される可能性がある。</p> <p>これらの影響を踏まえて、構造成立性の見直しを確認するために、竜巻防護ネットを構成する支持部材に対し、代表的な飛来物衝突の解析評価を実施する。評価は以下の2ステップで実施する。各STEPの評価フローを図14に示す。また、支持部材の評価方法については別紙2に整理する。</p>	評価部位	設計上の配慮又は対策が必要な事項				(1) 衝撃荷重に対するゴム支承・可動支承の影響	(2) ストッパーの設置	(3) 作用荷重による変位に対する影響	(4) 作用荷重により発生する振動の影響	ネット (金網部)	○	—	—	—	防護板	○	—	○	—	フレーム	○	○	○	○	大梁	○	—	○	—	ゴム支承	○	—	○	—	可動支承	○	—	○	—	ブラケット	○	—	—	—		<p>【女川】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・竜巻防護設備の構造の相違。 ・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、女川の竜巻防護ネットの可動支承のような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。
評価部位	設計上の配慮又は対策が必要な事項																																														
	(1) 衝撃荷重に対するゴム支承・可動支承の影響	(2) ストッパーの設置	(3) 作用荷重による変位に対する影響	(4) 作用荷重により発生する振動の影響																																											
ネット (金網部)	○	—	—	—																																											
防護板	○	—	○	—																																											
フレーム	○	○	○	○																																											
大梁	○	—	○	—																																											
ゴム支承	○	—	○	—																																											
可動支承	○	—	○	—																																											
ブラケット	○	—	—	—																																											

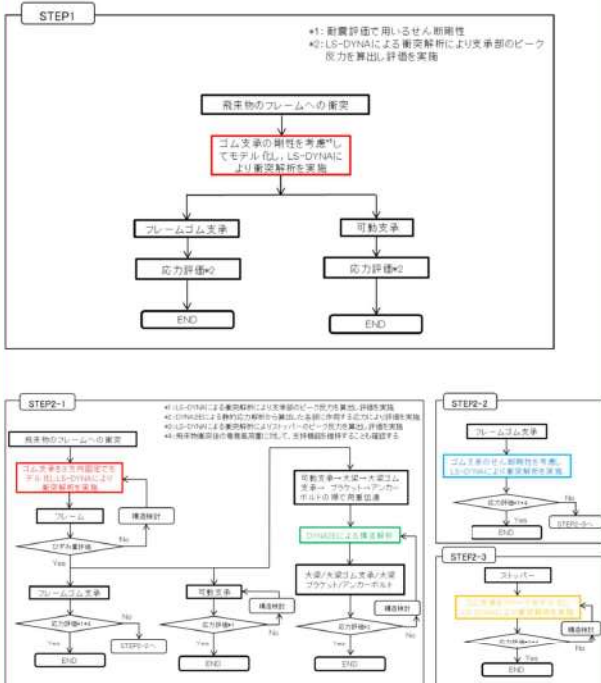
泊発電所3号炉 DB基準適合性 比較表

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）

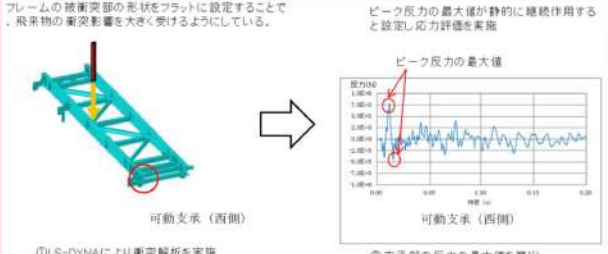
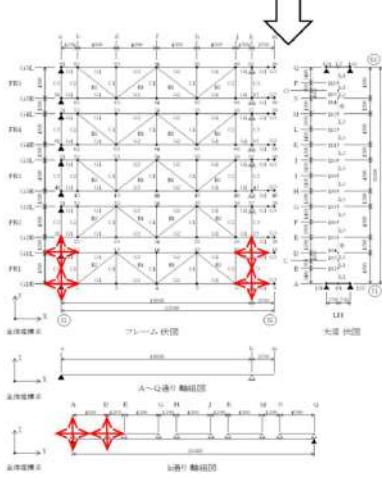
第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（竜巻：別添資料1 添付資料3.13）

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>【STEP1】 ゴム支承に支持されるフレームに飛来物が衝突した際の挙動を確認するため、ゴム支承の剛性を考慮した衝突解析を実施する。衝突解析は、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条件（飛来物姿勢、衝突位置、飛来方向）で実施し、ゴム支承の影響を考慮した場合において、フレームゴム支承、可動支承が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する。STEP1の評価結果について別紙3に整理する。</p> <p>【STEP2】 衝突時の竜巻防護ネットを構成する支持部材の構造成立性を確認するため、以下の評価を実施する。STEP2の評価結果については別紙4に整理する。 STEP2-1：竜巻防護ネットを構成する支持部材（ストッパーを除く）はゴム剛性の結合条件を3方向固定（衝撃荷重のピーク値が大きくなると推測される条件）にて衝突解析を行い、構造成立性の確認を行う。 STEP2-2：STEP2-1はフレームゴム支承に対し非常に厳しい条件であるため、STEP2-1の条件で評価を実施した結果、許容値を満足しない場合には、詳細評価として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。 STEP2-3：STEP2-2のフレームゴム支承の評価結果を踏まえて、ストッパーの評価を実施する。ストッパーの評価はゴム剛性の結合条件を自由（ゴム支承による荷重の負担は期待せずストッパーに全ての荷重を伝達する条件）とし衝突解析を行い、構造成立性の確認を行う。</p>		<p>【女川】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・竜巻防護設備の構造の相違。 ・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、女川の竜巻防護ネットの可動支承のような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。

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14 STEP1, STEP2 評価フロー</p> <p>応力等の算出方法について図15に示す。 衝突解析はLS-DYNAを使用し、モデル化の対象は飛来物が衝突するフレームとする。フレームゴム支承、可動支承は各STEPにおいて設定した結合条件を設定する。LS-DYNAにより衝突部であるフレームのひずみ評価を実施するとともに、支承部のピーク反力を算出し、フレームゴム支承及び可動支承の評価を実施する。（自重及び竜巻による風荷重についても反力として考慮する） 可動支承に発生した荷重は大梁、大梁ゴム支承、ブラケット、ブラケットアンカーボルトに伝達されるため、LS-DYNAにより算出した可動支承に作用するピーク反力を解析モデル（耐震評価と同様のモデル：DYNA2E）に入力し、各部に作用する応力を算出する。</p>		<p>【女川】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・竜巻防護設備の構造の相違。 ・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、女川の竜巻防護ネットの可動支承のような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。

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）

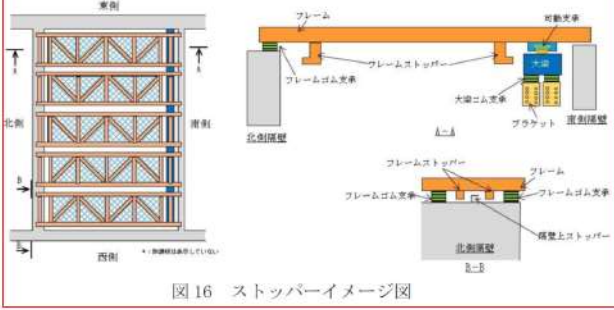
大飯発電所3/4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
	<p>フレームの被衝突部の形状をフラットに設定することで、飛来物の衝突影響を大きく受けやすくしている。</p>  <p>ピーク反力の最大値が静的に継続作用すると設定し応力評価を実施</p> <p>可動支承（西側）</p> <p>◎支承部の反力の最大値を算出</p>  <p>図15 応力等の算出方法（例）</p> <p>表12～15に、衝突解析における各STEPごとのフレームゴム支承、可動支承の結合条件を整理する。</p> <p>STEP2-1は、下部構造に対し支承部の荷重がそのまま伝達される条件で評価を実施し、ゴム支承における荷重の低減・分散効果を期待しない衝突解析となるため、これまでの他プラントでの適用実績がある竜巻防護ネットの衝突解析と同等の条件となる。また、ネット（金網部）の電中研報告による評価及び防護板のBRL式による評価手法は、STEP2-1の条件で適用が可能である。よって、STEP2-1の条件は、ストッパーを除く部材に適用する。</p> <p>STEP2-2の条件は、STEP2-1でフレームゴム支承が許容値を満足しない場合のフレームゴム支承評価に適用する。</p> <p>STEP2-3は、STEP2-2でフレームゴム支承が許容値を満足しない場合のストッパー評価に適用する。</p>		<p>【女川】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・竜巻防護設備の構造の相違。 ・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、女川の竜巻防護ネットの可動支承のような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。

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12 【STEP1】衝突解析におけるゴム支承、可動支承の結合条件</p> <table border="1" data-bbox="824 180 1211 323"> <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>表13 【STEP2-1】衝突解析におけるゴム支承、可動支承の結合条件</p> <table border="1" data-bbox="824 411 1211 555"> <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>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>表14 【STEP2-2】衝突解析におけるゴム支承、可動支承の結合条件</p> <table border="1" data-bbox="824 643 1211 786"> <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>表15 【STEP2-3】衝突解析におけるゴム支承、可動支承結合条件</p> <table border="1" data-bbox="824 874 1211 1018"> <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>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> <p>(2)ストッパーの設置</p> <p>ストッパーはSTEP2-2の評価結果（別紙4参照）において、許容値を満足しない場合に、支持機能としての役割が必要となるものである。</p> <p>ストッパーの設計は、STEP2-3の解析条件にて実施し、ストッパーはゴム支承による荷重の負担を期待せず全ての荷重を伝達する条件で、衝撃荷重に対し許容応力を満足し、竜巻防護ネットを支持する構造強度を有する設計とする。</p> <p>ストッパーの設置イメージを図16に示す。</p>	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	方向	フレーム ゴム支承	可動支承	X	剛	自由	Y	剛	剛	Z	剛	剛	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	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		<p>【女川】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・竜巻防護設備の構造の相違。 ・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、女川の竜巻防護ネットの可動支承のような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。
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																																																	
方向	フレーム ゴム支承	可動支承																																																	
X	剛	自由																																																	
Y	剛	剛																																																	
Z	剛	剛																																																	
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																																																	
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）

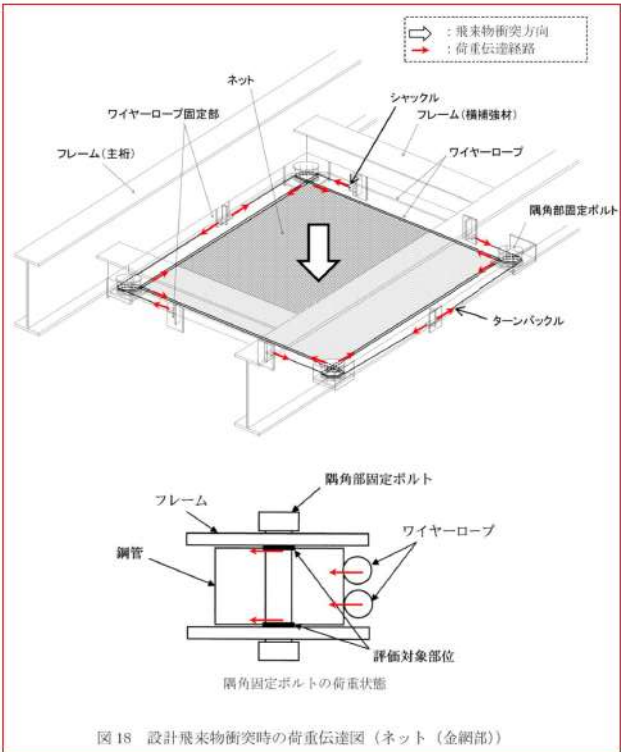
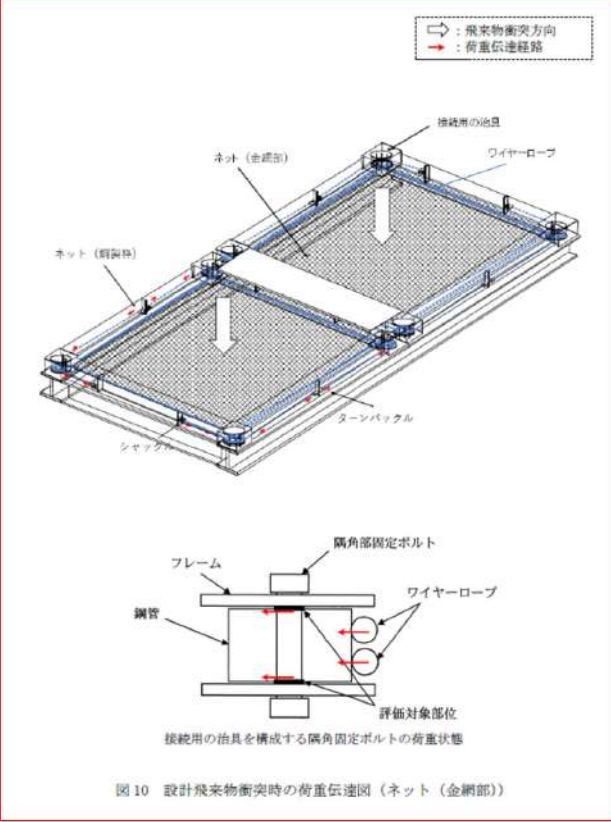
第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（竜巻：別添資料1 添付資料3.13）

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>図16 ストッパーイメージ図</p> <p>(3) 作用荷重によるフレームの変位に対する影響 ゴム支承、可動支承に支持されているフレーム及びゴム支承に支持されている大梁は、設計竜巻による風荷重や地震によって水平方向の変位が生じることから、他の設備との干渉について考慮する必要がある。 そのため、フレーム間や大梁と海水ポンプ室補機ポンプエリア壁面との間等に、設計竜巻による風荷重や地震により発生する変位を踏まえてクリアランスを確保する設計とする。地震力による水平方向の変位についての評価は、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）』で説明する。なお、風圧力による水平方向の変位については、地震力による水平方向の変位に包絡される。 また、フレーム間及びフレームと海水ポンプ室補機ポンプエリア壁面にクリアランスを確保していることから、これらの隙間から設計飛来物の侵入を防ぐために、フレームに防護板を設置する。 防護板はフレームの水平変位を考慮した上で、ラビリンス構造とすることで、設計飛来物である鋼製材（縦4.2m×横0.3m×高さ0.2m）が通過しない構造とする。</p> <p>(4) 振動による影響 竜巻防護ネットに飛来物衝突した際に振動が発生するが、飛来物衝突による振動は一時的なものであり、共振が発生して構造健全性に影響を与える可能性は低い。 また、竜巻による風の影響により振動が発生する可能性があるが、共振が発生するには一定の風が吹き続ける必要があることから、竜巻による瞬間的な風に対し、共振が発生する可能性は低い。 一定の風が継続して吹く場合、風による共振が発生する可能性が考えられるため、共振や疲労など風による振動への影響について検討し、必要に応じ、竜巻防護ネットの構造設計に反映する。</p>		<p>【女川】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・竜巻防護設備の構造の相違。 ・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、女川の竜巻防護ネットの可動支承のような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。

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. 竜巻防護に対する評価方針</p> <p>4.1 強度評価</p> <p>4.1.1 ネット（金網部）</p> <p>ネット（金網部）の強度評価は「3.2.1 荷重条件」で設定した荷重及び荷重の組合せを踏まえて、評価対象部位に作用する応力等について確認するものである。</p> <p>(1)評価項目</p> <p>設計荷重に対してネットは、設計飛来物を捕捉し非常用海水ポンプ等へ衝突させないために、破断が生じない強度を有すること及びたわみが生じても、設計飛来物が非常用海水ポンプ等と衝突しないよう非常用海水ポンプ等との離隔が確保できることを確認する。</p> <p>破断が生じないことの確認として、ネットが設計飛来物のエネルギーを吸収できること及び設計飛来物の衝突箇所において、ネットの破断が生じない強度を有することを評価する。また、防護ネットが設計飛来物を捕捉可能であることを確認するために、設計荷重に対してネットを支持するワイヤーロープ、ターンバックル、シャックル及び接続用の治具に破断が生じない強度を有することを評価する。</p> <p>設計飛来物の衝突位置の影響として、中央位置からずれたオフセット位置に衝突する場合の影響を考慮する。</p> <p>(2)評価対象部位</p> <p>ネット（金網部）の強度評価においては、その構造を踏まえて、設計竜巻による荷重とこれに組み合わせる荷重（以下「設計荷重」という。）の作用方向及び伝達過程を考慮し、評価対象部位を設定する。</p> <p>①ネット</p> <p>ネットには設計竜巻荷重が直接作用するため、評価対象部位とする。</p> <p>②ワイヤーロープ、ターンバックル及びシャックル</p> <p>ネットに作用した荷重は、ワイヤーロープを介してターンバックル及びシャックルに作用するため、ワイヤーロープ、ターンバックル及びシャックルを評価対象部位とする。</p> <p>③接続用の治具</p> <p>接続用の治具及びワイヤーロープ固定部には、ワイヤーロープを介して伝達された荷重が作用するため、接続用の治具である隅角部固定ボルト、ワイヤーロープ固定部を評価対象部位とする。</p> <p>図17にネット（金網部）の評価対象部位、図18に設計飛来物衝突時の荷重伝達を示す。</p>	<p>4. 竜巻防護に対する評価方針</p> <p>4.1 強度評価</p> <p>4.1.1 ネット（金網部）</p> <p>ネット（金網部）の強度評価は「3.2.1 荷重条件」で設定した荷重及び荷重の組合せを踏まえて、評価対象部位に作用する応力等について確認するものである。</p> <p>(1)評価項目</p> <p>設計荷重に対してネットは、設計飛来物を捕捉し原子炉補機冷却海水ポンプ等へ衝突させないために、破断が生じない強度を有すること及びたわみが生じても、設計飛来物が原子炉補機冷却海水ポンプ等と衝突しないよう原子炉補機冷却海水ポンプ等との離隔が確保できることを確認する。</p> <p>破断が生じないことの確認として、ネットが設計飛来物のエネルギーを吸収できること及び設計飛来物の衝突箇所において、ネットの破断が生じない強度を有することを評価する。また、防護ネットが設計飛来物を捕捉可能であることを確認するために、設計荷重に対してネットを支持するワイヤロープ、ターンバックル、シャックル及び接続用の治具に破断が生じない強度を有することを評価する。</p> <p>設計飛来物の衝突位置の影響として、中央位置からずれたオフセット位置に衝突する場合の影響を考慮する。</p> <p>(2)評価対象部位</p> <p>ネット（金網部）の強度評価においては、その構造を踏まえて、設計竜巻による荷重とこれに組み合わせる荷重（以下「設計荷重」という。）の作用方向及び伝達過程を考慮し、評価対象部位を設定する。</p> <p>①ネット</p> <p>ネットには設計竜巻荷重が直接作用するため、評価対象部位とする。</p> <p>②ワイヤロープ、ターンバックル及びシャックル</p> <p>ネットに作用した荷重は、ワイヤロープを介してターンバックル及びシャックルに作用するため、ワイヤロープ、ターンバックル及びシャックルを評価対象部位とする。</p> <p>③接続用の治具</p> <p>接続用の治具及びワイヤロープ固定部には、ワイヤロープを介して伝達された荷重が作用するため、接続用の治具である隅角部固定ボルト、ワイヤロープ固定部を評価対象部位とする。</p> <p>図9にネット（金網部）の評価対象部位、図10に設計飛来物衝突時の荷重伝達を示す。</p>	<p>【女川】 竜巻防護ネットで防護する対象機器の相違</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>図18 設計飛来物衝突時の荷重伝達図（ネット（金網部））</p>	 <p>図10 設計飛来物衝突時の荷重伝達図（ネット（金網部））</p>	<p>【女川】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・プラント設計の相違による設置設備の相違 女川は開口部が泊よりも広いこと等から、電巻防護ネットの構造が異なる。 <p>【女川】</p> <p>記載表現の相違（図番号）</p> <p>【女川】</p> <p>女川の別紙5には電巻防護ネットの構造健全性評価基準について記載されている。当該資料は、ゴム支承、可動支承の評価項目や許容限界等を整理する目的で作成されたと考えている。泊においては、ゴム支承、可動支承を採用していないため、設工認段階で女川の別紙5に対応する内容を記載するため、当該別</p>
<p>(3) 許容限界（詳細は別紙5参照）</p> <p>①吸収エネルギー評価</p> <p>吸収エネルギー評価においては、計算により算出するネットの限界吸収エネルギーがネットに作用するエネルギー以上であることにより、ネットが破断しないことを確認する。</p> <p>②破断評価</p> <p>ネット（金網部）の破断評価においては、計算により算出するネットに作用する荷重がネットの素材の持つ破断強度以下であることにより、ネットに破断が生じない強度を有することを確認する。</p> <p>ワイヤーロープは、ネットと一体となって設計飛来物を捕捉するため、ネットと同様に塑性変形を許容することから、破断荷重を許容限界とする。</p> <p>ターンバックル及びシャックルは、破断しなければネットを設置位置に保持することができ、設計飛来物を捕捉可能である。したがっ</p>		<p>(3) 許容限界</p> <p>①吸収エネルギー評価</p> <p>吸収エネルギー評価においては、計算により算出するネットの限界吸収エネルギーがネットに作用するエネルギー以上であることにより、ネットが破断しないことを確認する。</p> <p>②破断評価</p> <p>ネット（金網部）の破断評価においては、計算により算出するネットに作用する荷重がネットの素材の持つ破断強度以下であることにより、ネットに破断が生じない強度を有することを確認する。</p> <p>ワイヤーロープは、ネットと一体となって設計飛来物を捕捉するため、ネットと同様に塑性変形を許容することから、破断荷重を許容限界とする。</p> <p>ターンバックル及びシャックルは、破断しなければネットを設置位置に保持することができ、設計飛来物を捕捉可能である。したがっ</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>て、ワイヤロープの張力に対し、破断しないことを確認する。 接続用の治具の破断評価は、計算により算出する応力により接続用の治具を破断しない強度を許容限界とする。</p> <p>③たわみ評価 竜巻防護ネット本体は、自重、設計竜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し、計算により算出する竜巻防護ネット本体の最大たわみ量がネットと非常用海水ポンプ等の離隔距離未満であることを確認するため、ネットと非常用海水ポンプ等の最小離隔距離を許容限界として設定する。</p> <p>4.1.2 支持部材（フレーム、大梁、フレームゴム支承、大梁ゴム支承、可動支承、ブラケット、ストッパー） 支持部材（フレーム、大梁、フレームゴム支承、大梁ゴム支承、可動支承、ブラケット、ストッパー）の強度評価は、「3.2.1 荷重条件」にて設定した荷重及び荷重の組合せを踏まえて、評価対象部位に作用する応力等について確認するものである。</p> <p>(1) 評価項目 設計荷重に対してフレームは、設計飛来物が貫通せず非常用海水ポンプ等への到達を阻止できること（貫通評価）、また、非常用海水ポンプ等へ波及的影響を与えないよう落下が生じないこと（支持機能評価）を衝突解析により確認する。 大梁、フレームゴム支承、大梁ゴム支承、可動支承、ブラケット、ストッパーは、フレームで受けた荷重が伝達されるため、衝突解析に</p>	<p>て、ワイヤロープの張力に対し、破断しないことを確認する。 接続用の治具の破断評価は、計算により算出する応力により接続用の治具を破断しない強度を許容限界とする。</p> <p>③たわみ評価 竜巻防護ネット本体は、自重、設計竜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し、計算により算出する竜巻防護ネット本体の最大たわみ量がネットと原子炉補機冷却海水ポンプ等の離隔距離未満であることを確認するため、ネットと原子炉補機冷却海水ポンプ等の最小離隔距離を許容限界として設定する。</p> <p>4.1.2 ネット（鋼製枠） ネット（鋼製枠）の強度評価は、「3.2.1 荷重条件」にて設定した荷重及び荷重の組合せを踏まえて、評価対象部位に作用する応力等について確認するものである。</p> <p>(1) 評価項目 設計荷重に対してネット（鋼製枠）は、設計飛来物が貫通せず原子炉補機冷却海水ポンプ等への到達を阻止できること（貫通評価）、また、原子炉補機冷却海水ポンプ等へ波及的影響を与えないよう落下が生じないこと（支持機能評価）を衝突解析により確認する。 評価においては、飛来物の衝突位置により各部材に発生する応力が変わることから、各部材に対し最も条件の厳しい衝突箇所を考慮し評価を実施する。</p> <p>(2) 評価対象部位 ネット（鋼製枠）の強度評価においては、その構造を踏まえて、設計竜巻による荷重とこれに組み合わせる荷重（以下「設計荷重」という。）の作用方向及び伝達過程を考慮し、評価対象部位を設定する。</p> <p>4.1.3 架台及びブラケット 架台の強度評価は、「3.2.1 荷重条件」にて設定した荷重及び荷重の組合せを踏まえて、評価対象部位に作用する応力等について確認するものである。</p> <p>(1) 評価項目 設計荷重に対して架台は、設計飛来物が貫通せず原子炉補機冷却海水ポンプ等への到達を阻止できること（貫通評価）、また、原子炉補機冷却海水ポンプ等へ波及的影響を与えないよう落下が生じないこと（支持機能評価）を衝突解析により確認する。 ブラケットは、架台で受けた荷重が伝達されるため、衝突解析によって算出した荷重によって落下が生じないこと（支持機能評価）を確</p>	<p>て、ワイヤロープの張力に対し、破断しないことを確認する。 接続用の治具の破断評価は、計算により算出する応力により接続用の治具を破断しない強度を許容限界とする。</p> <p>③たわみ評価 竜巻防護ネット本体は、自重、設計竜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し、計算により算出する竜巻防護ネット本体の最大たわみ量がネットと原子炉補機冷却海水ポンプ等の離隔距離未満であることを確認するため、ネットと原子炉補機冷却海水ポンプ等の最小離隔距離を許容限界として設定する。</p> <p>4.1.2 ネット（鋼製枠） ネット（鋼製枠）の強度評価は、「3.2.1 荷重条件」にて設定した荷重及び荷重の組合せを踏まえて、評価対象部位に作用する応力等について確認するものである。</p> <p>(1) 評価項目 設計荷重に対してネット（鋼製枠）は、設計飛来物が貫通せず原子炉補機冷却海水ポンプ等への到達を阻止できること（貫通評価）、また、原子炉補機冷却海水ポンプ等へ波及的影響を与えないよう落下が生じないこと（支持機能評価）を衝突解析により確認する。 評価においては、飛来物の衝突位置により各部材に発生する応力が変わることから、各部材に対し最も条件の厳しい衝突箇所を考慮し評価を実施する。</p> <p>(2) 評価対象部位 ネット（鋼製枠）の強度評価においては、その構造を踏まえて、設計竜巻による荷重とこれに組み合わせる荷重（以下「設計荷重」という。）の作用方向及び伝達過程を考慮し、評価対象部位を設定する。</p> <p>4.1.3 架台及びブラケット 架台の強度評価は、「3.2.1 荷重条件」にて設定した荷重及び荷重の組合せを踏まえて、評価対象部位に作用する応力等について確認するものである。</p> <p>(1) 評価項目 設計荷重に対して架台は、設計飛来物が貫通せず原子炉補機冷却海水ポンプ等への到達を阻止できること（貫通評価）、また、原子炉補機冷却海水ポンプ等へ波及的影響を与えないよう落下が生じないこと（支持機能評価）を衝突解析により確認する。 ブラケットは、架台で受けた荷重が伝達されるため、衝突解析によって算出した荷重によって落下が生じないこと（支持機能評価）を確</p>	<p>紙は作成しない。</p> <p>【女川】 竜巻防護ネットで防護する対象機器の相違</p> <p>【女川】 ・構造の相違。 ・泊はネット鋼製枠が架台の上に設置されている構造のため、記載するもの。</p> <p>【女川】 記載表現の相違</p> <p>【女川】 竜巻防護ネットで防護する対象機器の相違</p> <p>【女川】 ネット構造の相違</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>よって算出した荷重によって落下が生じないこと（支持機能評価）を確認する。</p> <p>評価においては、飛来物の衝突位置により各部材に発生する応力が変わることから、各部材に対し最も条件の厳しい衝突箇所を考慮し評価を実施する。</p> <p>支持部材に対する支持機能評価は、「3.8.3 設計上の配慮又は対策が必要となる事項に対する対応（1）」で定めたSTEP2で実施し、衝突解析におけるゴム支承、可動支承の解析条件を表16に整理する。</p> <table border="1" data-bbox="712 416 1321 794"> <caption>表16 衝突解析におけるゴム支承、可動支承の解析条件</caption> <thead> <tr> <th>解析条件</th> <th>ゴム支承</th> <th>可動支承</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>【STEP2-1】 （大梁、フレームゴム支承、大梁ゴム支承、可動支承、ブラケットの評価に適用）</td> <td>ゴム支承の結合条件を3方向固定（下部構造に対し、支承部のピーク荷重がそのまま伝達される条件で評価を実施）</td> <td></td> </tr> <tr> <td>【STEP2-2】 （フレームゴム支承の評価に適用）</td> <td>ゴム支承の結合条件を耐震評価で用いるせん断剛性（実現象に近いと考えられる条件で評価を行う観点から適用する）</td> <td>可動方向の結合条件をフリー 反可動方向、鉛直方向の結合条件を固定</td> </tr> <tr> <td>【STEP2-3】 （ストッパーの評価に適用）</td> <td>ゴム支承の結合条件をフリー（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で評価を実施）</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>(2) 評価対象部位</p> <p>支持部材の強度評価においては、その構造を踏まえて、設計荷重の作用方向及び伝達過程を考慮し、フレーム、大梁、フレームゴム支承、大梁ゴム支承、可動支承、ブラケット、ストッパーを評価対象部位として設定する。なお、ゴム支承と可動支承の部材のうち支持機能評価の対象部材については、飛来物衝突時及び衝突後の竜巻風荷重の役割を踏まえて選定する。（詳細は別紙2参照）</p> <p>また、図19～図21に各衝突方向からの設計飛来物衝突時の荷重伝達の例を示す。</p>	解析条件	ゴム支承	可動支承	【STEP2-1】 （大梁、フレームゴム支承、大梁ゴム支承、可動支承、ブラケットの評価に適用）	ゴム支承の結合条件を3方向固定（下部構造に対し、支承部のピーク荷重がそのまま伝達される条件で評価を実施）		【STEP2-2】 （フレームゴム支承の評価に適用）	ゴム支承の結合条件を耐震評価で用いるせん断剛性（実現象に近いと考えられる条件で評価を行う観点から適用する）	可動方向の結合条件をフリー 反可動方向、鉛直方向の結合条件を固定	【STEP2-3】 （ストッパーの評価に適用）	ゴム支承の結合条件をフリー（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で評価を実施）		<p>認する。</p> <p>評価においては、飛来物の衝突位置により各部材に発生する応力が変わることから、各部材に対し最も条件の厳しい衝突箇所を考慮し評価を実施する。</p> <p>(2) 評価対象部位</p> <p>支持部材の強度評価においては、その構造を踏まえて、設計荷重の作用方向及び伝達過程を考慮し、鋼製柱、架台、ブラケットを評価対象として選定する。</p> <p>また、図11～図13に各衝突方向からの設計飛来物衝突時の荷重伝達の例を示す。</p>	<p>【女川】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・竜巻防護設備の構造の相違。 ・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、女川の竜巻防護ネットの可動支承のような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。
解析条件	ゴム支承	可動支承													
【STEP2-1】 （大梁、フレームゴム支承、大梁ゴム支承、可動支承、ブラケットの評価に適用）	ゴム支承の結合条件を3方向固定（下部構造に対し、支承部のピーク荷重がそのまま伝達される条件で評価を実施）														
【STEP2-2】 （フレームゴム支承の評価に適用）	ゴム支承の結合条件を耐震評価で用いるせん断剛性（実現象に近いと考えられる条件で評価を行う観点から適用する）	可動方向の結合条件をフリー 反可動方向、鉛直方向の結合条件を固定													
【STEP2-3】 （ストッパーの評価に適用）	ゴム支承の結合条件をフリー（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で評価を実施）														

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3.13）

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>図19 設計飛来物衝突時の荷重伝達例 (水平方向 (南から北) から衝突した場合)</p>	<p>図19の右側の詳細図</p>	<p>図11 設計飛来物衝突時の荷重伝達例 (水平方向 (北から南) から衝突した場合)</p>	<p>【女川】 構造の相違 【女川】 記載表現の相違 (図番)</p>
<p>図20 設計飛来物衝突時の荷重伝達例 (水平方向 (西から東) から衝突した場合)</p>	<p>図20の右側の詳細図</p>	<p>図12 設計飛来物衝突時の荷重伝達例 (水平方向 (東から西) から衝突した場合)</p>	<p>【女川】 構造の相違 【女川】 記載表現の相違 (図番)</p>
<p>図21 設計飛来物衝突時の荷重伝達例 (鉛直方向から衝突した場合)</p>	<p>図21の右側の詳細図</p>	<p>図13 設計飛来物衝突時の荷重伝達例 (鉛直方向から衝突した場合)</p>	<p>【女川】 構造の相違 【女川】 記載表現の相違</p>
<p>(3) 許容限界 (詳細は別紙5 参照) フレームは、評価対象部位に発生する最大ひずみが「NEI07-13」に基づく破断ひずみの範囲内であることを確認する。最大ひずみが破断ひずみを超える場合には、破断箇所を確認し、全断面に発生しないこと</p>	<p>(3) 許容限界 フレームは、評価対象部位に発生する最大ひずみが「NEI07-13」に基づく破断ひずみの範囲内であることを確認する。最大ひずみが破断ひずみを超える場合には、破断箇所を確認し、全断面に発生しないこと</p>	<p>(3) 許容限界 架台は、評価対象部位に発生する最大ひずみが「NEI07-13」に基づく破断ひずみの範囲内であることを確認する。最大ひずみが破断ひずみを超える場合には、破断箇所を確認し、全断面に発生しないこと</p>	<p>【女川】 女川の別紙5には竜巻防護ネットの構造健全性評価基準について記</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3.13）

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>とにより、貫通及び落下が生じないことを確認する。</p> <p>大梁、ゴム支承（構成部材のうち鋼製部品）、可動支承、ブラケット、ストッパーにおいては、「原子力発電所耐震設計技術指針（JEAG4601・補-1984）」に基づいて、許容応力状態IVASの許容応力を許容限界として設定する。ゴム支承のうちゴム部分については、「道路橋示方書・同解説V耐震設計編（H14.3）」に基づく評価基準値を設定する。</p>	<p>より、貫通及び落下が生じないことを確認する。</p>	<p>載されている。当該資料は、ゴム支承、可動支承の評価項目や許容限界等を整理する目的で作成されたと考えている。泊においては、ゴム支承、可動支承を採用していないため、設工認段階で女川の別紙5に対応する内容を記載するため、当該別紙は作成しない。</p> <p>【女川】 構造の相違</p> <p>【女川】 ・竜巻防護設備の構造の相違。 ・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、女川の竜巻防護ネットの可動支承のような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。</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17 支持部材に対する構造強度上の性能目標と評価方針 (2/2)																							
<p>評価対象 竜巻防護ネット（支持部材）</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>評価対象</th> <th>支持部材の設計方針</th> <th>構造強度上の性能目標</th> <th>構造強度上の評価方針</th> <th>評価部材</th> <th>主たる機能部材モード 作用荷重</th> <th>許容限界</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">竜巻防護ネット（支持部材）</td> <td>支持部材は設計竜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処し、非常用排水ポンプ等へ衝突することを防止するため、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、上向きに衝突し、飛来物を支持する機能を維持可能な構造強度を有し、非常用排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落を防止しない設計とする。</td> <td>【支持機能】 支持部材は設計竜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処し、上向きに衝突し、飛来物を支持する機能を維持可能な構造強度を有する。</td> <td>竜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し、支持機能を維持するため、作用する力は許容応力状態IVSの許容応力を超えないことを確認する。</td> <td>大飯ゴム支承 ゴム体 内部鋼板 大飯ゴム支承取付ボルト</td> <td>自重 ・上向き荷重(ゴム、フレーム、大飯) ・竜巻風荷重 ・衝撃荷重</td> <td>・発生する引張応力が道筋橋を架設電線の許容値以下 ・発生するせん断応力が道筋橋を架設電線の許容値以下 ・発生する応力がJIS 4001のIVS以下</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>竜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し、支持機能を維持するため、作用する力は許容応力状態IVSの許容応力を超えないことを確認する。</td> <td>可動支承 ゴム体 アンカーボルト ソーレプレート ペナルゴット プレート コンクリート コンクリート 鋼骨筋コンクリート 上向き荷重 下向き荷重</td> <td>自重 ・上向き荷重(ゴム、フレーム) ・竜巻風荷重 ・衝撃荷重</td> <td>・発生する応力がJIS 4001のIVS以下 発生する応力がJIS 4001のIVS以下</td> </tr> </tbody> </table> <p>*1: フレームゴム支承は、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を確認する。詳細設計段階で許容限界を満足しない結果となつた場合、二次的影響評価を実施する。</p>				評価対象	支持部材の設計方針	構造強度上の性能目標	構造強度上の評価方針	評価部材	主たる機能部材モード 作用荷重	許容限界	竜巻防護ネット（支持部材）	支持部材は設計竜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処し、非常用排水ポンプ等へ衝突することを防止するため、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、上向きに衝突し、飛来物を支持する機能を維持可能な構造強度を有し、非常用排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落を防止しない設計とする。	【支持機能】 支持部材は設計竜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処し、上向きに衝突し、飛来物を支持する機能を維持可能な構造強度を有する。	竜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し、支持機能を維持するため、作用する力は許容応力状態IVSの許容応力を超えないことを確認する。	大飯ゴム支承 ゴム体 内部鋼板 大飯ゴム支承取付ボルト	自重 ・上向き荷重(ゴム、フレーム、大飯) ・竜巻風荷重 ・衝撃荷重	・発生する引張応力が道筋橋を架設電線の許容値以下 ・発生するせん断応力が道筋橋を架設電線の許容値以下 ・発生する応力がJIS 4001のIVS以下			竜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し、支持機能を維持するため、作用する力は許容応力状態IVSの許容応力を超えないことを確認する。	可動支承 ゴム体 アンカーボルト ソーレプレート ペナルゴット プレート コンクリート コンクリート 鋼骨筋コンクリート 上向き荷重 下向き荷重	自重 ・上向き荷重(ゴム、フレーム) ・竜巻風荷重 ・衝撃荷重	・発生する応力がJIS 4001のIVS以下 発生する応力がJIS 4001のIVS以下
評価対象	支持部材の設計方針	構造強度上の性能目標	構造強度上の評価方針	評価部材	主たる機能部材モード 作用荷重	許容限界																	
竜巻防護ネット（支持部材）	支持部材は設計竜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処し、非常用排水ポンプ等へ衝突することを防止するため、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、上向きに衝突し、飛来物を支持する機能を維持可能な構造強度を有し、非常用排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落を防止しない設計とする。	【支持機能】 支持部材は設計竜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処し、上向きに衝突し、飛来物を支持する機能を維持可能な構造強度を有する。	竜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し、支持機能を維持するため、作用する力は許容応力状態IVSの許容応力を超えないことを確認する。	大飯ゴム支承 ゴム体 内部鋼板 大飯ゴム支承取付ボルト	自重 ・上向き荷重(ゴム、フレーム、大飯) ・竜巻風荷重 ・衝撃荷重	・発生する引張応力が道筋橋を架設電線の許容値以下 ・発生するせん断応力が道筋橋を架設電線の許容値以下 ・発生する応力がJIS 4001のIVS以下																	
			竜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し、支持機能を維持するため、作用する力は許容応力状態IVSの許容応力を超えないことを確認する。	可動支承 ゴム体 アンカーボルト ソーレプレート ペナルゴット プレート コンクリート コンクリート 鋼骨筋コンクリート 上向き荷重 下向き荷重	自重 ・上向き荷重(ゴム、フレーム) ・竜巻風荷重 ・衝撃荷重	・発生する応力がJIS 4001のIVS以下 発生する応力がJIS 4001のIVS以下																	
<p>(4) 評価結果</p> <p>STEP2の評価結果を別紙4に整理する。</p> <p>竜巻防護ネットの支持部材のうち、可動支承を除く部材については構造強度上の評価方針を満足し、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ことから、構造成立性の見通しがあることを確認した。</p> <p>可動支承については、詳細設計段階で、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>(4) 評価結果</p> <p>評価結果については詳細設計段階で整理する。</p> <p>詳細設計段階で、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>【女川】 防護ネットの構成部材の相違</p> <p>【女川】 記載表現の相違（表番号）</p>	<p>【女川】 記載方針の相違。 泊においては、設工認の段階で構造成立性を示す。</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3.13）

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>4.1.3 防護板</p> <p>防護板の強度評価は、「3.2.1 荷重条件」にて設定した荷重及び荷重の組合せを踏まえて、評価対象部位に作用する応力等の評価方針について確認するものである。</p> <p>(1) 評価項目</p> <p>非常用海水ポンプ等が安全機能を損なうことのないことの確認として、設計飛来物が防護板に衝突した場合の貫通に対する評価(以下「貫通評価」という)を実施し、非常用海水ポンプ等に到達しないことを確認する。</p> <p>(2) 評価対象部位</p> <p>防護板は設計飛来物の衝突に対し、非常用海水ポンプ等を防護するための設備であることから評価対象部位とする。</p> <p>(3) 許容限界（詳細は別紙5参照）</p> <p>防護板の貫通評価における許容限界は、防護板の板厚が貫通限界厚さを上回る値とする。貫通限界厚さは「タービンミサイル評価について(昭和52年7月20日原子炉安全専門審査会)」で用いられているBRL式を用いて算出する。</p> <p>5. 竜巻以外の自然現象（地震、津波含む）に対する評価方針</p> <p>5.1 竜巻以外の自然現象に対する評価</p> <p>(1) 竜巻以外の自然現象の影響抽出</p> <p>竜巻防護ネットは、竜巻以外の自然現象によって非常用海水ポンプ等に波及的影響を及ぼさないことを確認する。</p> <p>竜巻防護ネットに対する竜巻以外の自然現象（地震、津波含む）の影響を、表18に示す。</p> <p>竜巻防護ネットを設置する海水ポンプ室（コンクリート壁含む）及</p>	<p>4.1.4 すり抜け防止用鋼材</p> <p>すり抜け防止用鋼材の強度評価は、「3.2.1 荷重条件」にて設定した荷重及び荷重の組合せを踏まえて、評価対象部位に作用する応力等の評価方針について確認するものである。</p> <p>(1) 評価項目</p> <p>原子炉補機冷却海水ポンプ等が安全機能を損なうことのないことの確認として、設計飛来物が防護板に衝突した場合の貫通に対する評価(以下「貫通評価」という)を実施し、原子炉補機冷却海水ポンプ等に到達しないことを確認する。</p> <p>(2) 評価対象部位</p> <p>すり抜け防止用鋼材は設計飛来物の衝突に対し、原子炉補機冷却海水ポンプ等を防護するための設備であることから評価対象部位とする。</p> <p>(3) 許容限界</p> <p>すり抜け防止用鋼材の貫通評価における許容限界は、破断ひずみの範囲内であることを確認する。最大ひずみが破断ひずみを超える場合には、破断箇所を確認し、全断面に発生しないことにより、貫通及び落下が生じないことを確認する。</p> <p>5. 竜巻以外の自然現象（地震、津波含む）に対する評価方針</p> <p>5.1 竜巻以外の自然現象に対する評価</p> <p>(1) 竜巻以外の自然現象の影響抽出</p> <p>竜巻防護ネットは、竜巻以外の自然現象によって原子炉補機冷却海水ポンプ等に波及的影響を及ぼさないことを確認する。</p> <p>竜巻防護ネットに対する竜巻以外の自然現象（地震、津波含む）の影響を表10に示す。</p> <p>竜巻防護ネットを設置する取水ビットポンプ室（コンクリート壁含</p>	<p>【女川】 記載表現の相違</p> <p>【女川】 防護ネットの構成部材の相違</p> <p>【女川】 竜巻防護ネットで防護する対象機器の相違</p> <p>【女川】 防護ネットの構成部材の相違</p> <p>【女川】 女川の別紙5には竜巻防護ネットの構造健全性評価基準について記載されている。当該資料は、ゴム支承、可動支承の評価項目や許容限界等を整理する目的で作成されたと考えている。泊においては、ゴム支承、可動支承を採用していないため、設工認段階で女川の別紙5に対応する内容を記載するため、当該別紙は作成しない。</p> <p>【女川】 鋼製部材の評価方法の相違</p>	<p>【女川】 鋼製部材の評価方法の相違</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>び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）』で説明する。</p> <table border="1" data-bbox="712 288 1323 743"> <caption>表18 竜巻防護ネットに対する竜巻以外の自然現象（地震、津波含む）の影響</caption> <thead> <tr> <th>事象</th> <th>確認結果</th> <th>考慮の要否</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>風（台風）</td> <td>・風（台風）の荷重を考慮する ・風による振動の影響を考慮する</td> <td>○</td> </tr> <tr> <td>凍結</td> <td>・設備構造上、凍結の影響を受けない</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>降水</td> <td>・構内排水施設により排水することで設備が浸水することはない</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>積雪</td> <td>・積雪荷重を考慮する</td> <td>○ (荷重)</td> </tr> <tr> <td>落雷</td> <td>・電気設備を持たないことから電気的影響を受けない</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>火山の影響</td> <td>・降下火砕物の荷重を考慮する ・腐食に対しては金属材料を用い、亜鉛メッキや外装塗装を実施していることから短期的な影響は小さい ・設備構造上、降下火砕物による閉塞・摩耗・電気的影響を受けない</td> <td>○ (荷重)</td> </tr> <tr> <td>生物学的事象</td> <td>・設備構造上、生物学的事象の影響を受けない</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>森林火災</td> <td>・防火帯により、森林から約300mの離隔がある ・設備構造上、ばい煙による影響を受けない</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>地震</td> <td>・地震の荷重を考慮する (第4条 地震による損傷の防止)参照</td> <td>○ (荷重)</td> </tr> <tr> <td>津波</td> <td>・基準津波は津波防護施設及び浸水防止設備により敷地内に到達することはないため、荷重・浸水の影響を受けない (第5条 津波による損傷の防止)</td> <td>—</td> </tr> </tbody> </table> <p>(2) 設計条件 竜巻以外の自然現象による波及的影響の評価の条件を以下に示す。 a. 荷重条件 (a) 風（台風）による荷重 風（台風）による荷重は、建設省告示第1454号に定められた女川町の基準風速30m/sによる荷重とする。 (b) 積雪荷重 積雪荷重として以下の条件を考慮する。 積雪量：43cm（積雪深さの月最大値）*1 単位荷重：20N/m²*2 *1：建築基準法施行細則（宮城県）に定められる女川町の垂直積雪量は40cmであるが、保守的に既往最大である垂直積雪量43cmを用いる。 *2：建築基準法施行令に基づく積雪の単位荷重（積雪1cm当たり20N/m²） (c) 火山の影響による荷重 火山事象における降下火砕物による静的荷重として以下の条件を考慮する。 堆積量：15cm 密度：1.5g/cm³（湿潤状態）</p>	事象	確認結果	考慮の要否	風（台風）	・風（台風）の荷重を考慮する ・風による振動の影響を考慮する	○	凍結	・設備構造上、凍結の影響を受けない	—	降水	・構内排水施設により排水することで設備が浸水することはない	—	積雪	・積雪荷重を考慮する	○ (荷重)	落雷	・電気設備を持たないことから電気的影響を受けない	—	火山の影響	・降下火砕物の荷重を考慮する ・腐食に対しては金属材料を用い、亜鉛メッキや外装塗装を実施していることから短期的な影響は小さい ・設備構造上、降下火砕物による閉塞・摩耗・電気的影響を受けない	○ (荷重)	生物学的事象	・設備構造上、生物学的事象の影響を受けない	—	森林火災	・防火帯により、森林から約300mの離隔がある ・設備構造上、ばい煙による影響を受けない	—	地震	・地震の荷重を考慮する (第4条 地震による損傷の防止)参照	○ (荷重)	津波	・基準津波は津波防護施設及び浸水防止設備により敷地内に到達することはないため、荷重・浸水の影響を受けない (第5条 津波による損傷の防止)	—	<p>む）及び原子炉補機冷却海水ポンプ出口ストレート室（コンクリート壁含む）の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）』で説明する。</p> <table border="1" data-bbox="1346 288 1957 796"> <caption>表10 竜巻防護ネットに対する竜巻以外の自然現象（地震、津波含む）の影響</caption> <thead> <tr> <th>事象</th> <th>確認結果</th> <th>考慮の要否</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>風（台風）</td> <td>・風（台風）の荷重を考慮する ・風による振動の影響を考慮する</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>凍結</td> <td>・設備構造上、凍結の影響を受けない</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>降水</td> <td>・構内排水施設により排水することで設備が浸水することはない</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>積雪</td> <td>・積雪荷重を考慮する</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>落雷</td> <td>・電気設備を持たないことから電気的影響を受けない</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>地滑り</td> <td>追前 (地滑りについて、当社空中写真判読、公開の地滑りに関する知見等を踏まえ、再評価を行うため)</td> <td></td> </tr> <tr> <td>火山の影響</td> <td>・降下火砕物の荷重を考慮する ・腐食に対しては金属材料を用い、亜鉛メッキや外装塗装を実施していることから短期的な影響は小さい ・設備構造上、降下火砕物による閉塞・摩耗・電気的影響を受けない</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>生物学的事象</td> <td>・設備構造上、生物学的事象の影響を受けない</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>森林火災</td> <td>・防火帯により、森林から約300mの離隔がある ・設備構造上、ばい煙による影響を受けない</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>地震</td> <td>・地震の荷重を考慮する (第4条 地震による損傷の防止)参照</td> <td>○ (荷重)</td> </tr> <tr> <td>津波</td> <td>・基準津波は津波防護施設及び浸水防止設備により敷地内に到達することはないため、荷重・浸水の影響を受けない (第5条 津波による損傷の防止)</td> <td>—</td> </tr> </tbody> </table> <p>(2) 設計条件 竜巻以外の自然現象による波及的影響の評価の条件を以下に示す。 a. 荷重条件</p>	事象	確認結果	考慮の要否	風（台風）	・風（台風）の荷重を考慮する ・風による振動の影響を考慮する	—	凍結	・設備構造上、凍結の影響を受けない	—	降水	・構内排水施設により排水することで設備が浸水することはない	—	積雪	・積雪荷重を考慮する	—	落雷	・電気設備を持たないことから電気的影響を受けない	—	地滑り	追前 (地滑りについて、当社空中写真判読、公開の地滑りに関する知見等を踏まえ、再評価を行うため)		火山の影響	・降下火砕物の荷重を考慮する ・腐食に対しては金属材料を用い、亜鉛メッキや外装塗装を実施していることから短期的な影響は小さい ・設備構造上、降下火砕物による閉塞・摩耗・電気的影響を受けない	—	生物学的事象	・設備構造上、生物学的事象の影響を受けない	—	森林火災	・防火帯により、森林から約300mの離隔がある ・設備構造上、ばい煙による影響を受けない	—	地震	・地震の荷重を考慮する (第4条 地震による損傷の防止)参照	○ (荷重)	津波	・基準津波は津波防護施設及び浸水防止設備により敷地内に到達することはないため、荷重・浸水の影響を受けない (第5条 津波による損傷の防止)	—	<p>設置場所の相違</p> <p>【女川】 記載表現の相違（表番号）</p> <p>【女川】 泊は防護ネットが屋内設置であることによる想定事象の相違</p> <p>【女川】 ・設置状況の相違 ・泊は防護ネットが屋内設置であることによる想定事象の相違</p>
事象	確認結果	考慮の要否																																																																						
風（台風）	・風（台風）の荷重を考慮する ・風による振動の影響を考慮する	○																																																																						
凍結	・設備構造上、凍結の影響を受けない	—																																																																						
降水	・構内排水施設により排水することで設備が浸水することはない	—																																																																						
積雪	・積雪荷重を考慮する	○ (荷重)																																																																						
落雷	・電気設備を持たないことから電気的影響を受けない	—																																																																						
火山の影響	・降下火砕物の荷重を考慮する ・腐食に対しては金属材料を用い、亜鉛メッキや外装塗装を実施していることから短期的な影響は小さい ・設備構造上、降下火砕物による閉塞・摩耗・電気的影響を受けない	○ (荷重)																																																																						
生物学的事象	・設備構造上、生物学的事象の影響を受けない	—																																																																						
森林火災	・防火帯により、森林から約300mの離隔がある ・設備構造上、ばい煙による影響を受けない	—																																																																						
地震	・地震の荷重を考慮する (第4条 地震による損傷の防止)参照	○ (荷重)																																																																						
津波	・基準津波は津波防護施設及び浸水防止設備により敷地内に到達することはないため、荷重・浸水の影響を受けない (第5条 津波による損傷の防止)	—																																																																						
事象	確認結果	考慮の要否																																																																						
風（台風）	・風（台風）の荷重を考慮する ・風による振動の影響を考慮する	—																																																																						
凍結	・設備構造上、凍結の影響を受けない	—																																																																						
降水	・構内排水施設により排水することで設備が浸水することはない	—																																																																						
積雪	・積雪荷重を考慮する	—																																																																						
落雷	・電気設備を持たないことから電気的影響を受けない	—																																																																						
地滑り	追前 (地滑りについて、当社空中写真判読、公開の地滑りに関する知見等を踏まえ、再評価を行うため)																																																																							
火山の影響	・降下火砕物の荷重を考慮する ・腐食に対しては金属材料を用い、亜鉛メッキや外装塗装を実施していることから短期的な影響は小さい ・設備構造上、降下火砕物による閉塞・摩耗・電気的影響を受けない	—																																																																						
生物学的事象	・設備構造上、生物学的事象の影響を受けない	—																																																																						
森林火災	・防火帯により、森林から約300mの離隔がある ・設備構造上、ばい煙による影響を受けない	—																																																																						
地震	・地震の荷重を考慮する (第4条 地震による損傷の防止)参照	○ (荷重)																																																																						
津波	・基準津波は津波防護施設及び浸水防止設備により敷地内に到達することはないため、荷重・浸水の影響を受けない (第5条 津波による損傷の防止)	—																																																																						

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3.13）

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>(d)地震荷重 波及的影響の評価は基準地震動 Ss による地震力に対して実施する。 竜巻防護ネットには、ゴム支承、可動支承を用いており、ゴム支承、可動支承をモデル化した3次元はりモデルによる地震応答解析は、他プラントを含む既工認及び新規制審査での適用実績がない。 そのため、耐震設計の審査において既工認との手法の相違点を整理し、説明をしている。(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）』別紙-1参照)</p> <p>b. 荷重の組合せ 荷重の組合せは「女川原子力発電所2号炉外部事象の考慮について」に示す自然現象の組合せの方針に従い、以下のとおりとする。</p> <p>(a)地震荷重+風荷重 地震と風については、ともに最大荷重の継続時間が短く、同時に発生する確率は低い。また、竜巻防護ネットは風荷重の影響が大きいと考えられるような構造や形状の施設でないため、地震荷重と風荷重との組合せは考慮しない。</p>	<p>(a)地震荷重 波及的影響の評価は基準地震動 Ss による地震力に対して実施する。</p> <p>b. 荷重の組合せ 荷重の組合せは「泊発電所3号炉外部事象の考慮について」に示す自然現象の組合せの方針に従い、以下のとおりとする。</p> <p>(a)地震荷重+風荷重 地震と風については、ともに最大荷重の継続時間が短く、同時に発生する確率は低い。また、竜巻防護ネットは風荷重の影響が大きいと考えられるような構造や形状の施設でないため、地震荷重と風荷重との組合せは考慮しない。</p>	<p>【女川】 記載表現の相違</p> <p>【女川】 ・竜巻防護設備の構造の相違。 ・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、女川の竜巻防護ネットの可動支承のような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（大阪、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。</p> <p>【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)地震荷重+積雪荷重 女川原子力発電所は多雪地域ではないため、建築基準法による「積雪荷重と他の荷重の組合せ」を考慮する必要はないが、原子力発電所の重要性を鑑み、多雪区域の基準を準用して、建築基準法施行令の積雪荷重に地震や暴風と組合せる際に用いる平均的な積雪荷重を与えるための係数0.35の係数を考慮して地震評価における静的荷重として組み合わせる。</p> <p>(c)降下火砕物荷重+風荷重+積雪荷重 降下火砕物荷重と風荷重及び積雪荷重の組合せは、3つの荷重が同時に発生することを考慮し、施設の形状、配置により適切に組み合わせることとしている。</p> <p>ただし、竜巻防護ネットは風荷重の影響が大きいと考えられるような構造や形状の施設でないため、上記3つの荷重のうち降下火砕物荷重と積雪荷重の組合せを考慮する。</p> <p>組み合わせる荷重は、降下火砕物荷重と積雪荷重は相関性が低い事象の組合せであるが、個別の事象が重畳した場合には堆積荷重が増加すると考えられるため、Turkstraの法則を適用して設定することとし、降下火砕物による荷重を主荷重（湿潤状態の降下火砕物の荷重（層厚15cm））、積雪による荷重（石巻における年最大積雪深さの平均値17cm）を従荷重として組み合わせる。</p> <p>c. 風（台風）による振動の影響 一定の風が継続して吹く場合、風による共振が発生する可能性が考えられるため、風による共振への影響について検討し、必要に応じ、竜巻防護ネットの構造設計に反映する。</p> <p>6. 竜巻随伴事象に対する評価 (1)火災 竜巻随伴事象として、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。火災源と竜巻防護ネットの位置関係を踏まえて火災の影響を評価（「6条（外部火災）」により評価）した上で、竜巻防護ネットが非常用海水ポンプ等に波及的影響を及ぼさない設計とする。</p> <p>また、竜巻防護ネットは発火性、引火性のある物質を使用しないため、火災の原因とはならない。</p> <p>(2)溢水 建屋外については、設計竜巻による飛来物の衝突による屋外タンク等の破損に伴う溢水を想定されるが、竜巻防護ネットは構造上、溢水により機能を損なわないため、溢水により竜巻防護ネットが非常用海水ポンプ等に波及的影響を及ぼすことはない。</p> <p>また、竜巻防護ネットは液体を内包する構造でないため、溢水の原因とはならない。</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</p>	<p>6. 竜巻随伴事象に対する評価 (1)火災 竜巻随伴事象として、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。火災源と竜巻防護ネットの位置関係を踏まえて火災の影響を評価（「6条（外部火災）」により評価）した上で、竜巻防護ネットが原子炉補機冷却海水ポンプ等に波及的影響を及ぼさない設計とする。</p> <p>また、竜巻防護ネットは発火性、引火性のある物質を使用しないため、火災の原因とはならない。</p> <p>(2)溢水 建屋外については、設計竜巻による飛来物の衝突による屋外タンク等の破損に伴う溢水を想定されるが、竜巻防護ネットは構造上、溢水により機能を損なわないため、溢水により竜巻防護ネットが原子炉補機冷却海水ポンプ等に波及的影響を及ぼすことはない。</p> <p>また、竜巻防護ネットは液体を内包する構造でないため、溢水の原因とはならない。</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</p>	<p>【女川】 ・設置状況の相違 ・泊は防護ネットが屋内設置であることによつ想定事象の相違。</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3.13）

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>影響により外部電源喪失が想定されるが、竜巻防護ネットは、電源を用いておらず、外部電源喪失の影響を受けないため非常用海水ポンプ等に波及的影響を及ぼすことはない。また、竜巻防護ネットは飛来物化せず、送電網に関する施設等を損傷させることはないから、外部電源喪失の原因とならない。</p> <p>7. 竜巻防護ネットの維持管理について 竜巻防護ネットは、非常用海水ポンプ等を竜巻による飛来物から防護する機能及び、非常用海水ポンプ等に波及的影響を与えないための設備であることから、設置環境や、部材の劣化、故障モード等を踏まえた管理基準を定め、保全計画を策定し、点検を実施することにより、適切に設備の維持管理を実施する。 非常用海水ポンプ等の点検時には、竜巻防護ネットのフレームの取外し、取付けを実施することから、接続部（可動支承等）の健全性を確認して据付を実施する。 また、予備品の確保等により、部材が損傷した場合であっても、速やかに補修が行えるようにする。</p>	<p>影響により外部電源喪失が想定されるが、竜巻防護ネットは、電源を用いておらず、外部電源喪失の影響を受けないため非常用海水ポンプ等に波及的影響を及ぼすことはない。また、竜巻防護ネットは飛来物化せず、送電網に関する施設等を損傷させることはないから、外部電源喪失の原因とならない。</p> <p>7. 竜巻防護ネットの維持管理について 竜巻防護ネットは、原子炉補機冷却海水ポンプ等を竜巻による飛来物から防護する機能及び、原子炉補機冷却海水ポンプ等に波及的影響を与えないための設備であることから、設置環境や部材の劣化、故障モード等を踏まえた管理基準を定め、保全計画を策定し、点検を実施することにより、適切に設備の維持管理を実施する。 原子炉補機冷却海水ポンプ等の点検時には、竜巻防護ネットの取外し、取付けを実施することから、接続部の健全性を確認して据付を実施する。 また、予備品の確保等により、部材が損傷した場合であっても、速やかに補修が行えるようにする。</p>	<p>影響により外部電源喪失が想定されるが、竜巻防護ネットは、電源を用いておらず、外部電源喪失の影響を受けないため原子炉補機冷却海水ポンプ等に波及的影響を及ぼすことはない。また、竜巻防護ネットは飛来物化せず、送電網に関する施設等を損傷させることはないから、外部電源喪失の原因とならない。</p> <p>7. 竜巻防護ネットの維持管理について 竜巻防護ネットは、原子炉補機冷却海水ポンプ等を竜巻による飛来物から防護する機能及び、原子炉補機冷却海水ポンプ等に波及的影響を与えないための設備であることから、設置環境や部材の劣化、故障モード等を踏まえた管理基準を定め、保全計画を策定し、点検を実施することにより、適切に設備の維持管理を実施する。 原子炉補機冷却海水ポンプ等の点検時には、竜巻防護ネットの取外し、取付けを実施することから、接続部の健全性を確認して据付を実施する。 また、予備品の確保等により、部材が損傷した場合であっても、速やかに補修が行えるようにする。</p>	<p>【女川】 ・竜巻防護設備の構造の相違。 ・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、女川の竜巻防護ネットの可動支承のような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。</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3.13）

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>8. 設置許可段階と工認段階における説明内容</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係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。詳細設計段階では、設置許可断面の評価を踏まえて詳細設計を行い、改めて竜巻防護ネットの強度計算結果を説明する。 (別紙6参照)</p>	<p>8. 設置許可段階と工認段階における説明内容</p> <p>設置許可段階では、竜巻防護ネットの構造成立性に係る設計方針を説明した。詳細設計段階では、設置許可断面の設計方針を踏まえて詳細設計を行い、竜巻防護ネットの強度計算結果を説明する。</p>	<p>【女川】 設置許可と設工認での記載方針の相違</p>

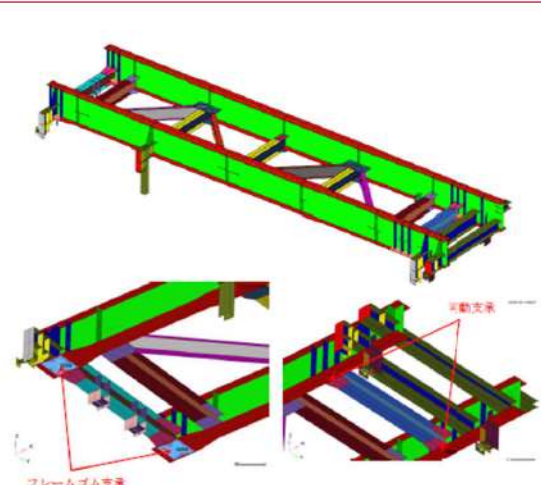
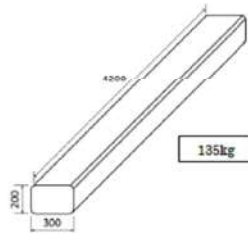
赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

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																								
	別紙 1																										
	<p>竜巻防護ネットの設計方針に関する先行プラントとの比較</p> <p>竜巻防護ネットの設計方針等について、先行プラントと比較した結果を表1に整理する。構成部材のうち、ネット（金網部）と防護板は先行プラントと構造設計の相違がないが、ゴム支承及び可動支承を用いることで先行プラントと支持部材が異なることを踏まえて、支持部材に対する設計方針について比較を実施した。</p>																										
	<table border="1" data-bbox="712 443 1323 1054"> <caption>表1 竜巻に対する設計の基本方針、竜巻防護ネットの設計方針等の比較</caption> <thead> <tr> <th>プラント</th> <th>女川</th> <th>（参考）東海第二</th> <th>差異理由</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>竜巻に対する設計の基本方針</td> <td>竜巻飛来物防護対策設備は、竜巻防護ネット、防護網板等から構成し、飛来物から外部事象防護対象施設を防護できる設計とする。 （主とめ資料：1.8.2.1設計方針（1）竜巻に対する設計の基本方針より抜粋）</td> <td>竜巻飛来物防護対策設備は、防護ネット、防護網板等から構成し、飛来物から外部事象防護対象施設を防護できる設計とする。 （設置実地許可申請書（一部補正）1.7.2.1設計方針（1）竜巻に対する設計の基本方針より抜粋）</td> <td>差異無し</td> </tr> <tr> <td>竜巻防護ネットの設計方針</td> <td>竜巻防護ネットは、竜巻時及び竜巻通過後において、設計竜巻荷重及びその他考慮すべき荷重に対し、内包する非常用海水ポンプ等が安全機能を損なわないよう、設計飛来物が非常用海水ポンプ等に衝突することを防止可能な設計とする。 また、竜巻防護ネットは、その他考えられる自然現象に対して、非常用海水ポンプ等に波及的影響を及ぼさない設計とする。</td> <td>防護対策施設は、竜巻時及び竜巻通過後において、設計竜巻荷重及びその他考慮すべき荷重に対し、内包する外部事象防護対象施設が安全機能を損なわないよう、設計飛来物等が外部事象防護対象施設に衝突することを防止可能な設計とする。 また、防護対策施設は、その他考えられる自然現象（地震等）に対して、外部事象防護対象施設に波及的影響を及ぼさない設計とする。 （工図 V-1-1-2-3-1 竜巻への配慮に関する基本方針 2.1.3 竜巻の影響を考慮する施設の竜巻防護設計方針 t、防護対策施設）</td> <td>設備名称の相違</td> </tr> <tr> <td>支持部材の設計方針</td> <td>支持部材は設計竜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に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する機能を維持可能な構造強度を有し、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落を生じない設計とする。</td> <td>架構は、設計竜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、飛来物が外部事象防護対象施設へ衝突することを防止するために、飛来物が架構を構成する主要な構造部材を貫通せず、上載する防護ネット及び防護網板を支持する機能を維持可能な構造強度を有し、外部事象防護対象施設に波及的影響を与えないために、架構を構成する部材自体の転倒及び脱落を生じない設計とする （工図 V-3-別添 1-2 防護対策施設の強度計算の方針 2.2 構造強度の設計方針（3）架構）</td> <td>部材名称の相違 設備名称の相違</td> </tr> <tr> <td>支持機能を担保する部材</td> <td>フレーム、大梁、ブACKET、ゴム支承、可動支承、ストッパー</td> <td>架構</td> <td>支持構造の相違</td> </tr> <tr> <td>支持部材に対する評価項目</td> <td>貫通評価及び支持機能評価</td> <td>貫通評価及び支持機能評価</td> <td>差異無し</td> </tr> </tbody> </table>	プラント	女川	（参考）東海第二	差異理由	竜巻に対する設計の基本方針	竜巻飛来物防護対策設備は、竜巻防護ネット、防護網板等から構成し、飛来物から外部事象防護対象施設を防護できる設計とする。 （主とめ資料：1.8.2.1設計方針（1）竜巻に対する設計の基本方針より抜粋）	竜巻飛来物防護対策設備は、防護ネット、防護網板等から構成し、飛来物から外部事象防護対象施設を防護できる設計とする。 （設置実地許可申請書（一部補正）1.7.2.1設計方針（1）竜巻に対する設計の基本方針より抜粋）	差異無し	竜巻防護ネットの設計方針	竜巻防護ネットは、竜巻時及び竜巻通過後において、設計竜巻荷重及びその他考慮すべき荷重に対し、内包する非常用海水ポンプ等が安全機能を損なわないよう、設計飛来物が非常用海水ポンプ等に衝突することを防止可能な設計とする。 また、竜巻防護ネットは、その他考えられる自然現象に対して、非常用海水ポンプ等に波及的影響を及ぼさない設計とする。	防護対策施設は、竜巻時及び竜巻通過後において、設計竜巻荷重及びその他考慮すべき荷重に対し、内包する外部事象防護対象施設が安全機能を損なわないよう、設計飛来物等が外部事象防護対象施設に衝突することを防止可能な設計とする。 また、防護対策施設は、その他考えられる自然現象（地震等）に対して、外部事象防護対象施設に波及的影響を及ぼさない設計とする。 （工図 V-1-1-2-3-1 竜巻への配慮に関する基本方針 2.1.3 竜巻の影響を考慮する施設の竜巻防護設計方針 t、防護対策施設）	設備名称の相違	支持部材の設計方針	支持部材は設計竜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に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する機能を維持可能な構造強度を有し、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落を生じない設計とする。	架構は、設計竜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、飛来物が外部事象防護対象施設へ衝突することを防止するために、飛来物が架構を構成する主要な構造部材を貫通せず、上載する防護ネット及び防護網板を支持する機能を維持可能な構造強度を有し、外部事象防護対象施設に波及的影響を与えないために、架構を構成する部材自体の転倒及び脱落を生じない設計とする （工図 V-3-別添 1-2 防護対策施設の強度計算の方針 2.2 構造強度の設計方針（3）架構）	部材名称の相違 設備名称の相違	支持機能を担保する部材	フレーム、大梁、ブACKET、ゴム支承、可動支承、ストッパー	架構	支持構造の相違	支持部材に対する評価項目	貫通評価及び支持機能評価	貫通評価及び支持機能評価	差異無し		
プラント	女川	（参考）東海第二	差異理由																								
竜巻に対する設計の基本方針	竜巻飛来物防護対策設備は、竜巻防護ネット、防護網板等から構成し、飛来物から外部事象防護対象施設を防護できる設計とする。 （主とめ資料：1.8.2.1設計方針（1）竜巻に対する設計の基本方針より抜粋）	竜巻飛来物防護対策設備は、防護ネット、防護網板等から構成し、飛来物から外部事象防護対象施設を防護できる設計とする。 （設置実地許可申請書（一部補正）1.7.2.1設計方針（1）竜巻に対する設計の基本方針より抜粋）	差異無し																								
竜巻防護ネットの設計方針	竜巻防護ネットは、竜巻時及び竜巻通過後において、設計竜巻荷重及びその他考慮すべき荷重に対し、内包する非常用海水ポンプ等が安全機能を損なわないよう、設計飛来物が非常用海水ポンプ等に衝突することを防止可能な設計とする。 また、竜巻防護ネットは、その他考えられる自然現象に対して、非常用海水ポンプ等に波及的影響を及ぼさない設計とする。	防護対策施設は、竜巻時及び竜巻通過後において、設計竜巻荷重及びその他考慮すべき荷重に対し、内包する外部事象防護対象施設が安全機能を損なわないよう、設計飛来物等が外部事象防護対象施設に衝突することを防止可能な設計とする。 また、防護対策施設は、その他考えられる自然現象（地震等）に対して、外部事象防護対象施設に波及的影響を及ぼさない設計とする。 （工図 V-1-1-2-3-1 竜巻への配慮に関する基本方針 2.1.3 竜巻の影響を考慮する施設の竜巻防護設計方針 t、防護対策施設）	設備名称の相違																								
支持部材の設計方針	支持部材は設計竜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に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する機能を維持可能な構造強度を有し、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落を生じない設計とする。	架構は、設計竜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、飛来物が外部事象防護対象施設へ衝突することを防止するために、飛来物が架構を構成する主要な構造部材を貫通せず、上載する防護ネット及び防護網板を支持する機能を維持可能な構造強度を有し、外部事象防護対象施設に波及的影響を与えないために、架構を構成する部材自体の転倒及び脱落を生じない設計とする （工図 V-3-別添 1-2 防護対策施設の強度計算の方針 2.2 構造強度の設計方針（3）架構）	部材名称の相違 設備名称の相違																								
支持機能を担保する部材	フレーム、大梁、ブACKET、ゴム支承、可動支承、ストッパー	架構	支持構造の相違																								
支持部材に対する評価項目	貫通評価及び支持機能評価	貫通評価及び支持機能評価	差異無し																								
	<p>女川2号炉の竜巻防護ネットは、先行プラントと支持構造に相違はあるが、「竜巻に対する設計の基本方針」、「竜巻防護ネットの設計方針」、「支持部材の設計方針」、「評価項目」に対して、先行プラントとの相違はないことを確認した。</p> <p style="text-align: right;">以上</p>		<p>【女川】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・女川における別紙-1は、竜巻防護ネットの支持部材にゴム支承及び可動支承を介して支持したフレームに電中研で開発した竜巻防護ネットを固定する設置方法を採用したことによる設計方針の比較を目的とした資料と考えた。 ・泊の竜巻防護ネットは、先行プラント（大飯、高浜）と同様に鉄骨構造の架構に電中研で開発した竜巻防護ネットを固定して支持する方法を採用していることから、設計方針の比較は必要ないと考え、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>																								

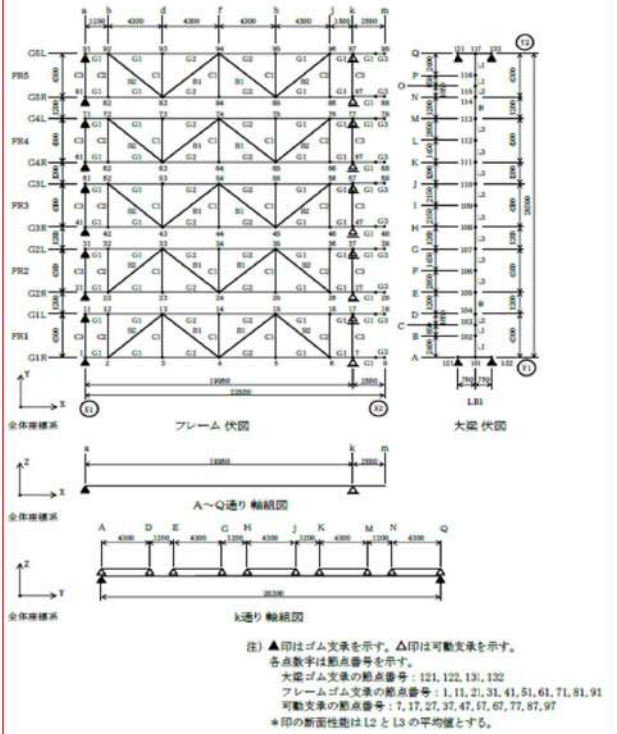
赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

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
	<p style="text-align: right;">別紙2</p> <p style="text-align: center;">支持部材の評価方法について</p> <p>1. 基本方針 設計飛来物がフレームに衝突した際の貫通評価及び支持機能評価は、フレーム及び設計飛来物である鋼製材を LS-DYNA によりモデル化し、衝突解析により実施する。 設計飛来物がフレームに衝突した際には可動支承を介して大梁、大梁ゴム支承ブラケット、ブラケットアンカーボルトに荷重が伝達されるため、LS-DYNA により算出される可動支承に作用する反力を用いて DYNA2E（耐震評価と同様の解析モデル）により大梁、大梁ゴム支承、ブラケット、ブラケットアンカーボルトの応力評価を実施する。</p> <p>2. 解析モデル LS-DYNA におけるモデル化対象はフレーム及び鋼製材とする。フレームゴム支承、可動支承は各 STEP において設定した結合条件を設定する。 LS-DYNA による解析モデルを図1に示す。また、設計飛来物の鋼製材を図2に、鋼製材の緒元について、表1に示す。 DYNA2E におけるモデル化対象は耐震評価と同様とし、フレーム、大梁、フレームゴム支承、大梁ゴム支承、可動支承とする。各部材は梁要素でモデル化し、ゴム支承は線形ばね要素でモデル化する。解析モデルを図3に示す。なお、解析モデルの詳細は、詳細設計により変更もあり得る。</p> <p>3. 評価方法 LS-DYNA により、フレームに設計飛来物が衝突した被衝突部に対し、ひずみ量を算出し、ひずみ量評価を実施する。 また、LS-DYNA により可動支承の水平方向/鉛直上向き/鉛直下向きに作用するピーク反力を算出し、DYNA2E の解析モデルに入力して、各部材の応力評価を実施する(図4参照)。フレームの位置により大梁以降に発生する応力が異なるため、DYNA2E にて反力を入力するフレームは端部と中央に存在する2つを選定する。 飛来物衝突後の竜巻による風荷重に対して、フレームが落下しないことを確認するため、フレームゴム支承及び可動支承に対し、竜巻風荷重に対する支持機能評価を実施する。 評価条件は、飛来物衝突時の荷重にて、許容限界を超える部材が確認された支承については、飛来物衝突後に荷重される竜巻の風荷重を負担しないものとする。(風荷重による荷重が各支承に分散されない設定とすることで、残存する支承に対し厳しい評価となる。) また、竜巻による風荷重は、フレームの形状により決まる受圧面積と風力係数から算出し、風荷重が静的に荷重される条件で評価を実施する。 飛来物衝突後の風荷重に対する評価モデルを図5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。 （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）

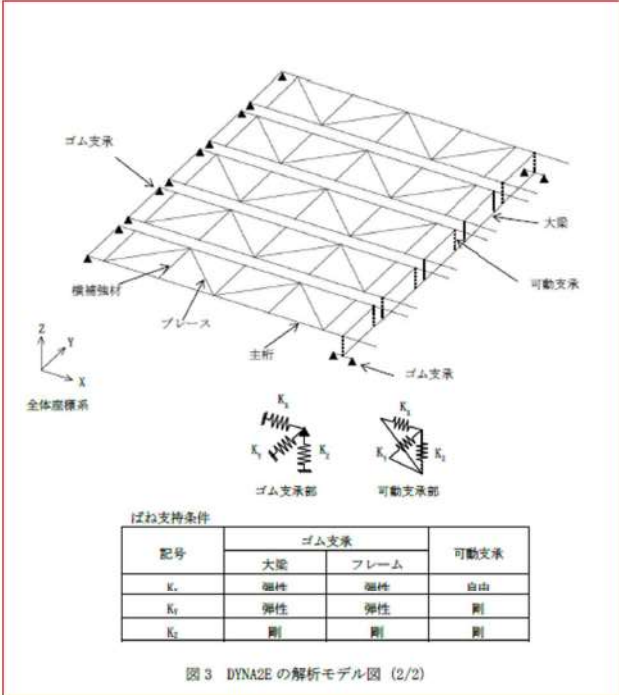
大飯発電所3/4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由																						
	 <p>図1 LS-DYNA 解析モデル</p>  <p>図2 設計飛来物（鋼製材）</p> <table border="1" data-bbox="721 1072 1303 1444"> <caption>表1 設計飛来物の諸元</caption> <thead> <tr> <th>項目</th> <th>諸元</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>種類</td> <td>鋼製材</td> </tr> <tr> <td>形状(mm)</td> <td>200×300×4200</td> </tr> <tr> <td>重量(kg)</td> <td>135</td> </tr> <tr> <td>衝突速度(m/s)</td> <td>水平：46.6 鉛直：16.7</td> </tr> <tr> <td>要素タイプ</td> <td>シェル要素</td> </tr> <tr> <td>ひずみ速度依存性</td> <td>NEI07-13のDIF</td> </tr> <tr> <td>破断ひずみ</td> <td>0.14/TF, TF=1 (破断ひずみを超えても要素を消去しない)</td> </tr> <tr> <td>質量密度</td> <td>7.85 ton/m³</td> </tr> <tr> <td>縦弾性係数</td> <td>2.05×10⁵ N/mm²</td> </tr> <tr> <td>ポアソン比</td> <td>0.3</td> </tr> </tbody> </table>	項目	諸元	種類	鋼製材	形状(mm)	200×300×4200	重量(kg)	135	衝突速度(m/s)	水平：46.6 鉛直：16.7	要素タイプ	シェル要素	ひずみ速度依存性	NEI07-13のDIF	破断ひずみ	0.14/TF, TF=1 (破断ひずみを超えても要素を消去しない)	質量密度	7.85 ton/m ³	縦弾性係数	2.05×10 ⁵ N/mm ²	ポアソン比	0.3		
項目	諸元																								
種類	鋼製材																								
形状(mm)	200×300×4200																								
重量(kg)	135																								
衝突速度(m/s)	水平：46.6 鉛直：16.7																								
要素タイプ	シェル要素																								
ひずみ速度依存性	NEI07-13のDIF																								
破断ひずみ	0.14/TF, TF=1 (破断ひずみを超えても要素を消去しない)																								
質量密度	7.85 ton/m ³																								
縦弾性係数	2.05×10 ⁵ N/mm ²																								
ポアソン比	0.3																								

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3 DYNAGEの解析モデル図 (1/2)</p>		

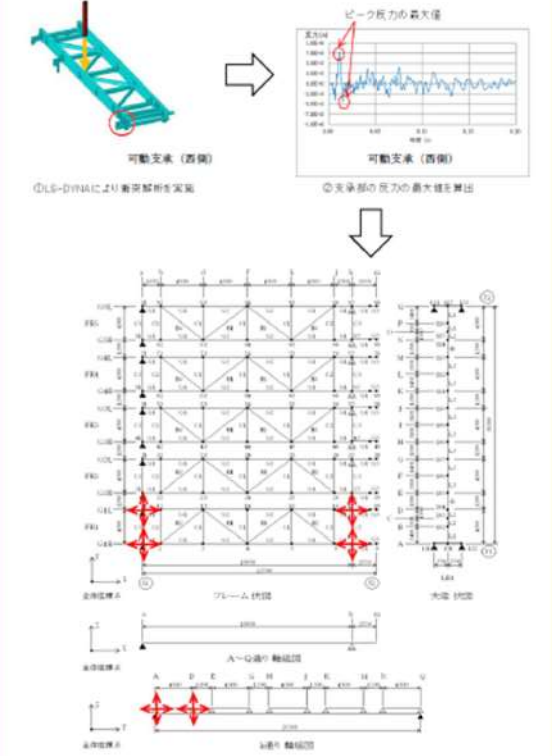
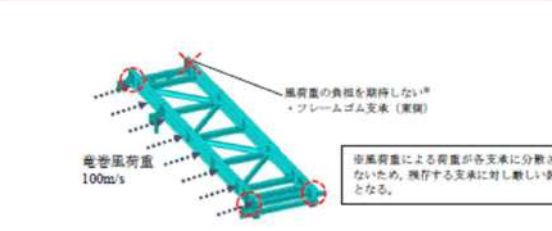
赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

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																		
	 <table border="1" data-bbox="831 730 1238 847"> <caption>ばね支持条件</caption> <thead> <tr> <th rowspan="2">記号</th> <th colspan="2">ゴム支承</th> <th rowspan="2">可動支承</th> </tr> <tr> <th>大梁</th> <th>フレーム</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>K_1</td> <td>弾性</td> <td>弾性</td> <td>自由</td> </tr> <tr> <td>K_2</td> <td>弾性</td> <td>弾性</td> <td>剛</td> </tr> <tr> <td>K_3</td> <td>剛</td> <td>剛</td> <td>剛</td> </tr> </tbody> </table> <p data-bbox="891 869 1133 890">図3 DYNAGEの解析モデル図 (2/2)</p>	記号	ゴム支承		可動支承	大梁	フレーム	K_1	弾性	弾性	自由	K_2	弾性	弾性	剛	K_3	剛	剛	剛		
記号	ゴム支承		可動支承																		
	大梁	フレーム																			
K_1	弾性	弾性	自由																		
K_2	弾性	弾性	剛																		
K_3	剛	剛	剛																		

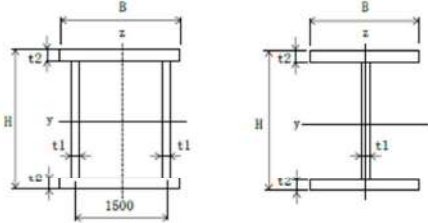
赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（竜巻：別添1 添付資料3.13）

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 data-bbox="745 172 1294 207">フレームの接合部等の形状をフットに設定することで、飛来物の衝突影響を大きく減らすようにしている。</p> <p data-bbox="1059 172 1272 207">ピーク応力の最大値が特的に考慮作用すると設定し、の過を考慮</p>  <p data-bbox="772 395 940 411">DLS-DYNAMICにより衝突解析を実施</p> <p data-bbox="1059 395 1220 411">◎支束部の応力の最大値を算出</p> <p data-bbox="884 989 1108 1013">図4 応力等の算出方法（例）</p>  <p data-bbox="716 1284 1198 1308">図5 飛来物衝突後の風荷重に対する評価モデル（イメージ）</p> <p data-bbox="705 1348 1041 1372">4. フレーム及び大梁の部材断面寸法</p> <p data-bbox="761 1380 1321 1444">表2に部材の断面寸法の一覧を示す。また、図6に断面寸法の記号説明図を示す。</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="712 209 1328 954" style="border: 1px solid red; padding: 5px;"> <p style="text-align: center;">表2 部材断面寸法</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">部材</th> <th rowspan="2">記号</th> <th rowspan="2">材質</th> <th colspan="4">断面寸法 (mm)</th> </tr> <tr> <th>H</th> <th>B</th> <th>t1</th> <th>t2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">大梁</td> <td>L1</td> <td>SM490A</td> <td>1300</td> <td>1580</td> <td>32</td> <td>40</td> </tr> <tr> <td>L2</td> <td>SM520B</td> <td>1300</td> <td>1580</td> <td>40</td> <td>40</td> </tr> <tr> <td>L3</td> <td>SM520B</td> <td>1500</td> <td>1580</td> <td>40</td> <td>40</td> </tr> <tr> <td rowspan="8">フレーム</td> <td rowspan="3">主桁</td> <td>G1</td> <td>SM490A</td> <td>1000</td> <td>450</td> <td>19</td> <td>25</td> </tr> <tr> <td>G2</td> <td>SM490A</td> <td>1000</td> <td>560</td> <td>19</td> <td>25</td> </tr> <tr> <td>G3</td> <td>SM490A</td> <td>900</td> <td>450</td> <td>19</td> <td>25</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">横補強材</td> <td>C1</td> <td>SM400A</td> <td>400</td> <td>400</td> <td>19</td> <td>22</td> </tr> <tr> <td>C2</td> <td>SM490A</td> <td>400</td> <td>400</td> <td>19</td> <td>22</td> </tr> <tr> <td>C3</td> <td>SM490A</td> <td>400</td> <td>400</td> <td>19</td> <td>25</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">ブレース</td> <td>B1</td> <td>SS400</td> <td>400</td> <td>200</td> <td>8</td> <td>13</td> </tr> <tr> <td>B2</td> <td>SM400A</td> <td>400</td> <td>200</td> <td>9</td> <td>22</td> </tr> </tbody> </table>  <p style="text-align: center;">(a) 大梁 (b) 主桁, 横補強材, ブレース</p> <p style="text-align: center;">図6 部材断面寸法の記号説明図</p> </div>	部材	記号	材質	断面寸法 (mm)				H	B	t1	t2	大梁	L1	SM490A	1300	1580	32	40	L2	SM520B	1300	1580	40	40	L3	SM520B	1500	1580	40	40	フレーム	主桁	G1	SM490A	1000	450	19	25	G2	SM490A	1000	560	19	25	G3	SM490A	900	450	19	25	横補強材	C1	SM400A	400	400	19	22	C2	SM490A	400	400	19	22	C3	SM490A	400	400	19	25	ブレース	B1	SS400	400	200	8	13	B2	SM400A	400	200	9	22																		
部材	記号				材質	断面寸法 (mm)																																																																																															
		H	B	t1		t2																																																																																															
大梁	L1	SM490A	1300	1580	32	40																																																																																															
	L2	SM520B	1300	1580	40	40																																																																																															
	L3	SM520B	1500	1580	40	40																																																																																															
フレーム	主桁	G1	SM490A	1000	450	19	25																																																																																														
		G2	SM490A	1000	560	19	25																																																																																														
		G3	SM490A	900	450	19	25																																																																																														
	横補強材	C1	SM400A	400	400	19	22																																																																																														
		C2	SM490A	400	400	19	22																																																																																														
		C3	SM490A	400	400	19	25																																																																																														
	ブレース	B1	SS400	400	200	8	13																																																																																														
		B2	SM400A	400	200	9	22																																																																																														
	<div data-bbox="712 991 1267 1453" style="border: 1px solid red; padding: 5px;"> <p>5. フレーム及び大梁の部材剛性</p> <p>表3に解析に用いる部材剛性の一覧を示す。</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="8">表3 部材剛性</th> </tr> <tr> <th>部材</th> <th>記号</th> <th>A (cm²)</th> <th>I_z (cm⁴)</th> <th>I_y (cm⁴)</th> <th>I_x (cm⁴)</th> <th>As_y (cm²)</th> <th>As_z (cm²)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">大梁</td> <td>L1</td> <td>2,045</td> <td>7,020,000</td> <td>5,990,000</td> <td>9,300,000</td> <td>1,264</td> <td>780.8</td> </tr> <tr> <td>L2</td> <td>2,240</td> <td>8,120,000</td> <td>6,230,000</td> <td>10,400,000</td> <td>1,264</td> <td>976.0</td> </tr> <tr> <td>L3</td> <td>2,400</td> <td>9,020,000</td> <td>8,650,000</td> <td>13,000,000</td> <td>1,264</td> <td>1,136</td> </tr> <tr> <td rowspan="8">フレーム</td> <td rowspan="3">主桁</td> <td>G1</td> <td>405.5</td> <td>38,000</td> <td>671,000</td> <td>686</td> <td>225.0</td> <td>180.5</td> </tr> <tr> <td>G2</td> <td>460.5</td> <td>73,200</td> <td>801,000</td> <td>801</td> <td>280.0</td> <td>180.5</td> </tr> <tr> <td>G3</td> <td>386.5</td> <td>38,000</td> <td>529,000</td> <td>663</td> <td>225.0</td> <td>161.5</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">横補強材</td> <td>C1</td> <td>243.6</td> <td>23,500</td> <td>70,100</td> <td>365</td> <td>176.0</td> <td>67.64</td> </tr> <tr> <td>C2</td> <td>243.6</td> <td>23,500</td> <td>70,100</td> <td>365</td> <td>176.0</td> <td>67.64</td> </tr> <tr> <td>C3</td> <td>286.5</td> <td>28,700</td> <td>77,200</td> <td>497</td> <td>200.0</td> <td>66.50</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">ブレース</td> <td>B1</td> <td>83.37</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>B2</td> <td>120.0</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table> <p>A：断面積 I_z：部材z軸周りの断面2次モーメント I_y：部材y軸周りの断面2次モーメント I_x：ねじり剛性 As_y：部材y軸方向のせん断断面積 As_z：部材z軸方向のせん断断面積 部材軸方向の定義は図2に示すとおりである。</p> </div>	表3 部材剛性								部材	記号	A (cm ²)	I _z (cm ⁴)	I _y (cm ⁴)	I _x (cm ⁴)	As _y (cm ²)	As _z (cm ²)	大梁	L1	2,045	7,020,000	5,990,000	9,300,000	1,264	780.8	L2	2,240	8,120,000	6,230,000	10,400,000	1,264	976.0	L3	2,400	9,020,000	8,650,000	13,000,000	1,264	1,136	フレーム	主桁	G1	405.5	38,000	671,000	686	225.0	180.5	G2	460.5	73,200	801,000	801	280.0	180.5	G3	386.5	38,000	529,000	663	225.0	161.5	横補強材	C1	243.6	23,500	70,100	365	176.0	67.64	C2	243.6	23,500	70,100	365	176.0	67.64	C3	286.5	28,700	77,200	497	200.0	66.50	ブレース	B1	83.37	-	-	-	-	-	B2	120.0	-	-	-	-	-		
表3 部材剛性																																																																																																					
部材	記号	A (cm ²)	I _z (cm ⁴)	I _y (cm ⁴)	I _x (cm ⁴)	As _y (cm ²)	As _z (cm ²)																																																																																														
大梁	L1	2,045	7,020,000	5,990,000	9,300,000	1,264	780.8																																																																																														
	L2	2,240	8,120,000	6,230,000	10,400,000	1,264	976.0																																																																																														
	L3	2,400	9,020,000	8,650,000	13,000,000	1,264	1,136																																																																																														
フレーム	主桁	G1	405.5	38,000	671,000	686	225.0	180.5																																																																																													
		G2	460.5	73,200	801,000	801	280.0	180.5																																																																																													
		G3	386.5	38,000	529,000	663	225.0	161.5																																																																																													
	横補強材	C1	243.6	23,500	70,100	365	176.0	67.64																																																																																													
		C2	243.6	23,500	70,100	365	176.0	67.64																																																																																													
		C3	286.5	28,700	77,200	497	200.0	66.50																																																																																													
	ブレース	B1	83.37	-	-	-	-	-																																																																																													
		B2	120.0	-	-	-	-	-																																																																																													

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. 材料定数 鋼材の材料定数を表4に示す。</p> <table border="1" data-bbox="712 261 1299 392"> <caption>表4 鋼材の材料定数</caption> <thead> <tr> <th>材料</th> <th>ヤング率 (N/mm²)</th> <th>ポアソン比</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>鋼材</td> <td>2.03×10⁵</td> <td>0.3</td> </tr> </tbody> </table> <p>7. ゴム支承及び可動支承の仕様 ゴム支承の設計仕様を表5に示す。 可動支承の設計仕様を表6に示す。</p> <table border="1" data-bbox="712 528 1328 866"> <caption>表5 ゴム支承の設計仕様</caption> <thead> <tr> <th rowspan="2">項目</th> <th>ブラケット</th> <th>フレーム/隔壁</th> </tr> <tr> <th>接続部</th> <th>接続部</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>支承種類</td> <td colspan="2">地震時水平分散型ゴム支承</td> </tr> <tr> <td>ゴム体種類</td> <td colspan="2">天然ゴム(NR)</td> </tr> <tr> <td>ゴム体有効平面寸法(mm)</td> <td>800×800</td> <td>550×550</td> </tr> <tr> <td>総ゴム厚(mm)</td> <td>192</td> <td>135</td> </tr> <tr> <td>(ゴム厚(mm)×層数)</td> <td>(24×8層)</td> <td>(15×9層)</td> </tr> <tr> <td>せん断弾性係数(N/mm²)</td> <td>1.0(G10)</td> <td>1.2(G12)</td> </tr> <tr> <td>一次形状係数</td> <td>8.33</td> <td>9.17</td> </tr> <tr> <td>二次形状係数</td> <td>4.17</td> <td>4.07</td> </tr> <tr> <td>水平剛性(kN/mm)</td> <td>3.333</td> <td>2.689</td> </tr> <tr> <td>鉛直剛性(kN/mm)</td> <td>972</td> <td>863</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" data-bbox="712 887 1328 1281"> <caption>表6 可動支承の設計仕様</caption> <thead> <tr> <th rowspan="2">項目</th> <th rowspan="2">材質</th> <th colspan="2">仕様</th> </tr> <tr> <th>配合</th> <th>物性値</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="6">すべり材</td> <td rowspan="6">ポリアミド MC703HL</td> <td>配合</td> <td>ポリアミド樹脂 90%以上 圓形潤滑材 10%以下</td> </tr> <tr> <td rowspan="4">物性値</td> <td>引張強度(N/mm²)</td> <td>60~70 ASTM D-638</td> </tr> <tr> <td>伸び(%)</td> <td>15~25 ASTM D-638</td> </tr> <tr> <td>比重</td> <td>1.11</td> </tr> <tr> <td>表面粗さ</td> <td>Rz 25μ以下</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">ステンレス SUS304 SUS316</td> <td>材料規格</td> <td>JIS G 4304 JIS G 4305</td> </tr> <tr> <td>表面処理</td> <td>JIS G 4305 No2B</td> </tr> <tr> <td>圧縮ゴム</td> <td>クロロブレン 系合成ゴム C08</td> <td>材料規格</td> <td>JIS K 6383</td> </tr> <tr> <td>鋼材 (ピストン ベースポッド レール等)</td> <td>SS400 SM490</td> <td>材料規格</td> <td>JIS G 3101 JIS G 3106</td> </tr> </tbody> </table> <p>8. 各部の評価方法 (1)大梁及びブラケットの応力評価 大梁及びブラケットの断面評価は次式によって行う。 鋼材の基準強度及び式中の各許容応力の算出方法を(a)~(e)に示す。</p>	材料	ヤング率 (N/mm ²)	ポアソン比	鋼材	2.03×10 ⁵	0.3	項目	ブラケット	フレーム/隔壁	接続部	接続部	支承種類	地震時水平分散型ゴム支承		ゴム体種類	天然ゴム(NR)		ゴム体有効平面寸法(mm)	800×800	550×550	総ゴム厚(mm)	192	135	(ゴム厚(mm)×層数)	(24×8層)	(15×9層)	せん断弾性係数(N/mm ²)	1.0(G10)	1.2(G12)	一次形状係数	8.33	9.17	二次形状係数	4.17	4.07	水平剛性(kN/mm)	3.333	2.689	鉛直剛性(kN/mm)	972	863	項目	材質	仕様		配合	物性値	すべり材	ポリアミド MC703HL	配合	ポリアミド樹脂 90%以上 圓形潤滑材 10%以下	物性値	引張強度(N/mm ²)	60~70 ASTM D-638	伸び(%)	15~25 ASTM D-638	比重	1.11	表面粗さ	Rz 25μ以下	ステンレス SUS304 SUS316	材料規格	JIS G 4304 JIS G 4305	表面処理	JIS G 4305 No2B	圧縮ゴム	クロロブレン 系合成ゴム C08	材料規格	JIS K 6383	鋼材 (ピストン ベースポッド レール等)	SS400 SM490	材料規格	JIS G 3101 JIS G 3106		
材料	ヤング率 (N/mm ²)	ポアソン比																																																																										
鋼材	2.03×10 ⁵	0.3																																																																										
項目	ブラケット	フレーム/隔壁																																																																										
	接続部	接続部																																																																										
支承種類	地震時水平分散型ゴム支承																																																																											
ゴム体種類	天然ゴム(NR)																																																																											
ゴム体有効平面寸法(mm)	800×800	550×550																																																																										
総ゴム厚(mm)	192	135																																																																										
(ゴム厚(mm)×層数)	(24×8層)	(15×9層)																																																																										
せん断弾性係数(N/mm ²)	1.0(G10)	1.2(G12)																																																																										
一次形状係数	8.33	9.17																																																																										
二次形状係数	4.17	4.07																																																																										
水平剛性(kN/mm)	3.333	2.689																																																																										
鉛直剛性(kN/mm)	972	863																																																																										
項目	材質	仕様																																																																										
		配合	物性値																																																																									
すべり材	ポリアミド MC703HL	配合	ポリアミド樹脂 90%以上 圓形潤滑材 10%以下																																																																									
		物性値	引張強度(N/mm ²)	60~70 ASTM D-638																																																																								
			伸び(%)	15~25 ASTM D-638																																																																								
			比重	1.11																																																																								
			表面粗さ	Rz 25μ以下																																																																								
		ステンレス SUS304 SUS316	材料規格	JIS G 4304 JIS G 4305																																																																								
表面処理	JIS G 4305 No2B																																																																											
圧縮ゴム	クロロブレン 系合成ゴム C08	材料規格	JIS K 6383																																																																									
鋼材 (ピストン ベースポッド レール等)	SS400 SM490	材料規格	JIS G 3101 JIS G 3106																																																																									

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>・圧縮応力と部材y, z軸（図6参照）周りの曲げ応力の組合せ評価</p> $\frac{\sigma_c}{f_c} + \frac{\sigma_{by}}{f_{by}} + \frac{\sigma_{bz}}{f_{bz}} \leq 1$ <p>・せん断応力の評価</p> $\tau \leq f_s$ <p>・垂直応力とせん断応力の組合せ評価</p> $\sqrt{\sigma_x^2 + \sigma_y^2 - \sigma_x \sigma_y + 3\tau_{xy}^2} \leq f_t$ <p>σ_c : 圧縮応力 $\sigma_c = N/A$ N : 軸力 A : 断面積 σ_{by} : 部材y軸周りの曲げ応力 $\sigma_{by} = M_y/Z_y$ M_y : 部材y軸周りの曲げモーメント Z_y : 部材y軸周りの断面係数 σ_{bz} : 部材z軸周りの曲げ応力 $\sigma_{bz} = M_z/Z_z$ M_z : 部材z軸周りの曲げモーメント Z_z : 部材z軸周りの断面係数 τ : せん断応力 $\tau = Q/A$ Q : せん断力 A : せん断断面積 σ_x, σ_y : 互いに直交する垂直応力 τ_{xy} : σ_x, σ_yの作用する面内せん断応力 f_c : 許容圧縮応力 f_{by} : 部材y軸周りの許容曲げ応力 f_{bz} : 部材z軸周りの許容曲げ応力 f_s : 許容せん断応力 f_t : 許容引張応力</p> <p>(a) 鋼材の基準強度</p> <p>次の計算式により算出した値とする。表7に使用鋼材の設計降伏点S_y及び設計引張強さS_uを示す。</p> $F = \text{MIN} (1.2S_y, 0.7S_u)$ <p>F : 鋼材の基準強度 (MPa) S_y : 「発電用原子力設備規格 設計・建設規格 (JSME S NC1-2005/2007)」に規定される鋼材の設計降伏点 (MPa) S_u : 「発電用原子力設備規格 設計・建設規格 (JSME S NC1-2005/2007)」に規定される鋼材の設計引張強さ (MPa)</p> <p>表7 使用鋼材の設計降伏点及び設計引張強さ</p> <table border="1" data-bbox="723 1281 1317 1396"> <thead> <tr> <th>鋼材の種類</th> <th>評価用温度 (°C)</th> <th>板厚 t (mm)</th> <th>設計降伏点 S_y (MPa)</th> <th>設計引張強さ S_u (MPa)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>SS400, SM400A</td> <td>40</td> <td>t ≤ 40</td> <td>235</td> <td>400</td> </tr> <tr> <td>SM490A</td> <td>40</td> <td>t ≤ 40</td> <td>315</td> <td>490</td> </tr> <tr> <td>SM520B</td> <td>40</td> <td>t ≤ 40</td> <td>355</td> <td>520</td> </tr> </tbody> </table>	鋼材の種類	評価用温度 (°C)	板厚 t (mm)	設計降伏点 S_y (MPa)	設計引張強さ S_u (MPa)	SS400, SM400A	40	t ≤ 40	235	400	SM490A	40	t ≤ 40	315	490	SM520B	40	t ≤ 40	355	520		
鋼材の種類	評価用温度 (°C)	板厚 t (mm)	設計降伏点 S_y (MPa)	設計引張強さ S_u (MPa)																			
SS400, SM400A	40	t ≤ 40	235	400																			
SM490A	40	t ≤ 40	315	490																			
SM520B	40	t ≤ 40	355	520																			

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) 許容引張応力 次の計算式により算出した値とする。</p> $f_t = 1.5 \cdot \frac{F}{1.5}$ <p>f_t：許容引張応力 (MPa)</p> <p>(c) 許容せん断応力 次の計算式により算出した値とする。</p> $f_s = 1.5 \cdot \frac{F}{1.5\sqrt{3}}$ <p>f_s：許容せん断応力 (MPa)</p> <p>(d) 許容圧縮応力 次の計算式により算出した値とする。</p> <p>i) 圧縮材の有効細長比が限界細長比以下の場合</p> $f_c = 1.5 \cdot \left\{ 1 - 0.4 \left(\frac{\lambda}{\Lambda} \right)^2 \right\} \frac{F}{v}$ $\lambda = \frac{\ell_k}{i} \quad \Lambda = \sqrt{\frac{\pi^2 E}{0.6F}} \quad v = 1.5 + \frac{2}{3} \left(\frac{\lambda}{\Lambda} \right)^2$ <p>f_c：許容圧縮応力 (MPa) λ：有効細長比 Λ：限界細長比 v：安全率 ℓ_k：座屈長さ (mm) i：座屈軸についての断面二次半径 (mm) E：縦弾性係数 (ヤング係数) (MPa)</p> <p>ii) 圧縮材の有効細長比が限界細長比を超える場合</p> $f_c = 1.5 \cdot 0.277F \left(\frac{\Lambda}{\lambda} \right)^2$		

(e) 許容曲げ応力
 次の計算式により算出した値とする。

i) 荷重面内に対称軸を有する圧延形鋼及び溶接組立鋼であって強軸周りに曲げを受けるもの（箱形断面のものを除く）。

次の2つの計算式により計算した値のうちいずれか大きい方の値又は f_t のいずれか小さい方の値とする。

$$f_b = 1.5 \cdot \left\{ 1 - 0.4 \frac{e_b^2}{C A^2 I^2} \right\} f_t$$

$$f_b = 1.5 \cdot \frac{0.433 E A_f}{e_b h}$$

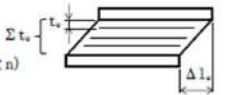
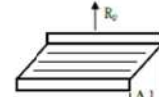
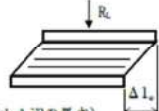
ここに、
 f_b ：許容曲げ応力 (MPa)
 e_b ：圧縮フランジの支点間距離 (mm)
 h ：はりのせい (mm)
 A_f ：圧縮フランジの断面積 (mm²)
 i ：圧縮フランジとはりのせいの6分の1とかなるT型断面のウェブ軸周りの断面二次半径 (mm)
 C ：次の計算式により計算した値又は2.3のうちいずれか小さい方の値（ただし、座屈区間中間の強軸まわりの曲げモーメントが M_1 より大きい場合は、1とする）

$$c = 1.75 + 1.05 \left(\frac{M_2}{M_1} \right) + 0.3 \left(\frac{M_2}{M_1} \right)^2$$

M_1, M_2 ：それぞれ座屈区間端部における強軸周りの曲げモーメント。この場合において、 M_2/M_1 は1より小さいものとし、単曲率の場合を負に、複曲率の場合を正とする。

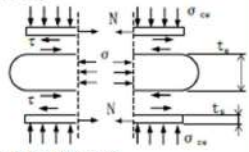
ii) 荷重面内に対称軸を有する圧延形鋼及び溶接組立鋼であって弱軸周りに曲げを受けるもの、面内に曲げを受けるガゼットプレート、曲げを受ける鋼管及び箱形断面の場合は f_t とする。

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>(2) ゴム支承の評価</p> <p>(a) せん断ひずみの評価</p> <p>i) せん断ひずみの評価式</p> <p>水平力支持機能は、発生するせん断ひずみが許容せん断ひずみを超えないことを確認する。次式によって、水平変位量を総ゴム厚で除して求めたゴムのせん断ひずみを評価する。</p> $\gamma = \Delta l / \Sigma t \leq \gamma_{\text{容}}$ <p>ここに、</p> <ul style="list-style-type: none"> γ : せん断ひずみ Δl : 水平変位量 Σt : 総ゴム厚 (=ゴム1層厚 t × 層数 n) $\gamma_{\text{容}}$: せん断ひずみの許容値  <p>ii) 引張応力の評価式</p> <p>地震時の上向きの力によって生じる引張応力を次式によって評価する。</p> $\sigma_{\text{引}} = R_{\text{上}} / A_{\text{引}} \leq \sigma_{\text{容引}}$ <p>ここに、</p> <ul style="list-style-type: none"> $\sigma_{\text{引}}$: 引張応力 $R_{\text{上}}$: 上向きの反力 $A_{\text{引}}$: 移動量を控除した引張に有効な面積 $A_{\text{引}} = A_0 - B \cdot \Delta l$ (B: 有効幅, ゴム支承の積層ゴム1辺の長さ) $\sigma_{\text{容引}}$: 引張応力の許容値  <p>(b) 座屈安定性の評価</p> <p>i) 座屈安定性の評価式</p> <p>圧縮力が作用したときゴム支承本体の座屈に対して安全でなければならない。座屈安定性は地震時のせん断変形時における圧縮に有効な面積より算出した圧縮応力により評価する。次式により座屈に対する安全性を確認する。</p> $\sigma_{\text{圧}} = R_{\text{下}} / A_{\text{圧}} \leq \sigma_{\text{容圧}}$ <p>ここに、</p> <ul style="list-style-type: none"> $\sigma_{\text{圧}}$: 圧縮応力 $R_{\text{下}}$: 下向きの反力 $A_{\text{圧}}$: 移動量を控除した圧縮に有効な面積 $A_{\text{圧}} = A_0 - B \cdot \Delta l$ (B: 有効幅, ゴム支承の積層ゴム1辺の長さ) $\sigma_{\text{容圧}}$: 道路橋支承便覧に定める座屈を考慮した圧縮応力の許容値 		

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）

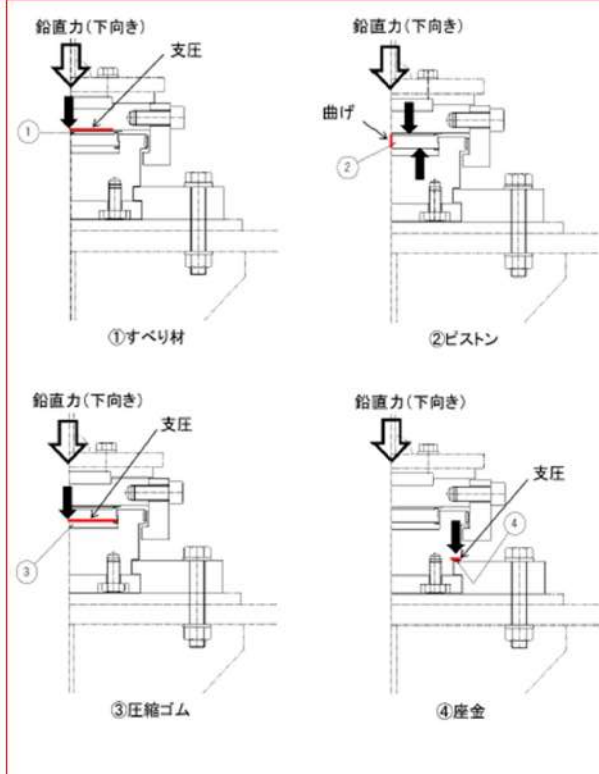
大飯発電所3/4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
	<p>(c) 圧縮応力の許容値 座屈を考慮した圧縮応力の許容値は次式より求める。 $\sigma_{ca} = G_c \cdot S_1 \cdot S_2 / f_{ca}$ ここに、 S_1 : ゴム支承の一次形状係数 $S_1 = A_w / (4 \cdot B \cdot t_g)$ S_2 : ゴム支承の二次形状係数 $S_2 = B / \Sigma t_g$ f_{ca} : 荷重の大きさ及び発生頻度を考慮した係数</p> <p>(3) 内部鋼板の引張応力の評価 (a) 内部鋼板の評価式 ゴム支承に補強材として使用する内部鋼板には、下図のように鉛直荷重によって水平方向への引張力Nが発生する。圧縮力が作用したときゴム支承の内部鋼板に生じる引張応力を次式により評価する。</p> <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="flex: 1;"> <p>$\sigma_s = f_i \cdot \sigma_{ca} \cdot t_w / t_s \leq f_i$ ここに σ_s : 内部鋼板の引張応力 σ_{ca} : 圧縮応力 t_w : ゴム一層の厚さ t_s : 内部鋼板の厚さ f_i : 圧縮応力の分布を考慮した引張応力の係数(=2.0) f_i : 鋼材の許容引張応力</p> </div> <div style="flex: 1;">  </div> </div> <p>内部鋼板の引張応力の算出にあたっては、圧縮応力を静的荷重として内部鋼板の引張応力を求めている。ゴム支承平面内の圧縮応力分布を考慮して、実験より最大応力と平均応力の比を確認して係数 f_i が設定されている。</p> <p>(4) ボルト材の応力評価 (a) 許容引張応力 次の計算式により算出した値とする。 $f_t = 1.5 \frac{F}{2}$ f_t : 許容引張応力 (MPa) F : 9. (1) (a) に定めるところによる。Sy, SuはJIS規格による降伏点、引張強さとする。ボルトの使用材料と降伏点及び引張強さは表8のとおりである。</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）

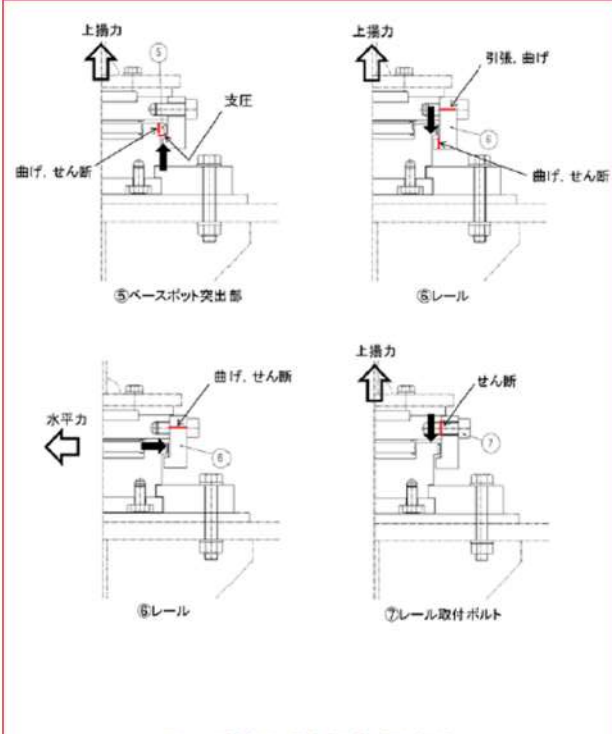
大阪発電所3/4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由																																																						
	<p>表8 ボルトの使用材料とJIS規格による降伏点及び引張強さ</p> <table border="1" data-bbox="719 188 1308 280"> <thead> <tr> <th>部位</th> <th>材料</th> <th>降伏点 (MPa)</th> <th>引張強さ (MPa)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>アンカーボルト</td> <td>SD390</td> <td>390</td> <td>560</td> </tr> <tr> <td>ゴム支承取付ボルト</td> <td>JIS 強度区分 8.8</td> <td>640</td> <td>800</td> </tr> </tbody> </table> <p>(b) 許容せん断応力 次の計算式により算出した値とする。 $f_s = 1.5 \frac{F}{1.5\sqrt{3}}$ f_s : 許容せん断応力 (MPa)</p> <p>(c) 引張応力とせん断応力を同時に受けるボルトの許容引張応力 せん断応力と引張応力を同時に受けるボルトの許容引張応力f_{ts}は、次のいずれか小さい方の値とする。 (i) $f_{ts} = 1.4f_{ts} - 1.6\tau$ (ii) $f_{ts} = f_{ts}$ f_{ts} : せん断力を同時に受けるボルトの許容引張応力 (MPa) f_{ts} : (a)で規定するボルトの引張応力 (MPa) τ : ボルトに作用するせん断応力 (MPa)</p> <p>(5) 可動支承の評価 竜巻防護ネットの設計における可動支承の評価項目を表9及び図7に示す。</p> <p>表9 可動支承評価項目</p> <table border="1" data-bbox="719 727 1323 1094"> <thead> <tr> <th>評価部位</th> <th>作用力</th> <th>評価項目</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>①すべり材</td> <td>鉛直力（下向き）</td> <td>支圧</td> </tr> <tr> <td>②ピストン</td> <td>鉛直力（下向き）</td> <td>曲げ</td> </tr> <tr> <td>③圧縮ゴム</td> <td>鉛直力（下向き）</td> <td>支圧</td> </tr> <tr> <td>④座金</td> <td>鉛直力（下向き）</td> <td>支圧</td> </tr> <tr> <td>⑤ベースポット突出部</td> <td>上揚力</td> <td>曲げ、せん断、支圧</td> </tr> <tr> <td>⑥レール</td> <td>上揚力、水平力</td> <td>曲げ、引張、せん断</td> </tr> <tr> <td>⑦レール取付ボルト</td> <td>上揚力、水平力</td> <td>引張、せん断</td> </tr> <tr> <td>⑧エンドプレート接合ボルト</td> <td>上揚力、水平力</td> <td>引張</td> </tr> <tr> <td>⑨ベースポット支圧部</td> <td>水平力</td> <td>支圧</td> </tr> <tr> <td>⑩上部接合ボルト</td> <td>上揚力、水平力</td> <td>引張、せん断</td> </tr> <tr> <td>⑪下部接合ボルト</td> <td>上揚力、水平力</td> <td>引張、せん断</td> </tr> <tr> <td>⑫ベースプレート</td> <td>上揚力、水平力</td> <td>曲げ、せん断</td> </tr> <tr> <td>⑬ソールプレート(上板)</td> <td>鉛直力(下向き)</td> <td>支圧</td> </tr> </tbody> </table>	部位	材料	降伏点 (MPa)	引張強さ (MPa)	アンカーボルト	SD390	390	560	ゴム支承取付ボルト	JIS 強度区分 8.8	640	800	評価部位	作用力	評価項目	①すべり材	鉛直力（下向き）	支圧	②ピストン	鉛直力（下向き）	曲げ	③圧縮ゴム	鉛直力（下向き）	支圧	④座金	鉛直力（下向き）	支圧	⑤ベースポット突出部	上揚力	曲げ、せん断、支圧	⑥レール	上揚力、水平力	曲げ、引張、せん断	⑦レール取付ボルト	上揚力、水平力	引張、せん断	⑧エンドプレート接合ボルト	上揚力、水平力	引張	⑨ベースポット支圧部	水平力	支圧	⑩上部接合ボルト	上揚力、水平力	引張、せん断	⑪下部接合ボルト	上揚力、水平力	引張、せん断	⑫ベースプレート	上揚力、水平力	曲げ、せん断	⑬ソールプレート(上板)	鉛直力(下向き)	支圧		
部位	材料	降伏点 (MPa)	引張強さ (MPa)																																																						
アンカーボルト	SD390	390	560																																																						
ゴム支承取付ボルト	JIS 強度区分 8.8	640	800																																																						
評価部位	作用力	評価項目																																																							
①すべり材	鉛直力（下向き）	支圧																																																							
②ピストン	鉛直力（下向き）	曲げ																																																							
③圧縮ゴム	鉛直力（下向き）	支圧																																																							
④座金	鉛直力（下向き）	支圧																																																							
⑤ベースポット突出部	上揚力	曲げ、せん断、支圧																																																							
⑥レール	上揚力、水平力	曲げ、引張、せん断																																																							
⑦レール取付ボルト	上揚力、水平力	引張、せん断																																																							
⑧エンドプレート接合ボルト	上揚力、水平力	引張																																																							
⑨ベースポット支圧部	水平力	支圧																																																							
⑩上部接合ボルト	上揚力、水平力	引張、せん断																																																							
⑪下部接合ボルト	上揚力、水平力	引張、せん断																																																							
⑫ベースプレート	上揚力、水平力	曲げ、せん断																																																							
⑬ソールプレート(上板)	鉛直力(下向き)	支圧																																																							

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>図7 可動支承の評価項目模式図 (1/5)</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="869 885 1164 906">図7 可動支承の評価項目模式図 (2/5)</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）

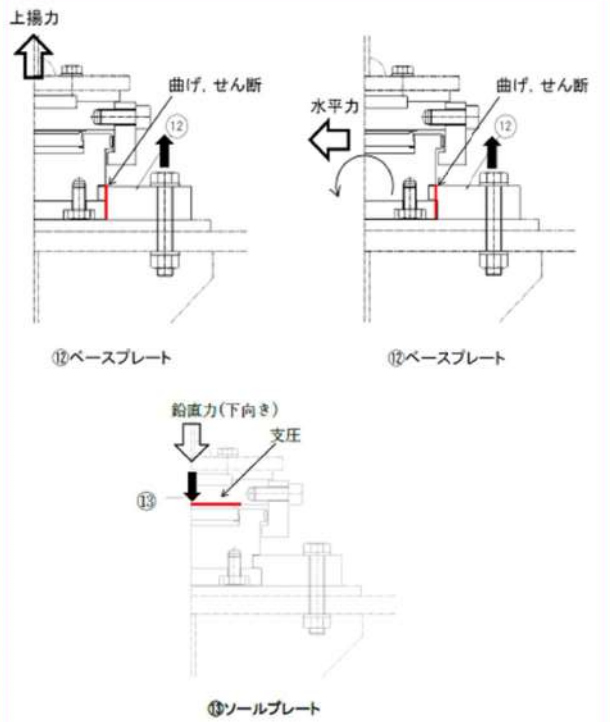
大飯発電所3/4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
	<p>図7 可動支承の評価項目模式図 (3/5)</p>		

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>図7 可動支承の評価項目模式図（4/5）</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="846 938 1155 959">図7 可動支承の評価項目模式図(5/5)</p>		
	<p data-bbox="707 1129 1115 1150">9. ゴム支承と可動支承の評価対象部材の選定</p> <p data-bbox="707 1187 1211 1208">9.1 竜巻事象の経時変化を踏まえた荷重条件と評価項目</p> <p data-bbox="745 1216 1326 1356">竜巻時に考慮すべき状態は、図8に示すとおり「飛来物衝突時」及び飛来物衝突による影響を考慮した「飛来物衝突後」の状態であることから、これらの状態における荷重の組合せを考慮した上で、フレームゴム支承、可動支承に対して、波及的影響防止の観点から必要な評価対象部材の選定を実施する。</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）

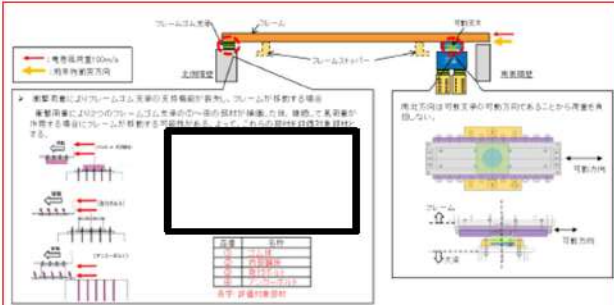
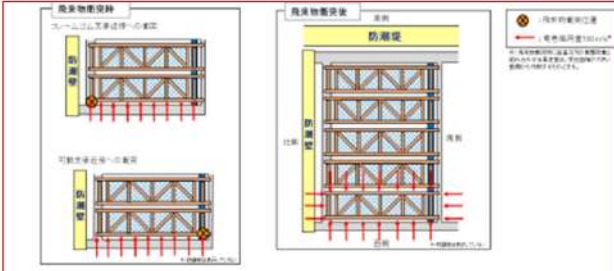
大飯発電所3/4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
	<div data-bbox="719 145 1317 571"> <p>図8 竜巻事象の経時変化を踏まえた荷重条件（イメージ）と評価項目</p> </div> <div data-bbox="707 576 1323 1066"> <p>9.2 評価対象部材の選定プロセス</p> <p>竜巻防護ネットの構成部材である「フレームゴム支承」及び「可動支承」の評価対象部材の選定フローを図9に示す。</p> <p>「飛来物衝突時」及び「飛来物衝突後」における荷重状態において、「フレームゴム支承」又は「可動支承」の支持機能が喪失することにより、非常用海水ポンプ等に波及的影響を与える落下モードは以下のとおり。</p> <p>I. フレームゴム支承、可動支承の支持機能喪失による竜巻防護ネット自体の落下</p> <p>II. フレームゴム支承、可動支承の損傷による構成部材の落下（二次的影響）</p> <p>波及的影響を与える落下モードに対して、非常用海水ポンプ等への波及的影響を防止するための「フレームゴム支承」及び「可動支承」の構成部材を評価対象部材として選定する。</p> </div> <div data-bbox="707 1139 1323 1465"> <p>図9 評価対象部材の選定フロー</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>9.3 竜巻防護ネット落下防止のために支持機能が必要な部材の選定 (1) 南北方向の衝撃荷重を考慮した落下モード a. 落下モード検討における荷重条件 竜巻防護ネットの北側には防潮壁があるため、南北方向の衝撃荷重を考慮した落下モードは、南側からの飛来物の水平方向</p>  <p>図10 南北方向の衝撃荷重を考慮した落下モード検討における荷重条件</p> <p>b. 落下モードの検討 南北方向の衝撃荷重を考慮した落下モードは、フレームゴム支承2つが支持機能喪失した後に、南北方向から継続して風荷重が作用し、フレームが移動し落下する場合である。</p>  <p>図11 南北方向の衝撃荷重を考慮した落下モード</p> <p>c. 評価対象部材の選定 フレームゴム支承の支持機能喪失による竜巻防護ネットの落下モードを検討した結果、フレームの落下を防止するため支持機能を維持する必要がある部材は、「ゴム体」、「内部鋼板」、「取付ボルト」、「アンカーボルト」となる。よって、これらの部材を評価対象部材として選定する。</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）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（竜巻：別添1 添付資料3.13）

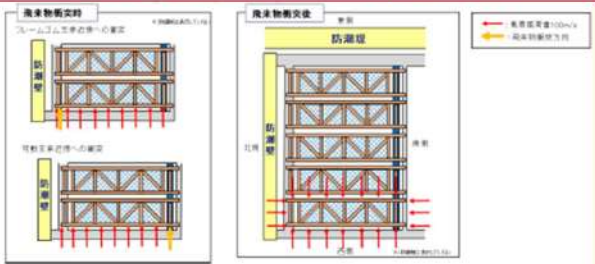
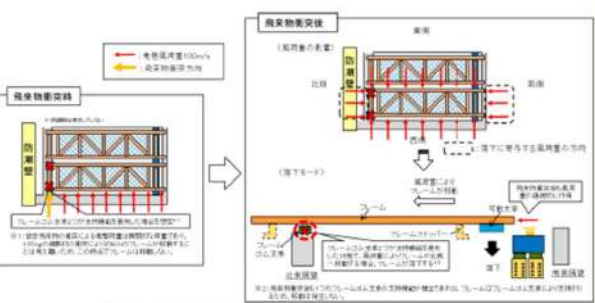
大飯発電所3/4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
	 <p>図12 南北方向の衝撃荷重に対する評価対象部材の選定</p> <p>(2) 鉛直方向の衝撃荷重を考慮した落下モード</p> <p>a. 落下モード検討における荷重条件</p> <p>鉛直方向の衝撃荷重を考慮した落下モードは、フレームゴム支承、可動支承それぞれの近傍に飛来物が鉛直衝突する場合を想定して検討する。</p>  <p>図13 鉛直方向の衝撃荷重を考慮した落下モード検討における荷重条件</p> <p>b.1. 落下モードの検討【フレームゴム支承に対する検討】</p> <p>鉛直方向の衝撃荷重を考慮した落下モードは、フレームゴム支承2つが支持機能喪失した後に、南北方向から継続して風荷重が作用し、フレームが移動し落下する場合である。（南北方向と同様）</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）

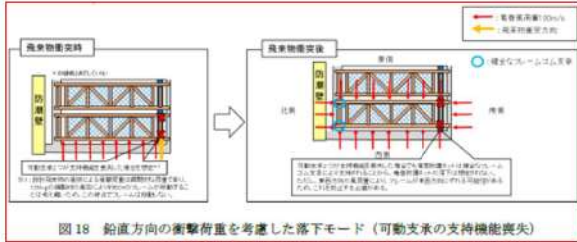
大飯発電所3/4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
	<div data-bbox="712 140 1326 507"> <p>図14 鉛直方向の衝撃荷重を考慮した落下モード（フレームゴム支承の支持機能喪失）</p> </div> <p data-bbox="712 547 1326 778"> b-2. 落下モードの検討【可動支承に対する検討】 可動支承が支持機能喪失した後に風荷重が負荷される場合でも、健全なフレームゴム支承により竜巻防護ネットは支持されることから、フレームの落下は想定されない。 ただし、飛来物衝突後の東西方向の風荷重により、フレームが東西方向にずれる可能性があるため、これを防止する必要がある。対応方針については、「9.3（4）飛来物衝突後の風荷重によるフレームのずれに対する対応方針」に示す。 </p> <div data-bbox="712 790 1326 1058"> <p>図15 鉛直方向の衝撃荷重を考慮した落下モード（可動支承の支持機能喪失）</p> </div> <p data-bbox="712 1098 1326 1473"> c. 評価対象部材の選定 フレームゴム支承の支持機能喪失による竜巻防護ネットの落下モードを検討した結果、フレームの落下を防止するため支持機能を維持する必要がある部材は、「ゴム体」、「内部鋼板」、「取付ボルト」、「アンカーボルト」となる。よって、これらの部材を評価対象部材として選定する。（南北方向の衝撃荷重を考慮した落下モードと同様） 可動支承の支持機能喪失による竜巻防護ネットの落下モードを検討した結果、健全なフレームゴム支承によりフレームは支持されることから、フレームの落下は想定されないことを確認した。ただし、飛来物衝突後の東西方向の風荷重により、フレームが東西方向にずれる可能性があるため、これを防止するための対応方針を「9.3（4）飛来物衝突後の風荷重によるフレームのずれに対 </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>する対応方針」に示す。</p> <p>(3) 東西方向の衝撃荷重を考慮した落下モード</p> <p>a. 落下モード検討における荷重条件</p> <p>竜巻防護ネットの東側には防潮堤があるため、東西方向の衝撃荷重を考慮した落下モードは、西側からの飛来物の水平方向衝突を代表して検討する。</p> <p>落下モードの検討は、フレームゴム支承、可動支承それぞれの近傍に飛来物が水平衝突する場合を想定して検討する。</p>  <p>図16 東西方向の衝撃荷重を考慮した落下モード検討における荷重条件</p> <p>b-1. 落下モードの検討【フレームゴム支承に対する検討】</p> <p>東西方向の衝撃荷重を考慮した落下モードは、フレームゴム支承2つが支持機能喪失した後に、南北方向から継続して風荷重が作用し、フレームが移動し落下する場合である。（南北・鉛直方向と同様）</p>  <p>図17 東西方向の衝撃荷重を考慮した落下モード（フレームゴム支承の支持機能喪失）</p> <p>b-2. 落下モードの検討【可動支承に対する検討】</p> <p>可動支承が支持機能喪失した後に風荷重が負荷される場合でも、健全なフレームゴム支承により竜巻防護ネットは支持されることから、フレームの落下が発生する可能性はない。</p> <p>ただし、飛来物衝突後の東西方向の風荷重により、フレームが東西方向にずれる可能性があるため、これを防止する必要がある。対応方針については、「9.3(4) 飛来物衝突後の風荷重によるフレームのずれに対する対応方針」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18 鉛直方向の衝撃荷重を考慮した落下モード（可動支承の支持機能喪失）</p> <p>c. 評価対象部材の選定</p> <p>フレームゴム支承の支持機能喪失による竜巻防護ネットの落下モードを検討した結果、フレームの落下を防止するため支持機能を維持する必要がある部材は、「ゴム体」、「内部鋼板」、「取付ボルト」、「アンカーボルト」となる。よって、これらの部材を評価対象部材として選定する。（南北方向・鉛直方向の衝撃荷重を考慮した落下モードと同様）</p> <p>可動支承の支持機能喪失による竜巻防護ネットの落下モードを検討した結果、健全なフレームゴム支承によりフレームは支持されることから、フレームの落下は想定されないことを確認した。ただし、飛来物衝突後の東西方向の風荷重により、フレームが東西方向にずれる可能性があるため、これを防止するための対応方針を「9.3（4）飛来物衝突後の風荷重によるフレームのずれに対する対応方針」に示す。</p> <p>(4) 飛来物衝突後の風荷重によるフレームのずれに対する対応方針</p> <p>各方向からの衝撃荷重による落下モードを検討において、竜巻防護ネットの落下には至らないが、可動支承2つが衝撃荷重により支持機能を喪失した場合、飛来物衝突後の東西方向の風荷重により、フレームが東西方向にずれるモードを確認した。フレームがずれることによって、隣のフレームへの接触や隙間が発生することから、これを防止するため、可動支承に対して、以下の方針を設定する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ 可動支承は構成する部材のうち、主な支持機能を担う部材（図19参照）について評価対象部材として選定し、フレームの東西方向のずれが生じない設計とする。 ➤ 評価対象部材のうち、可動支承の上部接合ボルトや下部接合ボルト、レール等については、設置許可段階における構造成立性の見直しにおいて可動支承近傍へ飛来物が衝突した場合、許容限界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、許容限界を満足させる方針とする。（設置許可段階における評価状況は別紙4参照） 		

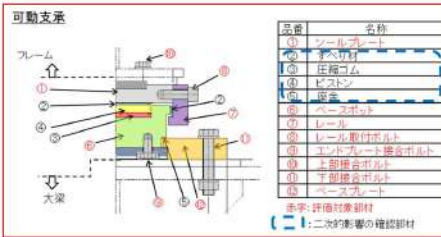
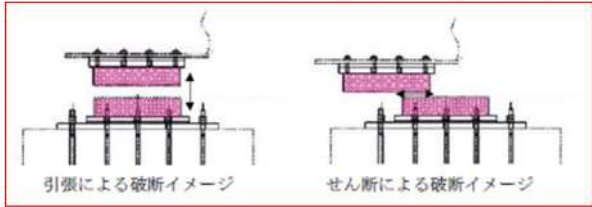
赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

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="817 207 1265 534"> <p>飛来物衝突後</p> <p>(フレームのずれが発生するモード)(西側からの風荷重を代表して検討)</p> </div> <div data-bbox="716 566 795 598"> <p>可動支承</p> </div> <div data-bbox="716 614 1064 869"> </div> <div data-bbox="1070 558 1299 798"> <table border="1"> <thead> <tr> <th>品番</th> <th>名称</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>①</td><td>ソールプレート</td></tr> <tr><td>②</td><td>すべり材※1</td></tr> <tr><td>③</td><td>圧縮ゴム※1</td></tr> <tr><td>④</td><td>ピストン※1</td></tr> <tr><td>⑤</td><td>座金※2</td></tr> <tr><td>⑥</td><td>ベースポット</td></tr> <tr><td>⑦</td><td>レール</td></tr> <tr><td>⑧</td><td>レール取付ボルト</td></tr> <tr><td>⑨</td><td>エンドプレート接合ボルト</td></tr> <tr><td>⑩</td><td>上部接合ボルト</td></tr> <tr><td>⑪</td><td>下部接合ボルト</td></tr> <tr><td>⑫</td><td>ベースプレート</td></tr> </tbody> </table> </div> <div data-bbox="1075 805 1310 933"> <p>赤字: 評価対象部材 ※1: すべり材、圧縮ゴム、ピストンは可動機能にのみ必要な部材であることから、損傷した場合でも支持機能への影響はない。 ※2: 座金については防錆の観点から必要な部材であることから、損傷した場合でも、支持機能への影響はない。</p> </div> <div data-bbox="705 949 996 981"> <p>図 19 可動支承の評価対象部材</p> </div> <div data-bbox="716 1013 907 1045"> <p>(5) 選定結果まとめ</p> </div> <div data-bbox="739 1045 1332 1189"> <p>フレームゴム支承、可動支承の支持機能喪失による竜巻防護ネットの落下モードとして、「(1) 南北方向の衝撃荷重を考慮した落下モード」、「(2) 鉛直方向の衝撃荷重を考慮した落下モード」、「(3) 東西方向の衝撃荷重を考慮した落下モード」を検討した。</p> </div> <div data-bbox="739 1189 1332 1388"> <p>(1)～(3)の落下モードにおいて、フレームの落下が想定されるのは、フレームゴム支承2つが支持機能喪失した後に、南北方向から継続して風荷重が負荷される場合である。フレームの落下を防止するため、支持機能を維持する必要があるフレームゴム支承の部材は、「ゴム体」、「内部鋼板」、「取付ボルト」、「アンカーボルト」となることから、これらの部材を支持機能維持のための評価対象部材として選定する。</p> </div> <div data-bbox="739 1388 1332 1476"> <p>可動支承の支持機能喪失による竜巻防護ネットの落下モードを検討した結果、健全なフレームゴム支承によりフレームは支持されることから、フレームの落下は想定されないことを確認した。た</p> </div>	品番	名称	①	ソールプレート	②	すべり材※1	③	圧縮ゴム※1	④	ピストン※1	⑤	座金※2	⑥	ベースポット	⑦	レール	⑧	レール取付ボルト	⑨	エンドプレート接合ボルト	⑩	上部接合ボルト	⑪	下部接合ボルト	⑫	ベースプレート		
品番	名称																												
①	ソールプレート																												
②	すべり材※1																												
③	圧縮ゴム※1																												
④	ピストン※1																												
⑤	座金※2																												
⑥	ベースポット																												
⑦	レール																												
⑧	レール取付ボルト																												
⑨	エンドプレート接合ボルト																												
⑩	上部接合ボルト																												
⑪	下部接合ボルト																												
⑫	ベースプレート																												

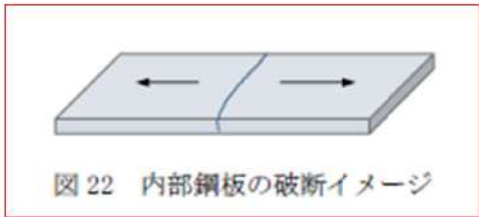
赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

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>だし、飛来物衝突後の東西方向の風荷重により、フレームが東西方向にずれる可能性があるため、これを防止するため、主な支持機能に係る部材として、「ソールプレート」、「ベースポット」、「レール」、「レール取付ボルト」、「エンドプレート接合ボルト」、「上部接合ボルト」、「下部接合ボルト」、「ベースプレート」を評価対象部材として選定する。</p> <p>9.4 波及的影響防止（二次的影響）のための部材の選定 竜巻による荷重条件を踏まえた、フレームゴム支承、可動支承の損傷による構成部材の落下モード（二次的影響）を検討し、部材の落下による波及的影響を防止するために必要な構成部材を評価対象部材として選定する。</p> <p>「9.3 竜巻防護ネット落下防止のために支持機能が必要な部材の選定」において選定した部材は、既に評価対象部材として選定していることから、ここでは、支持機能評価の対象部材として選定していない可動支承の部材に対して評価を実施する。また、フレームゴム支承は、2つのうち1つ以上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としていることから、仮にフレームゴム支承の1つが許容限界を上回った場合における波及的影響について評価を実施する。</p> <p>(1) 可動支承の部材のうち支持機能評価の対象部材として選定していない部材に対する二次的影響評価について 可動支承のうち「すべり材」、「圧縮ゴム」、「ピストン」、「座金」については、支持機能評価の対象部材として選定していないため、波及的影響防止の観点から評価を実施する。</p> <p>a. すべり材、圧縮ゴム、ピストン 「すべり材」、「圧縮ゴム」、「ピストン」については、ソールプレートとベースポットの内部にある構造物である。これらの部材は、支持機能評価対象部材であるソールプレート、ベースポットが許容値を満足することで、落下は発生しないため、波及的影響（二次的影響）に対して影響がないことを確認した。</p> <p>b. 座金 「座金」については、ベースポットとベースプレートの間にボルトによって挟み込まれているため、仮に損傷しても落下に至る可能性は低い。仮に落下したとしても、重量は0.1 kg程度であり、他の設計飛来物である砂利（0.2 kg）に包絡されるため、波及的影響（二次的影響）に対して影響がないことを確認した。</p> <p>以上より、可動支承の部材のうち、「すべり材」、「圧縮ゴム」、「ピストン」、「座金」については二次的影響がないことを確認した。これらの部材が竜巻による荷重により損傷</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）

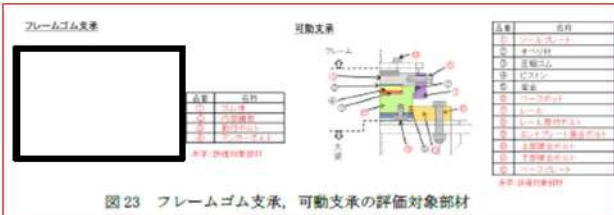
大飯発電所3/4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
	<p>した場合には速やかに補修を実施することとする。</p>  <p>図20 可動支承の二次的影響確認部材</p> <p>(2) フレームゴム支承に対する二次的影響評価について フレームゴム支承の評価対象部材である「ゴム体」「内部鋼板」「取付ボルト」「アンカーボルト」が許容限界を超えた場合の波及的影響（二次的影響）について評価を実施する。</p> <p>a. ゴム体 ゴム体における損傷モードは「引張による破断」、「せん断ひずみによる破断」、「圧縮による座屈」となる。このうち、「引張による破断」又は「せん断ひずみによる破断」が発生した場合に、ゴム体が上下に破断することが想定されるが、ゴム体上部は取付ボルトによりフレームに取り付けられ、ゴム体下部はアンカーボルトにより隔壁に固定されることとなり、ゴム体の落下は想定されない。 また、圧縮により座屈した場合においても、ゴム体が上下に破断することは考え難いため、落下は想定されない。 以上より、ゴム体が許容限界を超えた場合でも、波及的影響（二次的影響）を及ぼさないことを確認した。</p>  <p>b. 内部鋼板 内部鋼板における損傷モードは「引張による破断」となる。 内部鋼板が引張により破断した場合でも内部鋼板はゴム体に接着されていることから、内部鋼板の落下は想定されない。よって、内部鋼板が許容限界を超えた場合でも、波及的影響（二次的影響）を及ぼさないことを確認</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>した。</p>  <p>図22 内部鋼板の破断イメージ</p> <p>c. 取付ボルト, アンカーボルト</p> <p>取付ボルト, アンカーボルトの損傷モードは「引張又はせん断によるボルトの破断」となる。ボルトが破断した場合, ボルト頂部の落下が想定されるが, フレームゴム支承の評価対象部材において, 引張又はせん断力に対する許容荷重を比較すると, ゴム体が最も小さいため, 取付ボルト又はアンカーボルトが損傷する前にゴム体が破断することが想定される。ゴム体が破断することにより, エネルギーの伝達経路が途切れるため, 取付ボルト, アンカーボルトに対し, 許容限界を超える荷重が負荷され, 破断することは想定し難い。</p> <p>以上より, 取付ボルト, アンカーボルトは波及的影響(二次的影響)を及ぼさないと判断する。</p> <table border="1" data-bbox="712 879 1326 1342"> <caption>表10 フレームゴム支承のゴム体, 取付ボルト, アンカーボルトの許容荷重比較</caption> <thead> <tr> <th colspan="4">(a) せん断</th> </tr> <tr> <th>仕様</th> <th>許容荷重(せん断)</th> <th colspan="2">(許容値)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ゴム体 (せん断のみ) せん断剛性 2.689 kN/mm 総ゴム厚 135mm □550 mm</td> <td>908kN</td> <td colspan="2">250%</td> </tr> <tr> <td>取付ボルト (全数) M27×16 本 強度区分 8.8</td> <td>2959kN</td> <td colspan="2">323MPa</td> </tr> <tr> <td>アンカーボルト (全数) D25(ねじ部 M24)×16 本 (SD390)</td> <td>1635kN</td> <td colspan="2">226MPa</td> </tr> <tr> <th colspan="4">(b) 引張</th> </tr> <tr> <th>仕様</th> <th>許容荷重(引張)</th> <th colspan="2">(許容値)</th> </tr> <tr> <td>ゴム体 総ゴム厚 135mm □550 mm</td> <td>605kN</td> <td colspan="2">2.0MPa</td> </tr> <tr> <td>取付ボルト (全数) M27×16 本 強度区分 8.8</td> <td>3848kN</td> <td colspan="2">420MPa</td> </tr> <tr> <td>アンカーボルト (全数) D25(ねじ部 M24)×16 本 (SD390)</td> <td>2128kN</td> <td colspan="2">294MPa</td> </tr> </tbody> </table> <p>9.5 評価対象部材の選定結果</p> <p>フレームゴム支承, 可動支承に対して, 支持機能・二次的影響の観点で落下モードを検討し, 非常用海水ポンプ等への波及的影響</p>	(a) せん断				仕様	許容荷重(せん断)	(許容値)		ゴム体 (せん断のみ) せん断剛性 2.689 kN/mm 総ゴム厚 135mm □550 mm	908kN	250%		取付ボルト (全数) M27×16 本 強度区分 8.8	2959kN	323MPa		アンカーボルト (全数) D25(ねじ部 M24)×16 本 (SD390)	1635kN	226MPa		(b) 引張				仕様	許容荷重(引張)	(許容値)		ゴム体 総ゴム厚 135mm □550 mm	605kN	2.0MPa		取付ボルト (全数) M27×16 本 強度区分 8.8	3848kN	420MPa		アンカーボルト (全数) D25(ねじ部 M24)×16 本 (SD390)	2128kN	294MPa			
(a) せん断																																											
仕様	許容荷重(せん断)	(許容値)																																									
ゴム体 (せん断のみ) せん断剛性 2.689 kN/mm 総ゴム厚 135mm □550 mm	908kN	250%																																									
取付ボルト (全数) M27×16 本 強度区分 8.8	2959kN	323MPa																																									
アンカーボルト (全数) D25(ねじ部 M24)×16 本 (SD390)	1635kN	226MPa																																									
(b) 引張																																											
仕様	許容荷重(引張)	(許容値)																																									
ゴム体 総ゴム厚 135mm □550 mm	605kN	2.0MPa																																									
取付ボルト (全数) M27×16 本 強度区分 8.8	3848kN	420MPa																																									
アンカーボルト (全数) D25(ねじ部 M24)×16 本 (SD390)	2128kN	294MPa																																									


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1 添付資料3.13）

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>を防止するために必要な構成部材を検討した結果、以下の部材を評価対象部材として選定した。</p> <p>評価対象部材として選定した部材について、「飛来物衝突時」及び「飛来物衝突後」の波及的影響の確認として、支持機能評価及び二次的影響評価を実施する。</p>  <p>図23 フレームゴム支承、可動支承の評価対象部材</p> <table border="1" data-bbox="712 590 1299 813"> <caption>表11 フレームゴム支承と可動支承に対する評価項目</caption> <thead> <tr> <th rowspan="3">評価項目</th> <th rowspan="3">波及的影響</th> <th rowspan="3">支持機能評価 二次的影響評価</th> <th colspan="4">竜巻時</th> </tr> <tr> <th rowspan="2">通常状態</th> <th colspan="2">飛来物衝突時</th> <th rowspan="2">竜巻通過後*</th> </tr> <tr> <th>飛来物衝突時</th> <th>飛来物衝突後</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>○</td> <td>○</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>○</td> <td>○</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>※：竜巻通過後は竜巻時の評価に包括される ○：実施項目</p> <p>9.6 フレームゴム支承、可動支承の評価対象部材以外の部材の扱いについて</p> <p>フレームゴム支承、可動支承の評価対象部材以外の部材については、各部材の許容応力から算出される許容荷重を比較し、評価対象部材と同様の荷重モードが負荷される部材については、許容荷重が小さい評価対象部材を代表として強度評価を実施することとする（各部材には、衝突解析等から算出された荷重が同一に負荷される）。以下に各部品に対する代表性を整理する。</p> <p>(1) フレームゴム支承、可動支承の評価部材の代表性について フレームゴム支承、可動支承の部品毎に荷重モード、評価対象部材の代表性を整理した結果を表12及び表13に整理する。</p>	評価項目	波及的影響	支持機能評価 二次的影響評価	竜巻時				通常状態	飛来物衝突時		竜巻通過後*	飛来物衝突時	飛来物衝突後				○	○					○	○			
評価項目	波及的影響				支持機能評価 二次的影響評価	竜巻時																						
						通常状態	飛来物衝突時		竜巻通過後*																			
		飛来物衝突時	飛来物衝突後																									
			○	○																								
			○	○																								

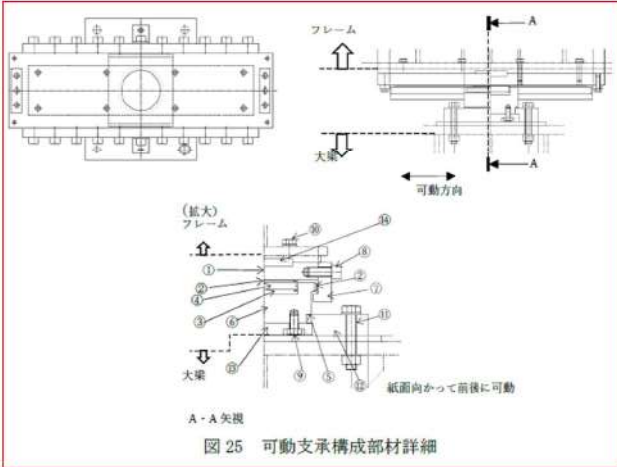
赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

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;">表 12 フレームゴム支承の強度評価の代表性について</p> <table border="1" data-bbox="701 148 1301 502"> <thead> <tr> <th>品番</th> <th>名称</th> <th>評価対象部材</th> <th>主な変形モード</th> <th>強度評価の代表性</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>①</td> <td>ゴム体</td> <td>○</td> <td>せん断 引張 圧縮</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>②</td> <td>内部鋼板</td> <td>○</td> <td>引張</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>③</td> <td>取付ボルト</td> <td>○</td> <td>引張 せん断</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>④</td> <td>アンカーボルト</td> <td>○</td> <td>引張 せん断</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>⑤</td> <td>上蓋</td> <td>—</td> <td>せん断*</td> <td>強度評価はゴム体で代表</td> </tr> <tr> <td>⑥</td> <td>下蓋</td> <td>—</td> <td>せん断*</td> <td>強度評価はゴム体で代表</td> </tr> <tr> <td>⑦</td> <td>締結ボルト</td> <td>—</td> <td>引張 せん断</td> <td>強度評価はゴム体で代表</td> </tr> <tr> <td>⑧</td> <td>ベースプレート</td> <td>—</td> <td>曲げ* せん断</td> <td>強度評価はアンカーボルトで代表</td> </tr> <tr> <td>⑨</td> <td>せん断キー</td> <td>—</td> <td>せん断 支圧</td> <td>フレームとゴム支承の位置決め部品であり、機能としては取付ボルトに代替されるため、取付ボルトを代表とする</td> </tr> <tr> <td>⑩</td> <td>上下鋼板</td> <td>—</td> <td>せん断*</td> <td>強度評価はゴム体で代表</td> </tr> </tbody> </table> <p>※ 厚さ40mmの鋼板であることから、引張・圧縮は十分な裕度があることを評価したため、主要な変形モードとしてせん断又は曲げを考慮した。</p> <div style="text-align: center; margin-top: 20px;">  <p>図 24 フレームゴム支承構成部材詳細</p> </div>	品番	名称	評価対象部材	主な変形モード	強度評価の代表性	①	ゴム体	○	せん断 引張 圧縮	—	②	内部鋼板	○	引張	—	③	取付ボルト	○	引張 せん断	—	④	アンカーボルト	○	引張 せん断	—	⑤	上蓋	—	せん断*	強度評価はゴム体で代表	⑥	下蓋	—	せん断*	強度評価はゴム体で代表	⑦	締結ボルト	—	引張 せん断	強度評価はゴム体で代表	⑧	ベースプレート	—	曲げ* せん断	強度評価はアンカーボルトで代表	⑨	せん断キー	—	せん断 支圧	フレームとゴム支承の位置決め部品であり、機能としては取付ボルトに代替されるため、取付ボルトを代表とする	⑩	上下鋼板	—	せん断*	強度評価はゴム体で代表		
品番	名称	評価対象部材	主な変形モード	強度評価の代表性																																																						
①	ゴム体	○	せん断 引張 圧縮	—																																																						
②	内部鋼板	○	引張	—																																																						
③	取付ボルト	○	引張 せん断	—																																																						
④	アンカーボルト	○	引張 せん断	—																																																						
⑤	上蓋	—	せん断*	強度評価はゴム体で代表																																																						
⑥	下蓋	—	せん断*	強度評価はゴム体で代表																																																						
⑦	締結ボルト	—	引張 せん断	強度評価はゴム体で代表																																																						
⑧	ベースプレート	—	曲げ* せん断	強度評価はアンカーボルトで代表																																																						
⑨	せん断キー	—	せん断 支圧	フレームとゴム支承の位置決め部品であり、機能としては取付ボルトに代替されるため、取付ボルトを代表とする																																																						
⑩	上下鋼板	—	せん断*	強度評価はゴム体で代表																																																						

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）


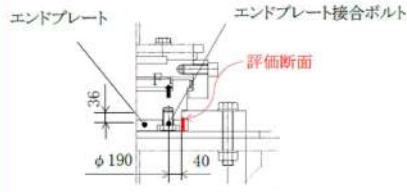
大飯発電所3/4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由																																																																							
	<p>表13 可動支承の強度評価の代表性について</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>品番</th> <th>名称</th> <th>評価対象部材</th> <th>主な荷重モード</th> <th>強度評価の代表性</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>①</td> <td>ソールプレート</td> <td>○</td> <td>支圧</td> <td rowspan="4">支持機能に影響ないことを確認した部材</td> </tr> <tr> <td>②</td> <td>すべり材</td> <td>—</td> <td>支圧</td> </tr> <tr> <td>③</td> <td>圧縮ゴム</td> <td>—</td> <td>支圧</td> </tr> <tr> <td>④</td> <td>ピストン</td> <td>—</td> <td>曲げ</td> </tr> <tr> <td>⑤</td> <td>塵金</td> <td>—</td> <td>支圧</td> <td rowspan="2">—</td> </tr> <tr> <td>⑥</td> <td>ベースボット (突出部)</td> <td>○</td> <td>曲げ せん断 支圧</td> </tr> <tr> <td>⑦</td> <td>レール</td> <td>○</td> <td>曲げ 引張 せん断</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>⑧</td> <td>レール取付ボルト</td> <td>○</td> <td>引張 せん断</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>⑨</td> <td>エンドプレート接合ボルト</td> <td>○</td> <td>引張</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>⑩</td> <td>上部接合ボルト</td> <td>○</td> <td>引張 せん断</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>⑪</td> <td>下部接合ボルト</td> <td>○</td> <td>引張 せん断</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>⑫</td> <td>ベースプレート</td> <td>○</td> <td>曲げ せん断</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>⑬</td> <td>エンドプレート</td> <td>—</td> <td>曲げ*</td> <td>強度評価はエンドプレート接合ボルトで代表</td> </tr> <tr> <td>⑭</td> <td>せん断キー</td> <td>—</td> <td>せん断 支圧</td> <td>フレームと可動支承位置決め部品であり、機能としては上部接合ボルトで代表されるため、上部接合ボルトを代表とする</td> </tr> </tbody> </table> <p>* 厚さ36mmの鋼板であることから、引張・圧縮は十分な裕度があることを評価したため、主要な荷重モードとして曲げを考慮した。</p>  <p>図25 可動支承構成部材詳細</p> <p>(2) フレームゴム支承に対する評価部材の代表性検討 各部材の許容応力から算出される許容荷重を比較し、同様の荷重モードが負荷される部材については、許容荷重が小さい部材を代表として強度評価を実施することとする。</p> <p>a. 上沓・下沓・締結ボルト・上下鋼板 上沓・下沓・締結ボルト・上下鋼板に作用する主な荷重としてせん断があるが、許容荷重はゴム体が最も小さいことから、これらの部材の強度評価はゴム体で代表する。また、締結ボルト</p>	品番	名称	評価対象部材	主な荷重モード	強度評価の代表性	①	ソールプレート	○	支圧	支持機能に影響ないことを確認した部材	②	すべり材	—	支圧	③	圧縮ゴム	—	支圧	④	ピストン	—	曲げ	⑤	塵金	—	支圧	—	⑥	ベースボット (突出部)	○	曲げ せん断 支圧	⑦	レール	○	曲げ 引張 せん断	—	⑧	レール取付ボルト	○	引張 せん断	—	⑨	エンドプレート接合ボルト	○	引張	—	⑩	上部接合ボルト	○	引張 せん断	—	⑪	下部接合ボルト	○	引張 せん断	—	⑫	ベースプレート	○	曲げ せん断	—	⑬	エンドプレート	—	曲げ*	強度評価はエンドプレート接合ボルトで代表	⑭	せん断キー	—	せん断 支圧	フレームと可動支承位置決め部品であり、機能としては上部接合ボルトで代表されるため、上部接合ボルトを代表とする		
品番	名称	評価対象部材	主な荷重モード	強度評価の代表性																																																																						
①	ソールプレート	○	支圧	支持機能に影響ないことを確認した部材																																																																						
②	すべり材	—	支圧																																																																							
③	圧縮ゴム	—	支圧																																																																							
④	ピストン	—	曲げ																																																																							
⑤	塵金	—	支圧	—																																																																						
⑥	ベースボット (突出部)	○	曲げ せん断 支圧																																																																							
⑦	レール	○	曲げ 引張 せん断	—																																																																						
⑧	レール取付ボルト	○	引張 せん断	—																																																																						
⑨	エンドプレート接合ボルト	○	引張	—																																																																						
⑩	上部接合ボルト	○	引張 せん断	—																																																																						
⑪	下部接合ボルト	○	引張 せん断	—																																																																						
⑫	ベースプレート	○	曲げ せん断	—																																																																						
⑬	エンドプレート	—	曲げ*	強度評価はエンドプレート接合ボルトで代表																																																																						
⑭	せん断キー	—	せん断 支圧	フレームと可動支承位置決め部品であり、機能としては上部接合ボルトで代表されるため、上部接合ボルトを代表とする																																																																						

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）

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（竜巻：別添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>には引張も作用するが、これについても許容荷重はゴム体のほうが小さいため、ゴム体を代表として強度評価を実施する。</p> <p>表 14 上杵・下杵・締結ボルト・上下鋼板及びゴム体の許容荷重（せん断）比較</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>仕様</th> <th>許容荷重（せん断）</th> <th>許容値</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>①ゴム体 (せん断ひずみ) せん断剛性 2.689 kN/mm 総ゴム厚 135mm □550 mm</td> <td>908kN</td> <td>250%</td> </tr> <tr> <td>⑤上杵 t40×□620 mm SM490A</td> <td>1521kN</td> <td>198MPa</td> </tr> <tr> <td>⑥下杵 t40×□670 mm SM490A</td> <td>1917kN</td> <td>198MPa</td> </tr> <tr> <td>⑦締結ボルト M22×16 本 強度区分 10.9</td> <td>2457kN</td> <td>404MPa</td> </tr> <tr> <td>⑩上下鋼板 t40×□550 mm SM490A</td> <td>966kN</td> <td>198MPa</td> </tr> </tbody> </table> <p>表 15 締結ボルト及びゴム体の許容荷重（引張）比較</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>仕様</th> <th>許容荷重（引張）</th> <th>許容値</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>①ゴム体 総ゴム厚 135mm □550 mm</td> <td>605kN</td> <td>2.0MPa</td> </tr> <tr> <td>⑦締結ボルト M22×16 本 強度区分 10.9</td> <td>3193kN</td> <td>525MPa</td> </tr> </tbody> </table> <p>b. ベースプレート</p> <p>ゴム支承を隔壁に固定するベースプレートについて、アンカーボルトが引張荷重を受ける場合はアンカーボルトと支承との溶接部間で曲げ荷重を受け、アンカーボルトがせん断荷重を受ける場合はせん断荷重を受ける。</p> <p>ここで、各ケースの許容荷重を整理した下表より、いずれのケースでも許容荷重はアンカーボルトの方が小さいため、ベースプレートの強度評価はアンカーボルトで代表する。</p> <p>表 16 ベースプレートとアンカーボルトの許容荷重比較</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>仕様</th> <th>許容荷重</th> <th>(許容値)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>④アンカーボルト D25 (ねじ部 M24) × 16 本 SD390</td> <td>665kN (引張) *</td> <td>294MPa</td> </tr> <tr> <td>⑤ベースプレート t40×1160×1050 SM490A</td> <td>763kN (曲げ)</td> <td>395MPa</td> </tr> </tbody> </table> <p>※ベースプレートとの許容荷重比較のため、下図に示すボルト5本に対する許容荷重を算出</p> <div style="border: 2px solid black; height: 150px; width: 100%;"></div>	仕様	許容荷重（せん断）	許容値	①ゴム体 (せん断ひずみ) せん断剛性 2.689 kN/mm 総ゴム厚 135mm □550 mm	908kN	250%	⑤上杵 t40×□620 mm SM490A	1521kN	198MPa	⑥下杵 t40×□670 mm SM490A	1917kN	198MPa	⑦締結ボルト M22×16 本 強度区分 10.9	2457kN	404MPa	⑩上下鋼板 t40×□550 mm SM490A	966kN	198MPa	仕様	許容荷重（引張）	許容値	①ゴム体 総ゴム厚 135mm □550 mm	605kN	2.0MPa	⑦締結ボルト M22×16 本 強度区分 10.9	3193kN	525MPa	仕様	許容荷重	(許容値)	④アンカーボルト D25 (ねじ部 M24) × 16 本 SD390	665kN (引張) *	294MPa	⑤ベースプレート t40×1160×1050 SM490A	763kN (曲げ)	395MPa		
仕様	許容荷重（せん断）	許容値																																					
①ゴム体 (せん断ひずみ) せん断剛性 2.689 kN/mm 総ゴム厚 135mm □550 mm	908kN	250%																																					
⑤上杵 t40×□620 mm SM490A	1521kN	198MPa																																					
⑥下杵 t40×□670 mm SM490A	1917kN	198MPa																																					
⑦締結ボルト M22×16 本 強度区分 10.9	2457kN	404MPa																																					
⑩上下鋼板 t40×□550 mm SM490A	966kN	198MPa																																					
仕様	許容荷重（引張）	許容値																																					
①ゴム体 総ゴム厚 135mm □550 mm	605kN	2.0MPa																																					
⑦締結ボルト M22×16 本 強度区分 10.9	3193kN	525MPa																																					
仕様	許容荷重	(許容値)																																					
④アンカーボルト D25 (ねじ部 M24) × 16 本 SD390	665kN (引張) *	294MPa																																					
⑤ベースプレート t40×1160×1050 SM490A	763kN (曲げ)	395MPa																																					

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17 ベースプレートとアンカーボルトの許容荷重（せん断）比較</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>仕様</th> <th>許容荷重（せん断）</th> <th>（許容値）</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>④アンカーボルト D25（ねじ部M24）× 16本SD390</td> <td>102kN*</td> <td>226MPa</td> </tr> <tr> <td>⑧ベースプレート t40×1160×1050 SM490A</td> <td>1584kN</td> <td>198MPa</td> </tr> </tbody> </table> <p>※ベースプレートとの許容荷重比較のため、下図に示すボルト1本に対する許容荷重を算出</p>  <p>※ベースプレートとの許容荷重比較のため、下図に示すボルト1本に対する許容荷重を算出</p> <p>(3) 可動支承に対する評価部材の代表性検討 各部材の許容応力から算出される許容荷重を比較し、同様の荷重モードが負荷される部材については、許容荷重が小さい部材を代表として強度評価を実施することとする。</p> <p>a. エンドプレート 可動支承が上向き荷重を受ける場合、エンドプレートは主に曲げ荷重、エンドプレート接合ボルトは引張荷重を受け、許容荷重はエンドプレート接合ボルトの方が小さいため、エンドプレートの評価はエンドプレート接合ボルトで代表する。なお、設計上、エンドプレートよりもエンドプレート接合ボルトが弱部になるように設計をしている。</p> <p>表18 エンドプレートとエンドプレート接合ボルト（評価対象部品）の許容荷重</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>仕様</th> <th>許容荷重</th> <th>（許容値）</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>⑨エンドプレート接合ボルト M27×6本 強度区分8.8以上</td> <td>240kN（引張）*</td> <td>420MPa</td> </tr> <tr> <td>⑬エンドプレート t36×φ305 SS400</td> <td>247kN（曲げ）</td> <td>323MPa</td> </tr> </tbody> </table> <p>※下図に示すボルト1本に対する許容荷重を算出</p>  <p>エンドプレート エンドプレート接合ボルト 評価断面</p> <p>φ190 40</p> <p><エンドプレート周りの概略図></p>	仕様	許容荷重（せん断）	（許容値）	④アンカーボルト D25（ねじ部M24）× 16本SD390	102kN*	226MPa	⑧ベースプレート t40×1160×1050 SM490A	1584kN	198MPa	仕様	許容荷重	（許容値）	⑨エンドプレート接合ボルト M27×6本 強度区分8.8以上	240kN（引張）*	420MPa	⑬エンドプレート t36×φ305 SS400	247kN（曲げ）	323MPa		
仕様	許容荷重（せん断）	（許容値）																			
④アンカーボルト D25（ねじ部M24）× 16本SD390	102kN*	226MPa																			
⑧ベースプレート t40×1160×1050 SM490A	1584kN	198MPa																			
仕様	許容荷重	（許容値）																			
⑨エンドプレート接合ボルト M27×6本 強度区分8.8以上	240kN（引張）*	420MPa																			
⑬エンドプレート t36×φ305 SS400	247kN（曲げ）	323MPa																			

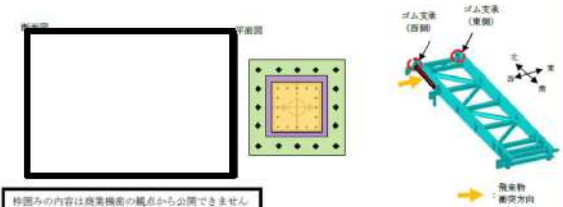
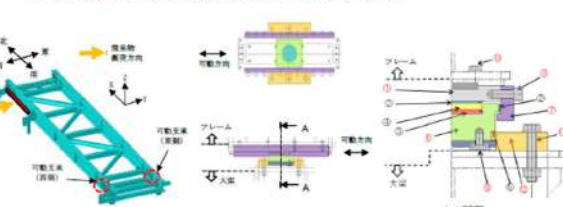
赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

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</p> <p>竜巻防護ネットの構造成立性確認結果について（STEP1） （ゴム支承の剛性を耐震評価時に用いるせん断剛性とする場合）</p> <p>1. 解析条件</p> <p>ゴム支承に支持されるフレームに飛来物が衝突した際の挙動を確認するため、図1に示すフローのとおり、ゴム支承の剛性を考慮した衝突解析を実施する。</p> <p>衝突解析は、ゴム支承による影響が最も大きくなると想定される条件（飛来物姿勢、衝突位置、飛来方向）で実施し、ゴム支承の影響を考慮した場合において、フレームゴム支承、可動支承が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する。</p> <p>評価対象は支持機能に大きな影響を与える部材であるフレームゴム支承と可動支承とする。解析条件とその考え方を表1、2及び図2に示す。</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 10px; margin: 10px 0;"> <p style="text-align: center;">STEP1</p> <pre> graph TD A[飛来物のフレームへの衝突] --> B[ゴム支承の剛性を考慮*1してモデル化し、LS-DYNAにより衝突解析を実施] B --> C[フレームゴム支承] B --> D[可動支承] C --> E[応力評価*2] D --> F[応力評価*2] E --> G[END] F --> H[END] </pre> <p>*1: 耐震評価で用いるせん断剛性 *2: LS-DYNAによる衝突解析により支承部のピーク反力を算出し評価を実施</p> </div> <p style="text-align: center;">図1 STEP1 構造成立性確認フロー</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。 ・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）

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 STEP1の解析条件</p> <table border="1" data-bbox="725 172 1276 459"> <thead> <tr> <th>設定項目</th> <th>設定条件</th> <th>考え方</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ゴム支承の耐震性能</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、長辺全面が部材に直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 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" data-bbox="842 517 1160 628"> <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 style="text-align: center;">図2 飛来物衝突位置及び解析モデル図（STEP1）</p> <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>	設定項目	設定条件	考え方	ゴム支承の耐震性能	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、長辺全面が部材に直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																												
ゴム支承の耐震性能	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、長辺全面が部材に直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																												

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）

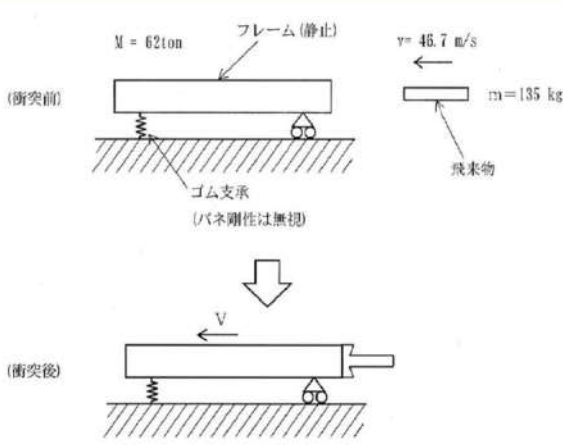
大飯発電所3/4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由																																																																																													
	<p>表3 STEP1におけるフレームゴム支承の解析結果 (注) 本評価結果は暫定値</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">評価対象</th> <th rowspan="2">評価項目</th> <th colspan="2">発生値</th> <th rowspan="2">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>1.2 MPa</td> <td>0.7 MPa</td> <td>2.0 MPa^{※1}</td> </tr> <tr> <td>せん断ひずみ</td> <td>61%</td> <td>60%</td> <td>250 %^{※1}</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">②内部鋼板</td> <td>応力度(圧縮)</td> <td>2.3 MPa</td> <td>2.1 MPa</td> <td>29.8 MPa^{※1}</td> </tr> <tr> <td>応力度(引張)</td> <td>22 MPa</td> <td>20 MPa</td> <td>380 MPa^{※2}</td> </tr> <tr> <td>③取付ボルト</td> <td>応力度(組合せ)</td> <td>63 MPa</td> <td>56 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>86 MPa</td> <td>68 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(旧4.3)」に基づく道路橋支承便覧による許容値 ※2：JEA4601に基づく許容応力状態IV-Sの許容応力 (注) 上記の評価項目については相違が小さい項目を代表して記載している。</p>  <p>図3 フレームゴム支承の構造図</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)	1.2 MPa	0.7 MPa	2.0 MPa ^{※1}	せん断ひずみ	61%	60%	250 % ^{※1}	②内部鋼板	応力度(圧縮)	2.3 MPa	2.1 MPa	29.8 MPa ^{※1}	応力度(引張)	22 MPa	20 MPa	380 MPa ^{※2}	③取付ボルト	応力度(組合せ)	63 MPa	56 MPa	420 MPa ^{※2}	④アンカーボルト	応力度(組合せ)	86 MPa	68 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)	1.2 MPa	0.7 MPa	2.0 MPa ^{※1}																																																																																											
		せん断ひずみ	61%	60%	250 % ^{※1}																																																																																											
	②内部鋼板	応力度(圧縮)	2.3 MPa	2.1 MPa	29.8 MPa ^{※1}																																																																																											
		応力度(引張)	22 MPa	20 MPa	380 MPa ^{※2}																																																																																											
③取付ボルト	応力度(組合せ)	63 MPa	56 MPa	420 MPa ^{※2}																																																																																												
④アンカーボルト	応力度(組合せ)	86 MPa	68 MPa	294 MPa ^{※2}																																																																																												
	<p>表4 STEP1における可動支承の評価結果 (注) 本評価結果は暫定値</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">評価対象</th> <th rowspan="2">評価項目</th> <th colspan="2">発生値[MPa]</th> <th rowspan="2">許容値[MPa]^{※1}</th> </tr> <tr> <th>西側</th> <th>東側</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>① ソールプレート</td> <td>支圧応力</td> <td>18</td> <td>21</td> <td>351</td> </tr> <tr> <td>② 下ベリ材</td> <td>支圧応力</td> <td>22</td> <td>25</td> <td>60 (J-3-1値)</td> </tr> <tr> <td>③ 圧縮ゴム</td> <td>支圧応力</td> <td>18</td> <td>21</td> <td>50 (J-3-1値)</td> </tr> <tr> <td>④ ピストン</td> <td>曲げ応力</td> <td>65</td> <td>74</td> <td>280</td> </tr> <tr> <td>⑤ 座金</td> <td>支圧応力</td> <td>57</td> <td>65</td> <td>335</td> </tr> <tr> <td rowspan="4">可動 支承</td> <td rowspan="2">⑥ ベースボット 突出部</td> <td>せん断応力</td> <td>16</td> <td>15</td> <td>148</td> </tr> <tr> <td>曲げ応力</td> <td>33</td> <td>32</td> <td>258</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">支圧部</td> <td>支圧応力</td> <td>67</td> <td>66</td> <td>351</td> </tr> <tr> <td>支圧応力</td> <td>110</td> <td>110</td> <td>351</td> </tr> <tr> <td>⑦ レール</td> <td>曲げ応力</td> <td>400</td> <td>390</td> <td>343</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">⑧ レール取付ボルト</td> <td>引張応力</td> <td>8.8</td> <td>8.7</td> <td>343</td> </tr> <tr> <td>せん断応力</td> <td>54</td> <td>54</td> <td>198</td> </tr> <tr> <td>⑨ エンドプレート接合ボルト</td> <td>引張応力</td> <td>600</td> <td>600</td> <td>525</td> </tr> <tr> <td>⑩ 上部接合ボルト</td> <td>引張応力</td> <td>450</td> <td>450</td> <td>420</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">⑪ 下部接合ボルト</td> <td>せん断応力</td> <td>220</td> <td>220</td> <td>323</td> </tr> <tr> <td>組合せ</td> <td>408 (211)</td> <td>206 (212)</td> <td>※2</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">⑫ ベースプレート</td> <td>せん断応力</td> <td>11</td> <td>11</td> <td>198</td> </tr> <tr> <td>曲げ応力</td> <td>180</td> <td>170</td> <td>343</td> </tr> </tbody> </table> <p>※1：メーカー値でないものは、JEA4601に基づく許容応力状態IV-Sの許容応力 ※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相違が小さい項目を代表して記載している。</p>  <p>図4 可動支承の構造図</p>	評価対象	評価項目	発生値[MPa]		許容値[MPa] ^{※1}	西側	東側	① ソールプレート	支圧応力	18	21	351	② 下ベリ材	支圧応力	22	25	60 (J-3-1値)	③ 圧縮ゴム	支圧応力	18	21	50 (J-3-1値)	④ ピストン	曲げ応力	65	74	280	⑤ 座金	支圧応力	57	65	335	可動 支承	⑥ ベースボット 突出部	せん断応力	16	15	148	曲げ応力	33	32	258	支圧部	支圧応力	67	66	351	支圧応力	110	110	351	⑦ レール	曲げ応力	400	390	343	⑧ レール取付ボルト	引張応力	8.8	8.7	343	せん断応力	54	54	198	⑨ エンドプレート接合ボルト	引張応力	600	600	525	⑩ 上部接合ボルト	引張応力	450	450	420	⑪ 下部接合ボルト	せん断応力	220	220	323	組合せ	408 (211)	206 (212)	※2	⑫ ベースプレート	せん断応力	11	11	198	曲げ応力	180	170	343		
評価対象	評価項目			発生値[MPa]			許容値[MPa] ^{※1}																																																																																									
		西側	東側																																																																																													
① ソールプレート	支圧応力	18	21	351																																																																																												
② 下ベリ材	支圧応力	22	25	60 (J-3-1値)																																																																																												
③ 圧縮ゴム	支圧応力	18	21	50 (J-3-1値)																																																																																												
④ ピストン	曲げ応力	65	74	280																																																																																												
⑤ 座金	支圧応力	57	65	335																																																																																												
可動 支承	⑥ ベースボット 突出部	せん断応力	16	15	148																																																																																											
		曲げ応力	33	32	258																																																																																											
	支圧部	支圧応力	67	66	351																																																																																											
		支圧応力	110	110	351																																																																																											
⑦ レール	曲げ応力	400	390	343																																																																																												
⑧ レール取付ボルト	引張応力	8.8	8.7	343																																																																																												
	せん断応力	54	54	198																																																																																												
⑨ エンドプレート接合ボルト	引張応力	600	600	525																																																																																												
⑩ 上部接合ボルト	引張応力	450	450	420																																																																																												
⑪ 下部接合ボルト	せん断応力	220	220	323																																																																																												
	組合せ	408 (211)	206 (212)	※2																																																																																												
⑫ ベースプレート	せん断応力	11	11	198																																																																																												
	曲げ応力	180	170	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）

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）

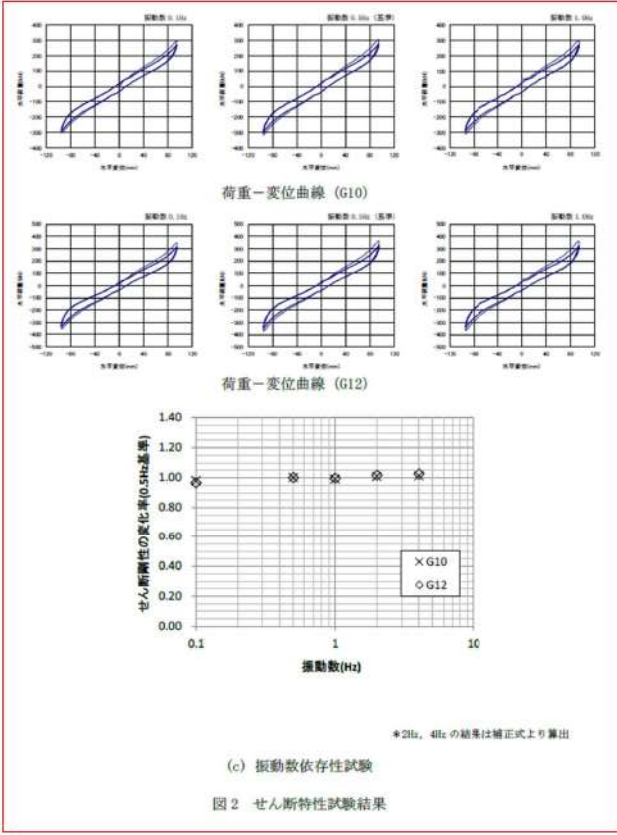
大飯発電所3/4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
	<p style="text-align: center;">別紙3（補足1）</p> <p style="text-align: center;">衝突解析に対するゴム支承の影響に対する検討</p> <p>竜巻防護ネットに採用する地震時水平分散型ゴム支承は、ゴム支承のせん断剛性を利用して、上部構造の慣性力を複数の下部構造に分散させる機能を持つ。耐震設計については「道路橋示方書・同解説（（社）日本道路協会、平成14年3月）」及び「道路橋支承便覧（（社）日本道路協会、平成16年4月）」に則り、線形ばね要素でモデル化し、ゴム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: 10px 0;"> $m v = (m + M) V \cdots \textcircled{1}$ </div> <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>		<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）

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）

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）

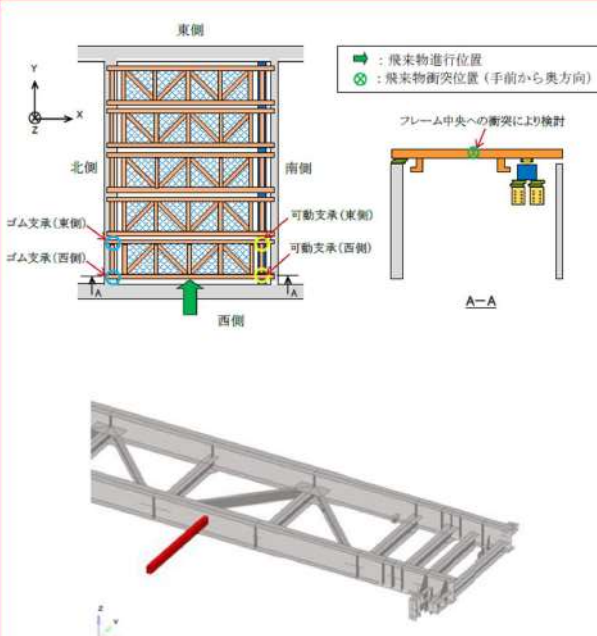
大阪発電所3/4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
	<p>よって振動数依存性試験における変位速度の最大値は約0.06～0.60m/sの範囲となる。試験結果から、この速度範囲において、せん断剛性の変化は無視できるものであることを確認している</p>  <p>(c) 振動数依存性試験 図2 せん断特性試験結果</p>		

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）

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;">表1 検討における解析条件</p> <table border="1" data-bbox="734 196 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</td> </tr> <tr> <td>可動支承</td> <td>線形ばねモデル*1 水平剛性：2,689 (kN/mm) 鉛直方向：833 (kN/mm)</td> </tr> <tr> <td>衝突方向</td> <td colspan="2">可動方向は拘束なし 非可動方向は固定条件</td> </tr> <tr> <td>衝突位置</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></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	可動支承	線形ばねモデル*1 水平剛性：2,689 (kN/mm) 鉛直方向：833 (kN/mm)	衝突方向	可動方向は拘束なし 非可動方向は固定条件		衝突位置	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			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																					
	可動支承	線形ばねモデル*1 水平剛性：2,689 (kN/mm) 鉛直方向：833 (kN/mm)																					
衝突方向	可動方向は拘束なし 非可動方向は固定条件																						
衝突位置	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																						
	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="712 470 1323 1029" 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）

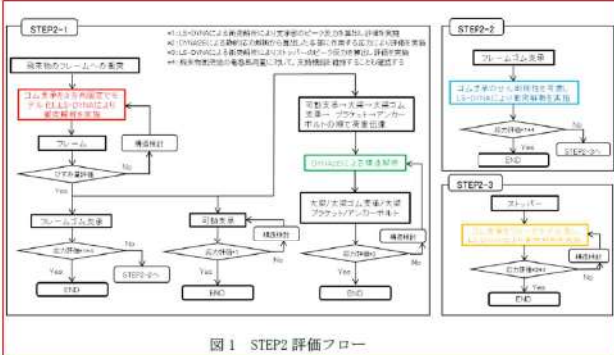
大飯発電所3/4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
	<p style="text-align: right;">別紙3（補足2）</p> <p style="text-align: center;">設計飛来物衝突によるフレームの移動量検討について</p> <p>1. 検討方法 「衝突解析に対するゴム支承の影響に対する検討（別紙3（補足1））」の検討により、飛来物衝突後のフレームの移動速度は最大でも約0.1m/sとなる。 飛来物の衝突により、フレームゴム支承のアンカーボルトが機能喪失し、フレームゴム支承と隔壁の拘束がなく、フレームゴム支承がフレームと一体となって水平移動す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係数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）

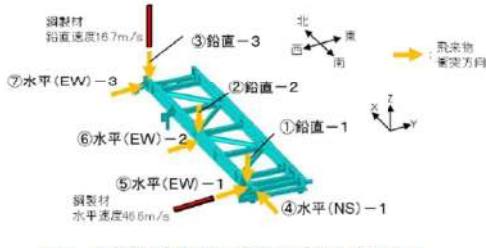
大飯発電所3/4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
	<div style="border: 1px solid red; padding: 5px;"> $\frac{1}{2}MV^2 = \mu Mg L \dots \textcircled{1}$ <p>ここで、M：フレーム重量（M=62000kg） V：衝突後のフレーム移動速度（m/s） μ：摩擦係数（0.4（出典：鋼構造設計基準）） g：重力加速度（9.80665m/s²） L：フレーム移動距離</p> $\textcircled{1}\text{式より、} L = \frac{V^2}{2\mu g}$ $= \frac{0.1^2}{2 \times 0.4 \times 9.80665} \approx 1.3\text{mm}$ </div> <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）

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 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） (1) 解析条件 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。 （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 style="text-align: center;">表1 STEP2-1 解析条件</p> <table border="1" data-bbox="719 181 1323 533"> <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>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 data-bbox="757 580 1279 1007" style="border: 1px solid red; padding: 5px;"> <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" data-bbox="837 612 1196 699"> <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>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。 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。 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。 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。 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）

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																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
表3 STEP2-1における解析結果 (注) 本評価結果は暫定値 構造物標準位置																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">評価対象部位</th> <th rowspan="2">評価項目(単位)</th> <th colspan="12">構造物標準位置</th> <th rowspan="2">許容値</th> </tr> <tr> <th colspan="3">動床-1</th> <th colspan="3">動床-2</th> <th colspan="2">水平(ND)-1</th> <th colspan="2">水平(ND)-2</th> <th colspan="2">水平(ND)-3</th> <th colspan="2">水平(ND)-4</th> </tr> <tr> <th></th> <th></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</th><th>⑩</th> <th>⑪</th><th>⑫</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>フレーム</td> <td>最大ひずみ(%)</td> <td>0.23</td><td>0.38</td><td>1.06</td> <td>1.41</td><td>1.12</td><td>1.83</td> <td>9.95[※]</td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td> <td>7.0</td> </tr> <tr> <td>大梁</td> <td>応力度(総合せ)(MPa)</td> <td>200</td><td>190</td><td>110</td> <td>120</td><td>150</td><td>130</td> <td>120</td><td>120</td> <td>120</td><td>120</td> <td>120</td><td>120</td> <td>※2</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>(264)</td><td>(264)</td><td>(264)</td> <td>(264)</td><td>(264)</td><td>(264)</td> <td>(264)</td><td>(264)</td> <td>(264)</td><td>(264)</td> <td>(264)</td><td>(264)</td> <td></td> </tr> <tr> <td>コアプレート</td> <td>応力度(総合せ)(MPa)</td> <td>100</td><td>84</td><td>48</td> <td>47</td><td>63</td><td>53</td> <td>46</td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td> <td>※2</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>(343)</td><td>(343)</td><td>(343)</td> <td>(343)</td><td>(343)</td><td>(343)</td> <td>(343)</td><td>(343)</td> <td>(343)</td><td>(343)</td> <td>(343)</td><td>(343)</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>応力度(引張)(MPa)</td> <td>140</td><td>100</td><td>79</td> <td>94</td><td>130</td><td>100</td> <td>84</td><td>294</td> <td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>(343)</td><td>(343)</td><td>(343)</td> <td>(343)</td><td>(343)</td><td>(343)</td> <td>(343)</td><td>(343)</td> <td>(343)</td><td>(343)</td> <td>(343)</td><td>(343)</td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="12">コアプレート</td> <td rowspan="3">Z4体</td> <td>応力度(引張)(MPa)</td> <td>0</td><td>0</td><td>1.4</td> <td>0.9</td><td>14</td><td>0.6</td> <td>0.3</td><td>0.2</td> <td>0.1</td><td>0</td> <td>1.2</td><td>0.9</td> <td>3.2</td> <td>2.0</td> </tr> <tr> <td>せん断ひずみ(%)</td> <td>86</td><td>86</td><td>190</td> <td>200</td><td>233</td><td>98</td> <td>170</td><td>180</td> <td>130</td><td>190</td> <td>230</td><td>240</td> <td>360</td> <td>250</td> </tr> <tr> <td>応力度(圧縮)(MPa)</td> <td>1.2</td><td>1.2</td><td>3.4</td> <td>2.6</td><td>87.5</td><td>2.1</td> <td>2.2</td><td>1.8</td> <td>1.6</td> <td>2.2</td><td>3.8</td> <td>3.4</td> <td>25</td> <td>7.7</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>(264)</td><td>(264)</td><td>(264)</td> <td>(264)</td><td>(264)</td><td>(264)</td> <td>(264)</td><td>(264)</td> <td>(264)</td><td>(264)</td> <td>(264)</td><td>(264)</td> <td>(264)</td><td>(264)</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">内筋継ぎ</td> <td>応力度(引張)(MPa)</td> <td>11</td><td>11</td><td>32</td> <td>24</td><td>160</td><td>20</td> <td>21</td><td>17</td> <td>15</td><td>21</td> <td>36</td><td>32</td> <td>240</td> <td>72</td> </tr> <tr> <td>せん断ひずみ(%)</td> <td>45</td><td>44</td><td>100</td> <td>100</td><td>160</td><td>90</td> <td>140</td><td>120</td> <td>100</td><td>100</td> <td>200</td><td>210</td> <td>420</td> <td>310</td> </tr> <tr> <td>応力度(圧縮)(MPa)</td> <td>40</td><td>38</td><td>170</td> <td>160</td><td>270</td><td>90</td> <td>130</td><td>110</td> <td>100</td><td>130</td> <td>180</td><td>180</td> <td>310</td> <td>230</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>(264)</td><td>(264)</td><td>(264)</td> <td>(264)</td><td>(264)</td><td>(264)</td> <td>(264)</td><td>(264)</td> <td>(264)</td><td>(264)</td> <td>(264)</td><td>(264)</td> <td>(264)</td><td>(264)</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">取付ボルト</td> <td>応力度(総合せ)(MPa)</td> <td>45</td><td>44</td><td>100</td> <td>100</td><td>160</td><td>90</td> <td>140</td><td>120</td> <td>100</td><td>100</td> <td>200</td><td>210</td> <td>420</td> <td>310</td> </tr> <tr> <td>せん断ひずみ(%)</td> <td>40</td><td>38</td><td>170</td> <td>160</td><td>270</td><td>90</td> <td>130</td><td>110</td> <td>100</td><td>130</td> <td>180</td><td>180</td> <td>310</td> <td>230</td> </tr> <tr> <td>応力度(引張)(MPa)</td> <td>110</td><td>110</td><td>220</td> <td>160</td><td>270</td><td>100</td> <td>130</td><td>110</td> <td>100</td><td>130</td> <td>180</td><td>180</td> <td>310</td> <td>230</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>(264)</td><td>(264)</td><td>(264)</td> <td>(264)</td><td>(264)</td><td>(264)</td> <td>(264)</td><td>(264)</td> <td>(264)</td><td>(264)</td> <td>(264)</td><td>(264)</td> <td>(264)</td><td>(264)</td> </tr> <tr> <td rowspan="12">大梁</td> <td rowspan="3">Z4体</td> <td>応力度(引張)(MPa)</td> <td>1.2</td><td>0.7</td><td>0.2</td> <td>0.2</td><td>0.3</td><td>0.9</td> <td>0.6</td><td>0.6</td> <td>0.2</td><td></td> <td></td><td></td> <td>2.0</td> </tr> <tr> <td>せん断ひずみ(%)</td> <td>110</td><td>90</td><td>89</td> <td>90</td><td>170</td><td>120</td> <td>91</td><td>250</td> <td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>応力度(圧縮)(MPa)</td> <td>4.7</td><td>2.8</td><td>1.6</td> <td>1.9</td><td>3.2</td><td>2.3</td> <td>1.9</td><td>23.1</td> <td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>(264)</td><td>(264)</td><td>(264)</td> <td>(264)</td><td>(264)</td><td>(264)</td> <td>(264)</td><td>(264)</td> <td>(264)</td><td>(264)</td> <td>(264)</td><td>(264)</td> <td>(264)</td><td>(264)</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">内筋継ぎ</td> <td>応力度(引張)(MPa)</td> <td>50</td><td>30</td><td>19</td> <td>20</td><td>34</td><td>25</td> <td>20</td><td>280</td> <td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>せん断ひずみ(%)</td> <td>110</td><td>130</td><td>100</td> <td>110</td><td>180</td><td>140</td> <td>100</td><td>420</td> <td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>応力度(圧縮)(MPa)</td> <td>110</td><td>130</td><td>100</td> <td>110</td><td>180</td><td>140</td> <td>100</td><td>420</td> <td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>(264)</td><td>(264)</td><td>(264)</td> <td>(264)</td><td>(264)</td><td>(264)</td> <td>(264)</td><td>(264)</td> <td>(264)</td><td>(264)</td> <td>(264)</td><td>(264)</td> <td>(264)</td><td>(264)</td> </tr> <tr> <td rowspan="12">可動支床</td> <td rowspan="3">ソールプレート</td> <td>応力(引張)(MPa)</td> <td>22</td><td>23</td><td>22</td> <td>12</td><td>13</td><td>15</td> <td>14</td><td>22</td> <td>24</td><td>19</td> <td>18</td><td>15</td> <td>14</td> <td>301</td> </tr> <tr> <td>せん断ひずみ(%)</td> <td>100</td><td>28</td><td>40</td> <td>27</td><td>16</td><td>18</td> <td>17</td><td>27</td> <td>30</td><td>23</td> <td>22</td><td>19</td> <td>17</td> <td>60</td> </tr> <tr> <td>応力(圧縮)(MPa)</td> <td>22</td><td>23</td><td>22</td> <td>12</td><td>13</td><td>15</td> <td>14</td><td>22</td> <td>24</td><td>19</td> <td>18</td><td>15</td> <td>14</td> <td>301</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>(264)</td><td>(264)</td><td>(264)</td> <td>(264)</td><td>(264)</td><td>(264)</td> <td>(264)</td><td>(264)</td> <td>(264)</td><td>(264)</td> <td>(264)</td><td>(264)</td> <td>(264)</td><td>(264)</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">マニホールド</td> <td>応力(引張)(MPa)</td> <td>256</td><td>81</td><td>120</td> <td>79</td><td>48</td><td>48</td> <td>54</td><td>49</td> <td>40</td><td>86</td> <td>66</td><td>65</td> <td>63</td> <td>48</td> </tr> <tr> <td>せん断ひずみ(%)</td> <td>200</td><td>70</td><td>100</td> <td>60</td><td>41</td><td>40</td> <td>47</td><td>43</td><td>70</td> <td>75</td><td>58</td><td>57</td> <td>46</td> <td>40</td> </tr> <tr> <td>応力(圧縮)(MPa)</td> <td>43</td><td>20</td><td>21</td> <td>12</td><td>3.5</td><td>0.1</td> <td>3.8</td><td>3.3</td> <td>20</td><td>10</td> <td>14</td><td>11</td> <td>2.7</td> <td>0.4</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>(264)</td><td>(264)</td><td>(264)</td> <td>(264)</td><td>(264)</td><td>(264)</td> <td>(264)</td><td>(264)</td> <td>(264)</td><td>(264)</td> <td>(264)</td><td>(264)</td> <td>(264)</td><td>(264)</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">ベアリング</td> <td>応力(引張)(MPa)</td> <td>91</td><td>43</td><td>45</td> <td>24</td><td>7.3</td><td>0.2</td> <td>7.9</td><td>6.9</td> <td>42</td><td>21</td> <td>20</td> <td>25</td> <td>5.9</td> <td>0.8</td> </tr> <tr> <td>せん断ひずみ(%)</td> <td>190</td><td>89</td><td>92</td> <td>50</td><td>15</td><td>0.3</td> <td>16</td><td>14</td> <td>88</td><td>44</td> <td>61</td><td>47</td> <td>11</td> <td>1.8</td> </tr> <tr> <td>応力(圧縮)(MPa)</td> <td>43</td><td>42</td><td>42</td> <td>48</td><td>21</td><td>32</td> <td>45</td><td>43</td> <td>100</td><td>230</td> <td>95</td><td>110</td> <td>54</td> <td>36</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>(264)</td><td>(264)</td><td>(264)</td> <td>(264)</td><td>(264)</td><td>(264)</td> <td>(264)</td><td>(264)</td> <td>(264)</td><td>(264)</td> <td>(264)</td><td>(264)</td> <td>(264)</td><td>(264)</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">I-8</td> <td>応力(引張)(MPa)</td> <td>25</td><td>12</td><td>12</td> <td>6.6</td><td>2.0</td><td>0.1</td> <td>2.2</td><td>1.9</td> <td>11</td><td>1.8</td> <td>8.1</td> <td>4.2</td> <td>1.5</td> <td>0.2</td> </tr> <tr> <td>せん断ひずみ(%)</td> <td>40</td><td>40</td><td>30</td> <td>33</td><td>28</td><td>20</td> <td>30</td><td>31</td> <td>77</td><td>110</td> <td>47</td><td>56</td> <td>28</td> <td>198</td> </tr> <tr> <td>応力(圧縮)(MPa)</td> <td>500</td><td>440</td><td>340</td> <td>360</td><td>270</td><td>280</td> <td>320</td><td>340</td> <td>840</td><td>1200</td> <td>510</td><td>610</td> <td>290</td> <td>300</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>(264)</td><td>(264)</td><td>(264)</td> <td>(264)</td><td>(264)</td><td>(264)</td> <td>(264)</td><td>(264)</td> <td>(264)</td><td>(264)</td> <td>(264)</td><td>(264)</td> <td>(264)</td><td>(264)</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">S27-A1-継ぎボルト</td> <td>応力(引張)(MPa)</td> <td>330</td><td>340</td><td>310</td> <td>290</td><td>170</td><td>230</td> <td>230</td><td>320</td> <td>210</td><td>390</td> <td>430</td><td>190</td> <td>190</td> <td>420</td> </tr> <tr> <td>せん断ひずみ(%)</td> <td>190</td><td>180</td><td>120</td> <td>140</td><td>100</td><td>100</td> <td>120</td><td>130</td> <td>210</td> <td>400</td><td>190</td> <td>230</td> <td>110</td> <td>320</td> </tr> <tr> <td>応力(圧縮)(MPa)</td> <td>190</td><td>200</td><td>140</td> <td>140</td><td>77</td><td>40</td> <td>94</td><td>94</td> <td>260</td><td>430</td> <td>140</td><td>190</td> <td>76</td> <td>70</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>(264)</td><td>(264)</td><td>(264)</td> <td>(264)</td><td>(264)</td><td>(264)</td> <td>(264)</td><td>(264)</td> <td>(264)</td><td>(264)</td> <td>(264)</td><td>(264)</td> <td>(264)</td><td>(264)</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">ベアリング</td> <td>応力(引張)(MPa)</td> <td>16</td><td>10</td><td>9.1</td> <td>7.0</td><td>4.0</td><td>3.2</td> <td>4.7</td><td>6.7</td> <td>14</td><td>16</td> <td>8.3</td> <td>9.5</td> <td>3.9</td> <td>3.6</td> </tr> <tr> <td>せん断ひずみ(%)</td> <td>270</td><td>170</td><td>130</td> <td>120</td><td>66</td> <td>52</td> <td>77</td><td>77</td> <td>240</td><td>270</td> <td>150</td> <td>150</td> <td>64</td> <td>58</td> </tr> <tr> <td>応力(圧縮)(MPa)</td> <td>270</td><td>170</td><td>130</td> <td>120</td><td>66</td> <td>52</td> <td>77</td><td>77</td> <td>240</td><td>270</td> <td>150</td> <td>150</td> <td>64</td> <td>58</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>(264)</td><td>(264)</td><td>(264)</td> <td>(264)</td><td>(264)</td><td>(264)</td> <td>(264)</td><td>(264)</td> <td>(264)</td><td>(264)</td> <td>(264)</td><td>(264)</td> <td>(264)</td><td>(264)</td> </tr> </tbody> </table>				評価対象部位	評価項目(単位)	構造物標準位置												許容値	動床-1			動床-2			水平(ND)-1		水平(ND)-2		水平(ND)-3		水平(ND)-4				①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫		フレーム	最大ひずみ(%)	0.23	0.38	1.06	1.41	1.12	1.83	9.95 [※]						7.0	大梁	応力度(総合せ)(MPa)	200	190	110	120	150	130	120	120	120	120	120	120	※2			(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)		コアプレート	応力度(総合せ)(MPa)	100	84	48	47	63	53	46						※2			(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)			応力度(引張)(MPa)	140	100	79	94	130	100	84	294								(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)		コアプレート	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	3.2	2.0	せん断ひずみ(%)	86	86	190	200	233	98	170	180	130	190	230	240	360	250	応力度(圧縮)(MPa)	1.2	1.2	3.4	2.6	87.5	2.1	2.2	1.8	1.6	2.2	3.8	3.4	25	7.7			(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	内筋継ぎ	応力度(引張)(MPa)	11	11	32	24	160	20	21	17	15	21	36	32	240	72	せん断ひずみ(%)	45	44	100	100	160	90	140	120	100	100	200	210	420	310	応力度(圧縮)(MPa)	40	38	170	160	270	90	130	110	100	130	180	180	310	230			(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	取付ボルト	応力度(総合せ)(MPa)	45	44	100	100	160	90	140	120	100	100	200	210	420	310	せん断ひずみ(%)	40	38	170	160	270	90	130	110	100	130	180	180	310	230	応力度(引張)(MPa)	110	110	220	160	270	100	130	110	100	130	180	180	310	230			(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	大梁	Z4体	応力度(引張)(MPa)	1.2	0.7	0.2	0.2	0.3	0.9	0.6	0.6	0.2				2.0	せん断ひずみ(%)	110	90	89	90	170	120	91	250						応力度(圧縮)(MPa)	4.7	2.8	1.6	1.9	3.2	2.3	1.9	23.1								(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	内筋継ぎ	応力度(引張)(MPa)	50	30	19	20	34	25	20	280						せん断ひずみ(%)	110	130	100	110	180	140	100	420						応力度(圧縮)(MPa)	110	130	100	110	180	140	100	420								(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	可動支床	ソールプレート	応力(引張)(MPa)	22	23	22	12	13	15	14	22	24	19	18	15	14	301	せん断ひずみ(%)	100	28	40	27	16	18	17	27	30	23	22	19	17	60	応力(圧縮)(MPa)	22	23	22	12	13	15	14	22	24	19	18	15	14	301			(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	マニホールド	応力(引張)(MPa)	256	81	120	79	48	48	54	49	40	86	66	65	63	48	せん断ひずみ(%)	200	70	100	60	41	40	47	43	70	75	58	57	46	40	応力(圧縮)(MPa)	43	20	21	12	3.5	0.1	3.8	3.3	20	10	14	11	2.7	0.4			(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	ベアリング	応力(引張)(MPa)	91	43	45	24	7.3	0.2	7.9	6.9	42	21	20	25	5.9	0.8	せん断ひずみ(%)	190	89	92	50	15	0.3	16	14	88	44	61	47	11	1.8	応力(圧縮)(MPa)	43	42	42	48	21	32	45	43	100	230	95	110	54	36			(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	I-8	応力(引張)(MPa)	25	12	12	6.6	2.0	0.1	2.2	1.9	11	1.8	8.1	4.2	1.5	0.2	せん断ひずみ(%)	40	40	30	33	28	20	30	31	77	110	47	56	28	198	応力(圧縮)(MPa)	500	440	340	360	270	280	320	340	840	1200	510	610	290	300			(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	S27-A1-継ぎボルト	応力(引張)(MPa)	330	340	310	290	170	230	230	320	210	390	430	190	190	420	せん断ひずみ(%)	190	180	120	140	100	100	120	130	210	400	190	230	110	320	応力(圧縮)(MPa)	190	200	140	140	77	40	94	94	260	430	140	190	76	70			(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	ベアリング	応力(引張)(MPa)	16	10	9.1	7.0	4.0	3.2	4.7	6.7	14	16	8.3	9.5	3.9	3.6	せん断ひずみ(%)	270	170	130	120	66	52	77	77	240	270	150	150	64	58	応力(圧縮)(MPa)	270	170	130	120	66	52	77	77	240	270	150	150	64	58			(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)
評価対象部位	評価項目(単位)	構造物標準位置												許容値																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
		動床-1			動床-2			水平(ND)-1		水平(ND)-2		水平(ND)-3			水平(ND)-4																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
		①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
フレーム	最大ひずみ(%)	0.23	0.38	1.06	1.41	1.12	1.83	9.95 [※]						7.0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
大梁	応力度(総合せ)(MPa)	200	190	110	120	150	130	120	120	120	120	120	120	※2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
		(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
コアプレート	応力度(総合せ)(MPa)	100	84	48	47	63	53	46						※2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
		(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
	応力度(引張)(MPa)	140	100	79	94	130	100	84	294																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
		(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)	(343)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
コアプレート	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	3.2	2.0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
		せん断ひずみ(%)	86	86	190	200	233	98	170	180	130	190	230	240	360	250																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
		応力度(圧縮)(MPa)	1.2	1.2	3.4	2.6	87.5	2.1	2.2	1.8	1.6	2.2	3.8	3.4	25	7.7																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
			(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
	内筋継ぎ	応力度(引張)(MPa)	11	11	32	24	160	20	21	17	15	21	36	32	240	72																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
		せん断ひずみ(%)	45	44	100	100	160	90	140	120	100	100	200	210	420	310																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
		応力度(圧縮)(MPa)	40	38	170	160	270	90	130	110	100	130	180	180	310	230																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
			(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
	取付ボルト	応力度(総合せ)(MPa)	45	44	100	100	160	90	140	120	100	100	200	210	420	310																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
		せん断ひずみ(%)	40	38	170	160	270	90	130	110	100	130	180	180	310	230																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
		応力度(引張)(MPa)	110	110	220	160	270	100	130	110	100	130	180	180	310	230																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
			(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
大梁	Z4体	応力度(引張)(MPa)	1.2	0.7	0.2	0.2	0.3	0.9	0.6	0.6	0.2				2.0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
		せん断ひずみ(%)	110	90	89	90	170	120	91	250																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
		応力度(圧縮)(MPa)	4.7	2.8	1.6	1.9	3.2	2.3	1.9	23.1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
			(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
	内筋継ぎ	応力度(引張)(MPa)	50	30	19	20	34	25	20	280																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
		せん断ひずみ(%)	110	130	100	110	180	140	100	420																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
		応力度(圧縮)(MPa)	110	130	100	110	180	140	100	420																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
			(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
	可動支床	ソールプレート	応力(引張)(MPa)	22	23	22	12	13	15	14	22	24	19	18	15	14	301																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
			せん断ひずみ(%)	100	28	40	27	16	18	17	27	30	23	22	19	17	60																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
			応力(圧縮)(MPa)	22	23	22	12	13	15	14	22	24	19	18	15	14	301																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
				(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
マニホールド		応力(引張)(MPa)	256	81	120	79	48	48	54	49	40	86	66	65	63	48																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
		せん断ひずみ(%)	200	70	100	60	41	40	47	43	70	75	58	57	46	40																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
		応力(圧縮)(MPa)	43	20	21	12	3.5	0.1	3.8	3.3	20	10	14	11	2.7	0.4																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
			(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
ベアリング		応力(引張)(MPa)	91	43	45	24	7.3	0.2	7.9	6.9	42	21	20	25	5.9	0.8																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
		せん断ひずみ(%)	190	89	92	50	15	0.3	16	14	88	44	61	47	11	1.8																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
		応力(圧縮)(MPa)	43	42	42	48	21	32	45	43	100	230	95	110	54	36																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
			(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
I-8	応力(引張)(MPa)	25	12	12	6.6	2.0	0.1	2.2	1.9	11	1.8	8.1	4.2	1.5	0.2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
	せん断ひずみ(%)	40	40	30	33	28	20	30	31	77	110	47	56	28	198																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
	応力(圧縮)(MPa)	500	440	340	360	270	280	320	340	840	1200	510	610	290	300																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
		(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
S27-A1-継ぎボルト	応力(引張)(MPa)	330	340	310	290	170	230	230	320	210	390	430	190	190	420																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
	せん断ひずみ(%)	190	180	120	140	100	100	120	130	210	400	190	230	110	320																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
	応力(圧縮)(MPa)	190	200	140	140	77	40	94	94	260	430	140	190	76	70																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
		(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
ベアリング	応力(引張)(MPa)	16	10	9.1	7.0	4.0	3.2	4.7	6.7	14	16	8.3	9.5	3.9	3.6																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
	せん断ひずみ(%)	270	170	130	120	66	52	77	77	240	270	150	150	64	58																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
	応力(圧縮)(MPa)	270	170	130	120	66	52	77	77	240	270	150	150	64	58																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
		(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)	(264)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
<p>※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、全断面欠損にさらず部材は支持されることを確認</p> <p>※2：総合せ応力の許容値については()内に許容引張応力を記載</p> <p>□：支持機能に係る部材</p> <p>■：支持機能に係る部材以外で許容値を超えるもの</p> <p>■：支持機能に係る部材のうち許容値を超えるもの</p> <p>(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。</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4 STEP2-1における支承部の評価

評価対象	支承位置	支承位置	位置	震害想定位置						
				①	②	③	④	⑤	⑥	
フレーム *1	可動支承 ゴム支承 *1	可動支承 *1	側面	可動支承 フレーム 中央部 軸直	可動支承 フレーム 中央部 軸直	可動支承 フレーム 中央部 軸直	可動支承 フレーム 前部端部 水平 (NS)	可動支承 フレーム 可動支承部 水平 (EW)	可動支承 フレーム 中央部 水平 (EW)	可動支承 フレーム ゴム支承部 水平 (EW)
			背面	可動支承 フレーム 中央部 軸直	可動支承 フレーム 中央部 軸直	可動支承 フレーム 中央部 軸直	可動支承 フレーム 前部端部 水平 (NS)	可動支承 フレーム 可動支承部 水平 (EW)	可動支承 フレーム 中央部 水平 (EW)	可動支承 フレーム ゴム支承部 水平 (EW)
可動支承			側面	可動支承 フレーム 中央部 軸直	可動支承 フレーム 中央部 軸直	可動支承 フレーム 中央部 軸直	可動支承 フレーム 前部端部 水平 (NS)	可動支承 フレーム 可動支承部 水平 (EW)	可動支承 フレーム 中央部 水平 (EW)	可動支承 フレーム ゴム支承部 水平 (EW)
			背面	可動支承 フレーム 中央部 軸直	可動支承 フレーム 中央部 軸直	可動支承 フレーム 中央部 軸直	可動支承 フレーム 前部端部 水平 (NS)	可動支承 フレーム 可動支承部 水平 (EW)	可動支承 フレーム 中央部 水平 (EW)	可動支承 フレーム ゴム支承部 水平 (EW)

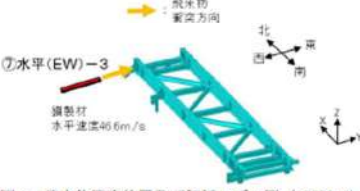
注：評価対象が許容値を超える部位は○、許容値を超えない部位は○。

*1：フレームゴム支承は、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で行うこと、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

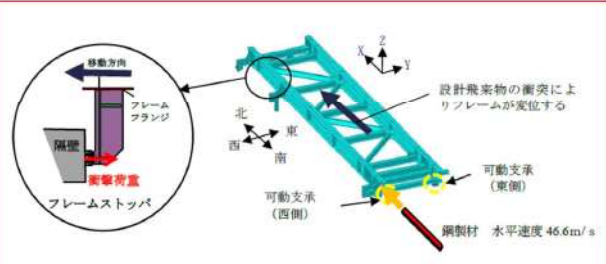
赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

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; text-align: center;"> <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 1328 914" 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: JEMG4601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。 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																											
	<p style="text-align: center;">表8 STEP2-3 解析条件</p> <table border="1" data-bbox="725 244 1317 451"> <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>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バターン</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" data-bbox="835 496 1189 619"> <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>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>  <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> <p>(2) 解析結果 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>	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バターン	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バターン	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="712 151 1326 502" style="border: 1px solid red; padding: 5px;">  <p>図6 設計飛来物衝突時のフレーム変位イメージ</p> <p>表10 ストッパー応力評価結果</p> <table border="1" data-bbox="840 391 1198 486"> <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="712 574 1326 997" style="padding: 5px;"> <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。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 1013 1326 1324" style="border: 1px solid red; padding: 5px;">  <p>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="712 180 1323 443" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p style="text-align: center;">表 11 竜巻風荷重に対するフレームゴム支承の評価結果 (注) 本評価結果は暫定値</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 colspan="2">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>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>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>③取付ボルト</td> <td>応力度（引張）</td> <td>11 MPa</td> <td>280 MPa^{※2}</td> </tr> <tr> <td>④アンカーボルト</td> <td>応力度（組合せ）</td> <td>100 MPa</td> <td>420 MPa^{※2}</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>73 MPa</td> <td>294 MPa^{※2}</td> <td></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：JAG4601に基づく許容応力状態Ⅳ.Sの許容応力</p> </div> <p data-bbox="712 491 1323 1212"> 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 1323 1300" style="text-align: right;">以上</p>	評価対象	評価項目	発生値		許容値	東側		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}	③取付ボルト	応力度（引張）	11 MPa	280 MPa ^{※2}	④アンカーボルト	応力度（組合せ）	100 MPa	420 MPa ^{※2}			73 MPa	294 MPa ^{※2}			
評価対象	評価項目			発生値			許容値																												
		東側																																	
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}																															
	③取付ボルト	応力度（引張）	11 MPa	280 MPa ^{※2}																															
④アンカーボルト	応力度（組合せ）	100 MPa	420 MPa ^{※2}																																
		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 別紙 5	泊発電所3号炉	相違理由																																																											
	<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 1323 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">従来物の衝突の有無</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="4">ネット (金網部)</td> <td rowspan="4">衝撃荷重 竜巻風荷重 自重</td> <td rowspan="4">有</td> <td>取付エネルギー評価</td> <td>電中研報告によるネットの限界取付エネルギー</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>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>破断評価</td> <td>JISに規定される規格値</td> </tr> <tr> <td>3-0ペナルティ</td> <td>破断評価</td> <td>試験結果に基づくメーカーの保証値</td> </tr> <tr> <td>接続治具</td> <td>破断評価</td> <td>JEN-1001に基づく許容応力状態IV,Sの許容応力</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>BBE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 機械部材</td> <td>衝撃荷重 竜巻風荷重 ネット荷重 自重</td> <td rowspan="2">有</td> <td>【貫通評価】 ひびき量</td> <td>NEI 07-10にTP(多軸性係数)を考慮して設定した破断ひびき(LS-DINAによる衝突解析によりひびき量を算出)</td> </tr> <tr> <td>ブレース</td> <td>【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用乗物の衝突エネルギーは抵減することから、ネットの取付エネルギー評価、破断評価に反映される。</td> <td>【支持機能評価】 せん断応力 曲げ応力</td> <td>JEN-1001に基づく許容応力状態IV,Sの許容応力</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>【支持機能評価】 せん断応力 曲げ応力</td> <td>JEN-1001に基づく許容応力状態IV,Sの許容応力</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 自重</td> <td rowspan="2">無</td> <td>【支持機能評価】 せん断応力 圧縮応力 曲げ応力 引張応力</td> <td>JEN-1001に基づく許容応力状態IV,Sの許容応力</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 自重</td> <td>【支持機能評価】 せん断応力 圧縮応力 曲げ応力 引張応力</td> <td>JEN-1001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	従来物の衝突の有無	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	取付エネルギー評価	電中研報告によるネットの限界取付エネルギー	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	リフトアップ	衝撃荷重 竜巻風荷重 自重	有	破断評価	JISに規定される規格値	3-0ペナルティ	破断評価	試験結果に基づくメーカーの保証値	接続治具	破断評価	JEN-1001に基づく許容応力状態IV,Sの許容応力	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	BBE式より算出される貫通限界板厚	フレーム	主桁 機械部材	衝撃荷重 竜巻風荷重 ネット荷重 自重	有	【貫通評価】 ひびき量	NEI 07-10にTP(多軸性係数)を考慮して設定した破断ひびき(LS-DINAによる衝突解析によりひびき量を算出)	ブレース	【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用乗物の衝突エネルギーは抵減することから、ネットの取付エネルギー評価、破断評価に反映される。	【支持機能評価】 せん断応力 曲げ応力	JEN-1001に基づく許容応力状態IV,Sの許容応力	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	【支持機能評価】 せん断応力 曲げ応力	JEN-1001に基づく許容応力状態IV,Sの許容応力	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 自重	無	【支持機能評価】 せん断応力 圧縮応力 曲げ応力 引張応力	JEN-1001に基づく許容応力状態IV,Sの許容応力	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 自重	【支持機能評価】 せん断応力 圧縮応力 曲げ応力 引張応力	JEN-1001に基づく許容応力状態IV,Sの許容応力		<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					従来物の衝突の有無	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	取付エネルギー評価	電中研報告によるネットの限界取付エネルギー																																																										
			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																																																										
リフトアップ	衝撃荷重 竜巻風荷重 自重	有	破断評価	JISに規定される規格値																																																										
3-0ペナルティ			破断評価	試験結果に基づくメーカーの保証値																																																										
接続治具			破断評価	JEN-1001に基づく許容応力状態IV,Sの許容応力																																																										
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	BBE式より算出される貫通限界板厚																																																									
フレーム	主桁 機械部材	衝撃荷重 竜巻風荷重 ネット荷重 自重	有	【貫通評価】 ひびき量	NEI 07-10にTP(多軸性係数)を考慮して設定した破断ひびき(LS-DINAによる衝突解析によりひびき量を算出)																																																									
	ブレース	【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用乗物の衝突エネルギーは抵減することから、ネットの取付エネルギー評価、破断評価に反映される。		【支持機能評価】 せん断応力 曲げ応力	JEN-1001に基づく許容応力状態IV,Sの許容応力																																																									
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	【支持機能評価】 せん断応力 曲げ応力	JEN-1001に基づく許容応力状態IV,Sの許容応力																																																										
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 自重	無	【支持機能評価】 せん断応力 圧縮応力 曲げ応力 引張応力	JEN-1001に基づく許容応力状態IV,Sの許容応力																																																									
	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 自重		【支持機能評価】 せん断応力 圧縮応力 曲げ応力 引張応力	JEN-1001に基づく許容応力状態IV,Sの許容応力																																																									

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1 添付資料3.13）

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>表1 竜巻防護ネットの各部材に対する許容限界 (2/2)</p> <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(旧4.3)」に基づく道路橋支承使製の評価基準値</td> </tr> <tr> <td>【支持機能評価】 引張応力</td> <td>JISG4901 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>JISG4901 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>JISG4901 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(旧4.3)」に基づく道路橋支承使製の評価基準値</td> </tr> <tr> <td>【支持機能評価】 引張応力</td> <td>JISG4901 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>JISG4901 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>JISG4901 に基づく許容応力状態Ⅳ.Sの許容応力</td> </tr> <tr> <td rowspan="14">可動支承</td> <td rowspan="14">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="14">無</td> <td>【支持機能評価】 支圧応力</td> <td>JISG4901 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>JISG4901 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></td> </tr> <tr> <td>【支持機能評価】 支圧応力</td> <td></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></td> </tr> <tr> <td>【支持機能評価】 支圧応力</td> <td>JISG4901 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></td> </tr> <tr> <td>【支持機能評価】 引張応力 せん断応力</td> <td></td> </tr> <tr> <td>【支持機能評価】 曲げ応力 せん断応力</td> <td></td> </tr> <tr> <td>【支持機能評価】 引張応力 せん断応力</td> <td></td> </tr> <tr> <td>【支持機能評価】 曲げ応力</td> <td></td> </tr> <tr> <td>【支持機能評価】 引張応力 せん断応力</td> <td></td> </tr> <tr> <td>【支持機能評価】 曲げ応力</td> <td></td> </tr> <tr> <td>ストッパー</td> <td>衝撃荷重 竜巻風荷重</td> <td>無</td> <td>【支持機能評価】 せん断応力 曲げ応力</td> <td>JISG4901 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(旧4.3)」に基づく道路橋支承使製の評価基準値	【支持機能評価】 引張応力	JISG4901 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	JISG4901 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	JISG4901 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(旧4.3)」に基づく道路橋支承使製の評価基準値	【支持機能評価】 引張応力	JISG4901 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	JISG4901 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	JISG4901 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	JISG4901 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	JISG4901 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		【支持機能評価】 支圧応力		【支持機能評価】 せん断応力 曲げ応力 支圧応力		【支持機能評価】 支圧応力	JISG4901 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		【支持機能評価】 引張応力 せん断応力		【支持機能評価】 曲げ応力 せん断応力		【支持機能評価】 引張応力 せん断応力		【支持機能評価】 曲げ応力		【支持機能評価】 引張応力 せん断応力		【支持機能評価】 曲げ応力		ストッパー	衝撃荷重 竜巻風荷重	無	【支持機能評価】 せん断応力 曲げ応力	JISG4901 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(旧4.3)」に基づく道路橋支承使製の評価基準値																																																														
			【支持機能評価】 引張応力	JISG4901 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	JISG4901 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	JISG4901 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(旧4.3)」に基づく道路橋支承使製の評価基準値																																																														
			【支持機能評価】 引張応力	JISG4901 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	JISG4901 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	JISG4901 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	JISG4901 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	JISG4901 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																																																															
			【支持機能評価】 支圧応力																																																															
			【支持機能評価】 せん断応力 曲げ応力 支圧応力																																																															
			【支持機能評価】 支圧応力	JISG4901 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																																																															
			【支持機能評価】 引張応力 せん断応力																																																															
			【支持機能評価】 曲げ応力 せん断応力																																																															
			【支持機能評価】 引張応力 せん断応力																																																															
			【支持機能評価】 曲げ応力																																																															
			【支持機能評価】 引張応力 せん断応力																																																															
			【支持機能評価】 曲げ応力																																																															
ストッパー	衝撃荷重 竜巻風荷重	無	【支持機能評価】 せん断応力 曲げ応力	JISG4901 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 別紙 6	泊発電所3号炉	相違理由
	<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通し確認において、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)			
主な機能損傷モード			
評価対象	支持部材の設計方針	構造強度上の性能目標	構造強度上の評価方針
電送機架ネット (支持部材)	支持部材は設計電圧の風圧力による倒壊、飛来物による倒壊等、飛来物による倒壊等に対する構造強度を確保する。また、飛来物による倒壊等に対する構造強度を確保する。また、飛来物による倒壊等に対する構造強度を確保する。	【耐風】設計飛来物の支持部材に対する倒壊等に対する構造強度を確保する。また、飛来物による倒壊等に対する構造強度を確保する。また、飛来物による倒壊等に対する構造強度を確保する。	設計飛来物の支持部材に対する倒壊等に対する構造強度を確保する。また、飛来物による倒壊等に対する構造強度を確保する。また、飛来物による倒壊等に対する構造強度を確保する。
	【支持機能】支持部材は設計電圧の風圧力による倒壊、飛来物による倒壊等、飛来物による倒壊等に対する構造強度を確保する。また、飛来物による倒壊等に対する構造強度を確保する。また、飛来物による倒壊等に対する構造強度を確保する。	【耐風】設計飛来物の支持部材に対する倒壊等に対する構造強度を確保する。また、飛来物による倒壊等に対する構造強度を確保する。また、飛来物による倒壊等に対する構造強度を確保する。	設計飛来物の支持部材に対する倒壊等に対する構造強度を確保する。また、飛来物による倒壊等に対する構造強度を確保する。また、飛来物による倒壊等に対する構造強度を確保する。
評価部材	構造強度上の性能目標	構造強度上の評価方針	評価部材
	【耐風】設計飛来物の支持部材に対する倒壊等に対する構造強度を確保する。また、飛来物による倒壊等に対する構造強度を確保する。また、飛来物による倒壊等に対する構造強度を確保する。	【耐風】設計飛来物の支持部材に対する倒壊等に対する構造強度を確保する。また、飛来物による倒壊等に対する構造強度を確保する。また、飛来物による倒壊等に対する構造強度を確保する。	フレーム
	【耐風】設計飛来物の支持部材に対する倒壊等に対する構造強度を確保する。また、飛来物による倒壊等に対する構造強度を確保する。また、飛来物による倒壊等に対する構造強度を確保する。	【耐風】設計飛来物の支持部材に対する倒壊等に対する構造強度を確保する。また、飛来物による倒壊等に対する構造強度を確保する。また、飛来物による倒壊等に対する構造強度を確保する。	フレーム
	【耐風】設計飛来物の支持部材に対する倒壊等に対する構造強度を確保する。また、飛来物による倒壊等に対する構造強度を確保する。また、飛来物による倒壊等に対する構造強度を確保する。	【耐風】設計飛来物の支持部材に対する倒壊等に対する構造強度を確保する。また、飛来物による倒壊等に対する構造強度を確保する。また、飛来物による倒壊等に対する構造強度を確保する。	フレーム
作用荷重	作用荷重	作用荷重	作用荷重
自重、上載荷重 (ネット)、電送機架荷重、衝撃荷重	自重、上載荷重 (ネット)、電送機架荷重、衝撃荷重	自重、上載荷重 (ネット)、電送機架荷重、衝撃荷重	自重、上載荷重 (ネット)、電送機架荷重、衝撃荷重
許容限界	許容限界	許容限界	許容限界
NE107-13にIP (多軸歪率) を考慮して設定した破断ひずみ以下 (LS-01VA) による衝撃解析によりひずみ重を算出)	NE107-13にIP (多軸歪率) を考慮して設定した破断ひずみ以下 (LS-01VA) による衝撃解析によりひずみ重を算出)	NE107-13にIP (多軸歪率) を考慮して設定した破断ひずみ以下 (LS-01VA) による衝撃解析によりひずみ重を算出)	NE107-13にIP (多軸歪率) を考慮して設定した破断ひずみ以下 (LS-01VA) による衝撃解析によりひずみ重を算出)
E.P. (構造成立後見直し) STEP1	E.P. (構造成立後見直し) STEP2	E.P. (構造成立後見直し) STEP2	E.P. (構造成立後見直し) STEP2
-	-	-	-
C.P.	C.P.	C.P.	C.P.
○ (構造解析及び確認)	○ (構造解析及び確認)	○ (構造解析及び確認)	○ (構造解析及び確認)

※ 印: 設置許可段階 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)

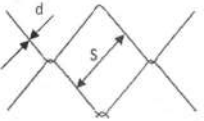
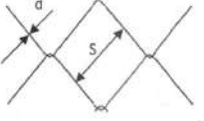
大飯発電所3/4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
表1 設置許可段階及び詳細設計段階での説明事項 (2/3)			
評価対象 支持部材の設計方針 構造強度上の性能目標 構造強度上の設計方針	支持部材は設計電圧の風圧力による衝撃、飛来物による衝撃荷重及びその他の荷重に対し、飛来物が非常用海水ポンプ等へ衝突することを防止するために、飛来物が支持部材を構成する主要な構造部材を貫通せず、上載するネット及び防護板を支持可能な構造強度を有し、非常用海水ポンプ等に波及的影射を与えないために、支持部材自体の軽量化及び取付を発生しない設計とする。	【支持機能】 支持部材は設計電圧の風圧力による衝撃、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。	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し、支持機能を維持する「道路橋示方書・河橋設V耐震設計編 (04.3)」又は許容応力状態IVSの許容応力に基づく基準値を越えないことを確認する。
評価部材 ゴム体 内部鋼板 大飯ゴム束 車取付ボルト	評価部材 ゴム体 内部鋼板 車取付ボルト	評価部材 ゴム体 内部鋼板 車取付ボルト フラッシュ	評価部材 ゴム体 内部鋼板 車取付ボルト フラッシュ
作用荷重 自重 上風荷 (ネット、フレーム、梁) 電巻風荷重 衝撃荷重	作用荷重 自重 上風荷 (ネット、フレーム) 電巻風荷重 衝撃荷重	作用荷重 自重 上風荷 (ネット、フレーム) 電巻風荷重 衝撃荷重	作用荷重 自重 上風荷 (ネット、フレーム) 電巻風荷重 衝撃荷重
損傷状態 終局状態	損傷状態 終局状態	損傷状態 終局状態	損傷状態 終局状態
許容限界 ・発生する引張応力が道路橋支保構造の許容限界以下 ・発生する圧縮応力が許容限界以下 ・発生する応力がJE364001のIVS以下	許容限界 ・発生する引張応力が道路橋支保構造の許容限界以下 ・発生する圧縮応力が許容限界以下 ・発生する応力がJE364001のIVS以下	許容限界 ・発生する引張応力が道路橋支保構造の許容限界以下 ・発生する圧縮応力が許容限界以下 ・発生する応力がJE364001のIVS以下	許容限界 ・発生する引張応力が道路橋支保構造の許容限界以下 ・発生する圧縮応力が許容限界以下 ・発生する応力がJE364001のIVS以下
説明段階 IP (構造成立性見直し) STEP1	説明段階 IP (構造成立性見直し) STEP2-1	説明段階 IP (構造成立性見直し) STEP2-1 STEP2-2	説明段階 IP (構造成立性見直し) STEP2-1 STEP2-2
CP (構造成立性見直し)	CP (構造成立性見直し)	CP (構造成立性見直し)	CP (構造成立性見直し)

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)

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 竜巻防護ネット(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。支持部材を構成する主要な構成部材を買通せし、上載するネット及び防護板を支持可能な構造強度を有し、非常用海水ポンプ等に波及的影響を及ぼさないように、支持部材を構成する部材自体の転回及び脱落を生じない設計とする。	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、飛来物による衝撃荷重及びその他の荷重に対し、上載する飛来物による衝撃荷重及びその他の荷重に、ネット及び防護板を支持可能な構造強度を有する。	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し、上載するフレーム等を支持する機能に係る部材が支持機能を維持するため、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 可動部材 フレーム プレート コネクタ 上部接合ボルト 下部接合ボルト ハンゴウト	主な機能別モード 作用荷重 ・自重 ・上載荷重(ネット、フレーム) ・電巻風荷重 ・衝撃荷重	許容限界 発生する応力がIEAG 4901のIVS以下	EP (構造成立性記述し) STEP1 STEP2	説明目録 C/P ○ (備考から参照) ○ (備考から参照)
<p>表1 設置許可段階及び詳細設計段階での説明事項 (3/3)</p> <p>※ EP: 設置許可段階 CP: 詳細設計段階 (注) 可搬支束については一部部材が許容値を超え結果となったため、詳細設計段階では、可搬支束のキイアズアップがバルトの仕様変更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>以上</p>								

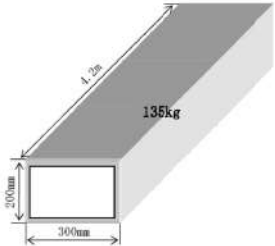
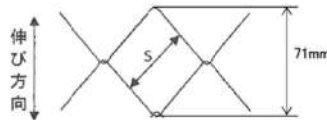
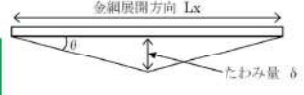
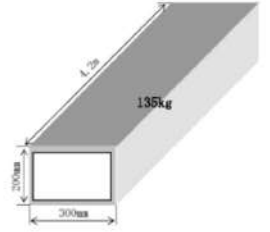
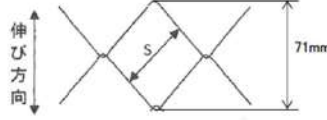
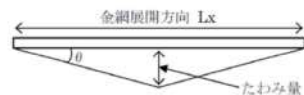
赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

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）

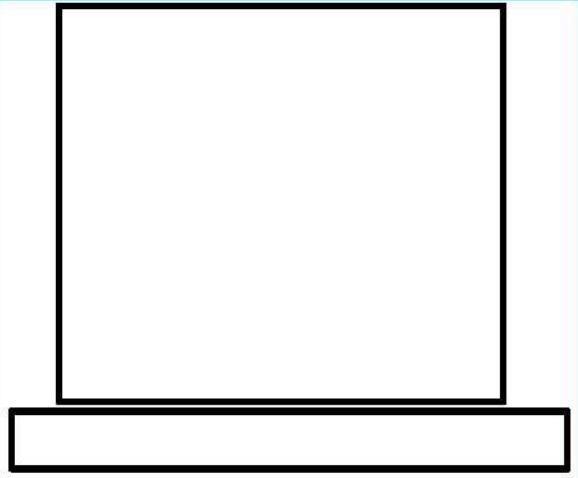
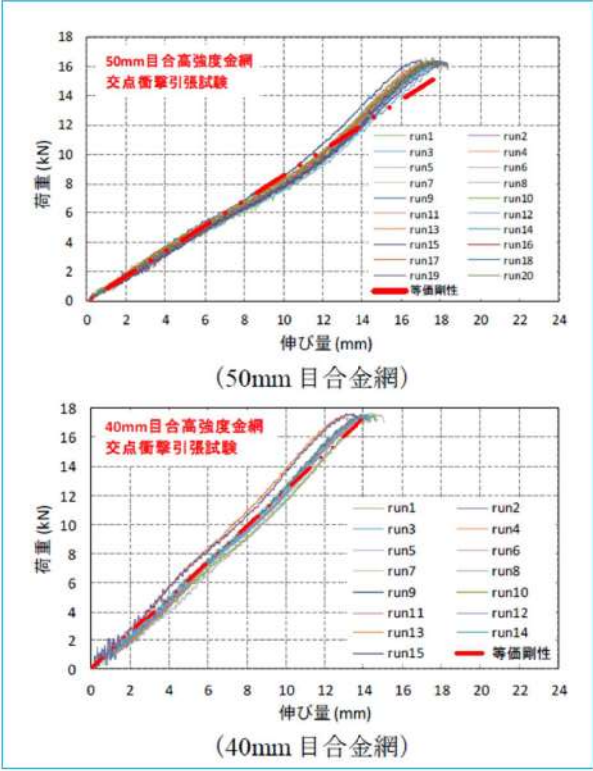
大阪発電所3/4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
<p style="text-align: right;">別紙 2-1</p> <p style="text-align: center;">防護ネットの吸収エネルギーの評価</p> <p>1. 海水ポンプ室防護ネット</p> <p>(1) 金網の設置方法及び吸収エネルギーの評価方針</p> <p>海水ポンプ室の両サイドに檣状に架構を設置し、その間に渡した主梁の上に防護ネットを設置する。防護ネットはH形鋼等を用いたフレームに取付け、フレームへの金網の取付け部については、金網の4辺をワイヤーロープで支持し、ワイヤーの両端を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>【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）

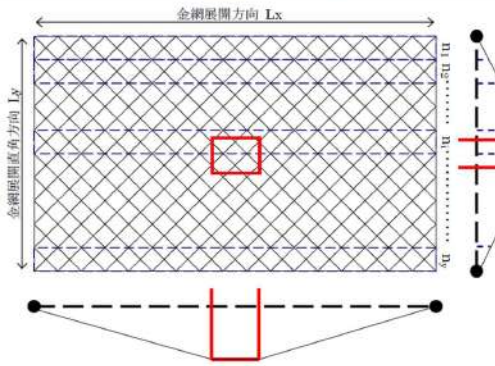
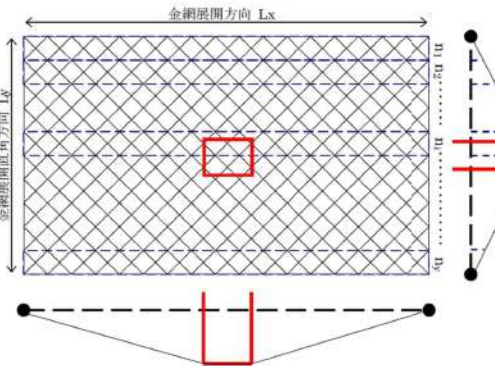
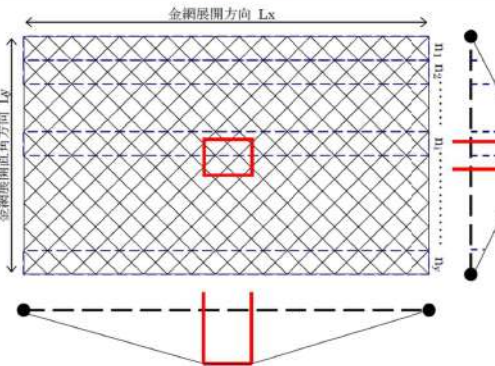
大阪発電所3/4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
<p>鋼製材</p> <ul style="list-style-type: none"> 飛来物形状：0.2m×0.3m×4.2m 飛来物質量 M：135kg 衝突速度 水平速度 V_H:57m/s 鉛直速度 V_V:38m/s 衝突エネルギー <p>水平方向：$E_H = \frac{1}{2} \times M \times V^2 = 219.4 \text{ kJ}$ 鉛直方向：$E_V = \frac{1}{2} \times M \times V^2 = 97.5 \text{ kJ}$</p>  <p>(4) 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>$\delta_{max} = \frac{Lx}{2} \cdot \tan(\theta_{max})$ $\theta_{max} = \cos^{-1} \left(\frac{71}{71+20} \right)$</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：$E_H = \frac{1}{2} \times M \times V^2 = 219.4 \text{ kJ}$ 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>$\delta_{max} = \frac{Lx}{2} \cdot \tan(\theta_{max})$ $\theta_{max} = \cos^{-1} \left(\frac{71}{71+20} \right) = 38.8 \text{ deg}$</p>  <p>で求められる。</p>	<p>【大阪】 ・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> <p>【大阪】 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>	<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>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>【大阪】</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）

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: center;">大阪発電所3/4号炉</p>  <p style="text-align: center;">図2 金網の評価モデル</p> <p>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>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>このとき1つの列の剛性(金網展開剛性 K_x)は、</p> <p>金網展開剛性 $K_x = \square N_x$</p> <p>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>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>となる。</p> <p>i番目の列における吸収エネルギー E_i は、</p> $E_i = \int F_i d\delta_i = \int 4K_x \cdot \delta_i \cdot \left(1 - \frac{L_x}{\sqrt{4\delta_i^2 + L_x^2}}\right) d\delta_i$ $= 2K_x \cdot \delta_i^2 - K_x \cdot L_x (\sqrt{4\delta_i^2 + L_x^2} - L_x)$	<p style="text-align: center;">女川原子力発電所2号炉</p>  <p style="text-align: center;">図2 金網の評価モデル</p> <p>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>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>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 style="border: 1px solid green; padding: 5px; width: fit-content; margin: 10px auto;"> <p>金網展開剛性 $K_x = 858/N_x$</p> </div> <p>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>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>となる。</p> <p>i番目の列における吸収エネルギー E_i は</p> $E_i = \int F_i d\delta_i = \int 4K_x \cdot \delta_i \cdot \left(1 - \frac{L_x}{\sqrt{4\delta_i^2 + L_x^2}}\right) d\delta_i$ $= 2K_x \cdot \delta_i^2 - K_x \cdot L_x (\sqrt{4\delta_i^2 + L_x^2} - L_x)$	<p style="text-align: center;">泊発電所3号炉</p>  <p style="text-align: center;">図2 金網の評価モデル</p> <p>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>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>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 style="border: 1px solid green; padding: 5px; width: fit-content; margin: 10px auto;"> <p>金網展開剛性 $K_x = 858/N_x$</p> </div> <p>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>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>となる。</p> <p>i番目の列における吸収エネルギー E_i は</p> $E_i = \int F_i d\delta_i = \int 4K_x \cdot \delta_i \cdot \left(1 - \frac{L_x}{\sqrt{4\delta_i^2 + L_x^2}}\right) d\delta_i$ $= 2K_x \cdot \delta_i^2 - K_x \cdot L_x (\sqrt{4\delta_i^2 + L_x^2} - L_x)$	<p style="text-align: center;">相違理由</p> <p>【大阪】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・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>【大阪】</p> <p>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>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> $P_D = \left(\frac{1}{2} \cdot \rho \cdot V_D^2\right) \cdot G \cdot C \cdot A = 62.12Lx [N/m]$ <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> $A = \frac{4}{1000} \cdot \left(4 \cdot \frac{50}{1000}\right) \cdot \frac{1000Lx}{50\sqrt{2}}$ <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> $P_D = \left(\frac{1}{2} \cdot \rho \cdot V_D^2\right) \cdot G \cdot C \cdot A = 62.12Lx [N/m]$ <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> $A = \frac{4}{1000} \cdot \left(4 \cdot \frac{50}{1000}\right) \cdot \frac{1000Lx}{50\sqrt{2}}$ <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ナ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>【大阪】 ・竜巻防護ネットの設置場所の相違。 【大阪】 大阪の図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）

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="123 199 660 598"> <p>天井部</p> <p>側面部（竜巻防護ネット支柱部）</p> </div> <div data-bbox="107 635 676 954"> <p>図3 海水ポンプ室防護対策 平面図</p> </div> <div data-bbox="183 976 560 1401"> <p>図4 海水ポンプ室防護ネット 割振り図</p> </div>	<div data-bbox="907 114 1131 140"> <p>女川原子力発電所2号炉</p> </div>	<div data-bbox="1348 178 1957 566"> <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">海水ポンプエアリア上部開口部</th> <th colspan="2">海水ストレーナエアリア上部開口部</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" style="text-align: center;">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="1348 625 1957 938"> <p>図3 竜巻防護ネット 平面図</p> </div>	ネット	海水ポンプエアリア上部開口部		海水ストレーナエアリア上部開口部		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	海水ポンプエアリア上部開口部			海水ストレーナエアリア上部開口部																																																
	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]																																																

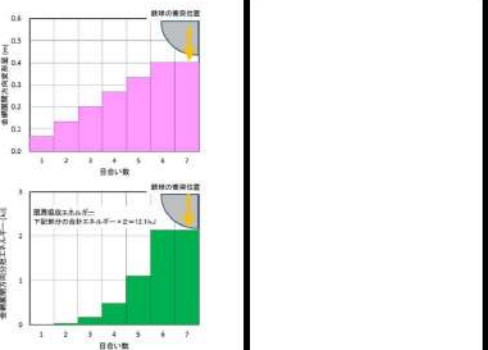
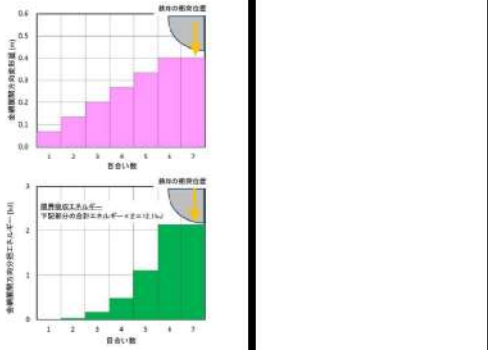
赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

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 2-2</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 data-bbox="120 911 658 1286" style="border: 1px solid black; width: 100%; height: 100%;"></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 data-bbox="1379 903 1917 1262" style="border: 1px solid black; width: 100%; height: 100%;"></div> <p style="text-align: center;">図1 自由落下試験装置</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。 <p>【大飯】</p> <p>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>

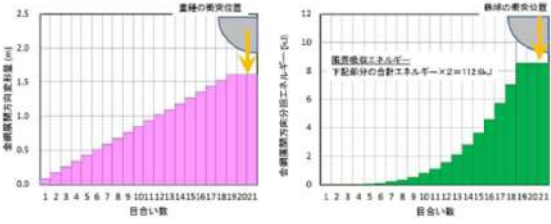
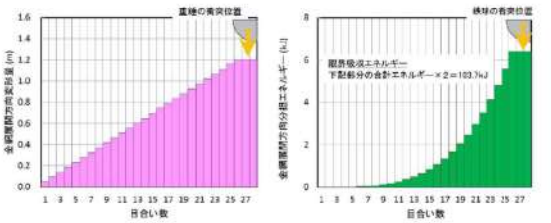
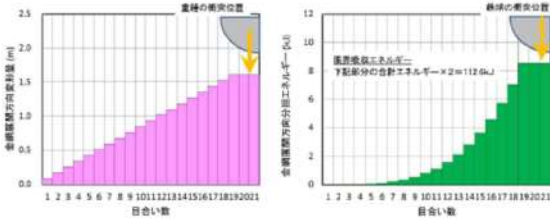
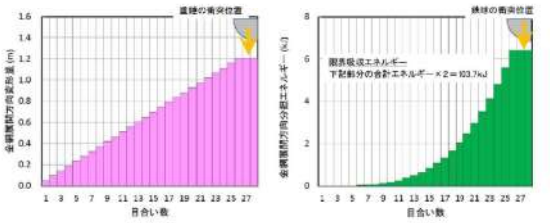
赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

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>女川原子力発電所2号炉</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：50 mm 素線の引張強さ：1,400N/mm² 寸法：4 m×3 mおよび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：1500kg 落下高さ（エネルギー）：15.4m(252kJ)～17m(279kJ) 		<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）：15.4 m（252 k J）～17m（279 k J） 	

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>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、参考を示す緩衝材を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、参考を示す緩衝材を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
<div data-bbox="138 146 663 507" data-label="Image"> </div> <div data-bbox="304 507 508 529" data-label="Caption"> <p>図5 大型自由落下試験結果</p> </div> <div data-bbox="73 587 181 614" data-label="Section-Header"> <p>6. まとめ</p> </div> <div data-bbox="91 616 696 730" 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="91 730 696 817" 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="134 829 633 1267" data-label="Image"> </div> <div data-bbox="255 1268 479 1292" data-label="Caption"> <p>図6 E_{Design} と E_{Drop} の比較結果</p> </div>		<div data-bbox="1393 146 1917 507" data-label="Image"> </div> <div data-bbox="1550 504 1767 528" data-label="Caption"> <p>図5 大型自由落下試験結果</p> </div> <div data-bbox="1332 587 1447 616" data-label="Section-Header"> <p>6. まとめ</p> </div> <div data-bbox="1348 616 1968 732" 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="1348 730 1968 818" 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="1408 834 1910 1259" data-label="Image"> </div> <div data-bbox="1534 1259 1785 1284" 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: 146px; height: 154px; margin: 10px 0;"></div> <p style="text-align: center;">図1 緩衝材の構造</p> <div data-bbox="152 641 609 1091" style="border: 1px solid black; width: 204px; height: 282px; margin: 10px 0;"></div> <p style="text-align: center;">図2 緩衝材の設置方法</p> <div data-bbox="170 1136 600 1430" style="border: 1px solid black; width: 192px; height: 184px; margin: 10px 0;"></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="1438 517 1886 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)

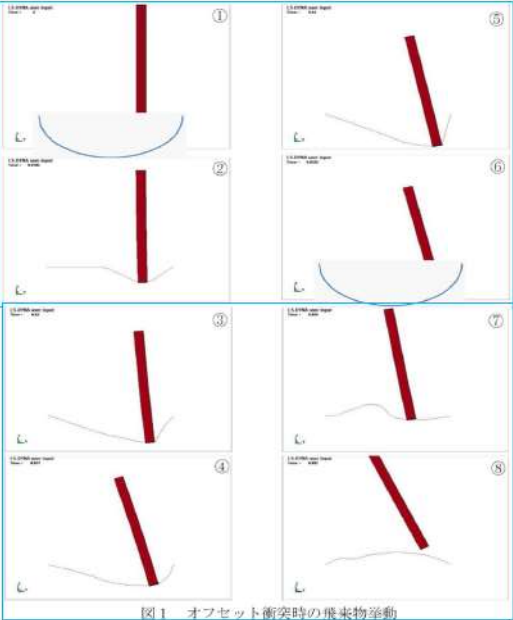
赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

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="118 164 651 491" data-label="Image"> </div> <div data-bbox="129 491 595 510" data-label="Caption"> <p>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> </div> <p>2. 緩衝材による地震時の影響</p> <p>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>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>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 164 1955 411" data-label="Image"> </div> <div data-bbox="1458 411 1843 430" data-label="Caption"> <p>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> </div> <div data-bbox="1576 480 1944 499" data-label="Text"> <p>持込みの内容は機密情報に属しますので公開できません。</p> </div> <p>2. 緩衝材による地震時の影響</p> <p>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>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>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>【大飯】 ・ネットで防護する対象の相違。</p> <p>【大飯】 呼称の相違。</p> <p>【大飯】 ・竜巻防護ネットのサイズ等の相違。</p> <p>【大飯】 ・ネットで防護する対象の相違。</p> <p>【大飯】 ・設置環境による相違。</p> <p>【大飯】 ・ネットで防護する対象の相違。</p>

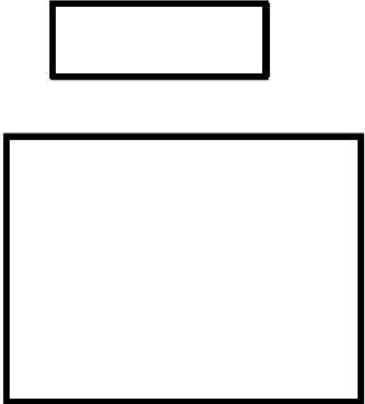

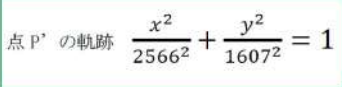
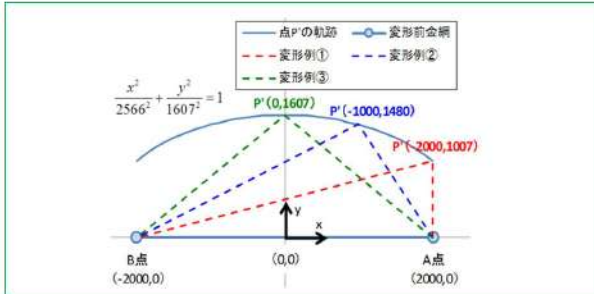
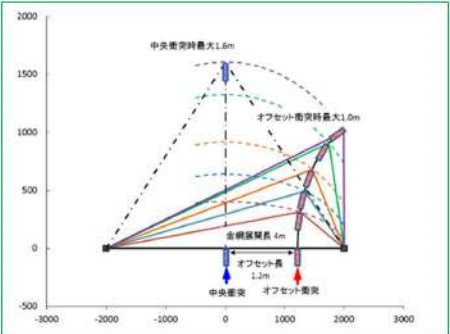
赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

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 2-4</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所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>【大阪】 ・記載表現の相違。</p> <p>【大阪】 泊では電中研報告書の記載を参照している。また、大阪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>【大阪】 泊では電中研報告書の記載を参照している。</p>


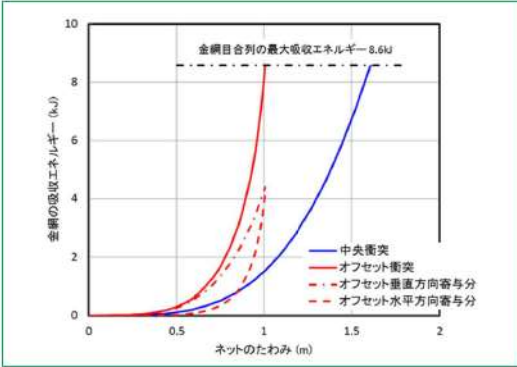
赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

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>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 style="text-align: center;">  </div> <p>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 style="text-align: center;">  </div> <p>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 style="text-align: center;">  </div> <div style="text-align: center;">  </div> <p>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 style="text-align: center;">  </div> <p>図2 オフセット衝突した飛来物の軌跡</p>	<p>【大阪】 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>【大阪】 記載表現の相違。(図番)</p> <p>【大阪】 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>

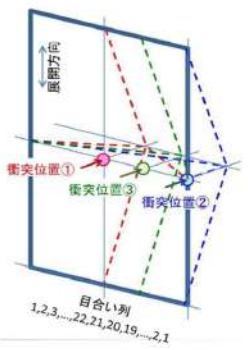
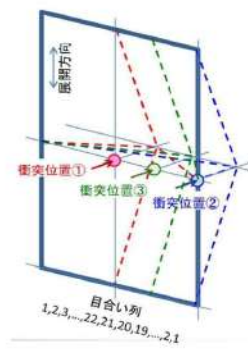
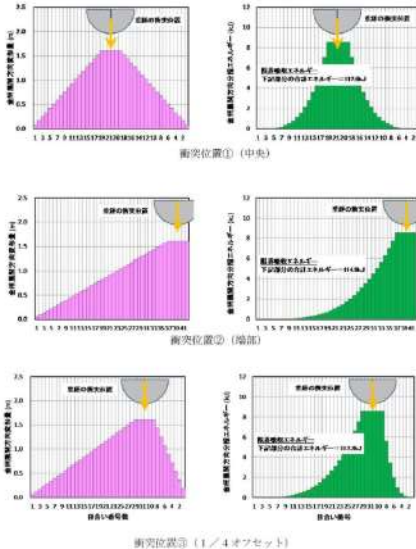
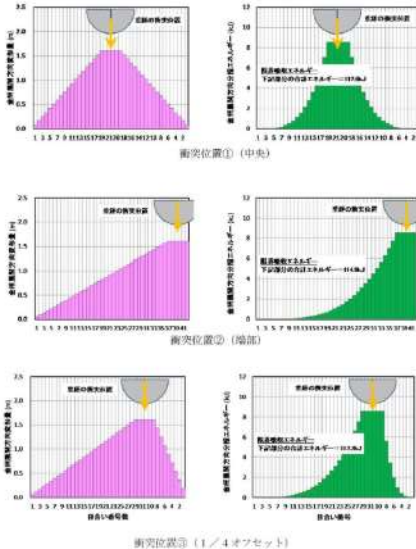
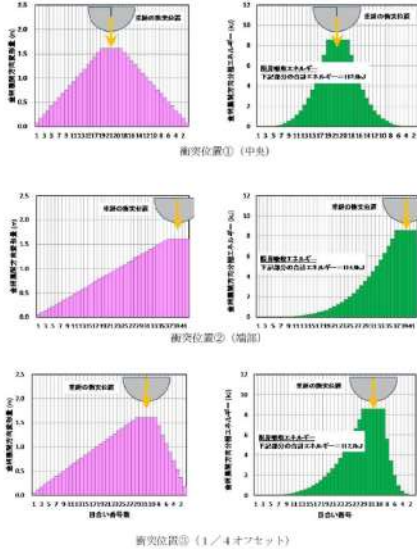
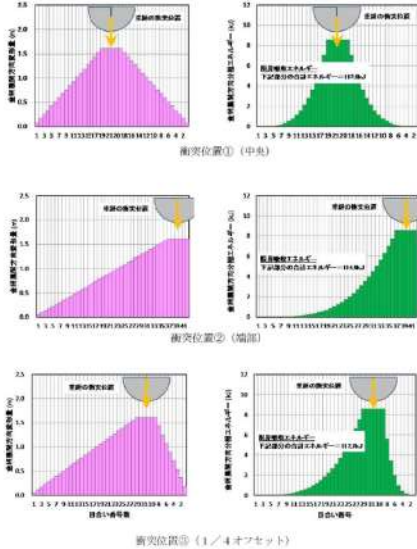
赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

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>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を図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>【大阪】 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>

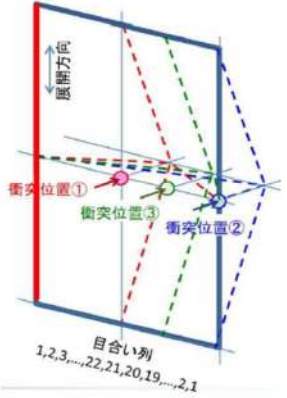
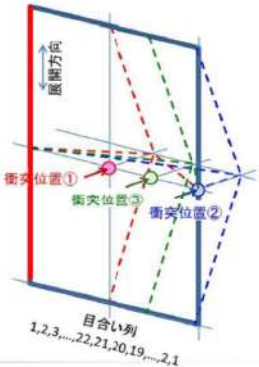
赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

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>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>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>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>
<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>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>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>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>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>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）

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="85 427 689 534"> <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="1350 414 1948 534"> <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																		

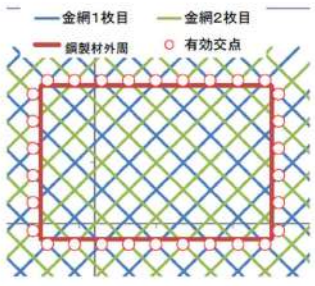
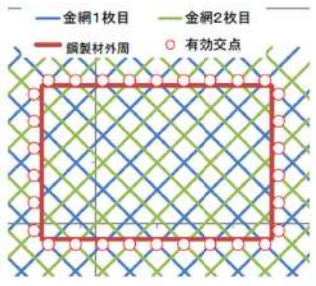
赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

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;">飛来物衝突部における金網の局部貫通評価</p> <p>防護ネットに飛来物が衝突した際に、飛来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"> 飛来物衝突による衝突荷重の算定 衝突部の金網から素線一本あたりの荷重を算出 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 飛来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、飛来物が防護ネットに衝突する際の速度を、飛来物の水平速度57m/sを切り上げて60m/s、飛来物の質量をmとすると、衝突後に飛来物に作用する衝撃荷重F、時間t秒後の飛来物の速度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}に到達したとき飛来物の速度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> $4m \times 3m \text{ の金網における最大たわみ量 } d_{max} = \frac{4}{2} \tan(38.8^\circ) = \text{[] [m]} \quad \text{より}$ <p>衝突時間：t=[][sec]、 衝撃荷重：F=[][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;">飛来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）に飛来物が衝突した際に、飛来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"> 飛来物衝突による衝突荷重の算定 衝突部の金網から素線一本あたりの荷重を算出 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 飛来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、飛来物が防護ネットに衝突する際の速度を飛来物の水平速度57m/sを切り上げて60m/s、飛来物の質量をmとすると、衝突後に飛来物に作用する衝撃荷重F、時間t秒後の飛来物の速度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、最大変異d_{max}に到達したときの飛来物の速度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> $d_{max} = \frac{4}{2} \tan(38.8^\circ) = 1.608 [m]$ <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>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>	

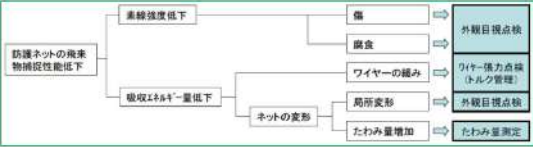
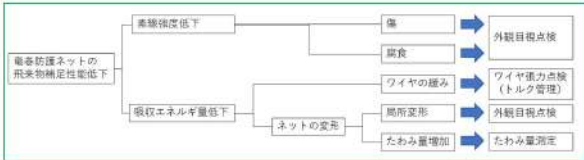
赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

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>【大阪】 ・記載表現の相違。</p> <p>【大阪】 ・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 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>【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>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、大阪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、大阪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>【大阪】 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>【大阪】 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)

大阪発電所3/4号炉 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。 防護ネットの管理限界たわみ量の評価結果 	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉 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。 表1 竜巻防護ネットの管理限界たわみ量の評価結果 <table border="1"> <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">防風吸収エネルギー (kJ)</th> <th rowspan="2">①風荷重によるエネルギー (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風平均重量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">⑥に相当するたわみ量 (mm)</th> <th rowspan="2">管理限界たわみ量 (mm)</th> </tr> <tr> <th>風向方向</th> <th>垂直方向</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>海水ポンプエリア (Aトレン)</td> <td>5.020</td> <td>× 4.855</td> <td>1.88</td> <td>324.0</td> <td>11.4</td> <td>0.11</td> <td rowspan="4">87.6×2</td> <td>0.01</td> <td>206.52</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>× 4.855</td> <td>1.87</td> <td>327.0</td> <td>11.5</td> <td>0.11</td> <td>0.01</td> <td>208.42</td> <td>1.391</td> <td>0.48</td> </tr> <tr> <td>海水ストレートエリア (降間)</td> <td>4.440</td> <td>× 2.820</td> <td>1.06</td> <td>251.7</td> <td>5.8</td> <td>0.06</td> <td>0.01</td> <td>202.88</td> <td>1.368</td> <td>0.31</td> </tr> <tr> <td>海水ストレートエリア (山側)</td> <td>4.435</td> <td>× 2.820</td> <td>1.05</td> <td>250.8</td> <td>5.9</td> <td>0.06</td> <td>0.01</td> <td>202.96</td> <td>1.375</td> <td>0.32</td> </tr> </tbody> </table>	ネット	ネット寸法 (m)		最大たわみ量 (m)	防風吸収エネルギー (kJ)	①風荷重によるエネルギー (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風平均重量に相当するエネルギー (kJ)	⑤合計①+②+③+④ (kJ)	⑥に相当するたわみ量 (mm)	管理限界たわみ量 (mm)	風向方向	垂直方向	海水ポンプエリア (Aトレン)	5.020	× 4.855	1.88	324.0	11.4	0.11	87.6×2	0.01	206.52	1.382	0.49	海水ポンプエリア (Bトレン)	5.010	× 4.855	1.87	327.0	11.5	0.11	0.01	208.42	1.391	0.48	海水ストレートエリア (降間)	4.440	× 2.820	1.06	251.7	5.8	0.06	0.01	202.88	1.368	0.31	海水ストレートエリア (山側)	4.435	× 2.820	1.05	250.8	5.9	0.06	0.01	202.96	1.375	0.32	相違理由 ないため記載なし。 【大阪】 ネットサイズの相違
ネット	ネット寸法 (m)			最大たわみ量 (m)	防風吸収エネルギー (kJ)										①風荷重によるエネルギー (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風平均重量に相当するエネルギー (kJ)	⑤合計①+②+③+④ (kJ)	⑥に相当するたわみ量 (mm)	管理限界たわみ量 (mm)																																									
	風向方向	垂直方向																																																												
海水ポンプエリア (Aトレン)	5.020	× 4.855	1.88	324.0	11.4	0.11	87.6×2	0.01	206.52	1.382	0.49																																																			
海水ポンプエリア (Bトレン)	5.010	× 4.855	1.87	327.0	11.5	0.11		0.01	208.42	1.391	0.48																																																			
海水ストレートエリア (降間)	4.440	× 2.820	1.06	251.7	5.8	0.06		0.01	202.88	1.368	0.31																																																			
海水ストレートエリア (山側)	4.435	× 2.820	1.05	250.8	5.9	0.06		0.01	202.96	1.375	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 style="text-align: center;">表1 使用した解析コード</p> <table border="1" data-bbox="85 459 680 587"> <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 style="border: 2px solid red;"> <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="85 673 680 1452"> <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 style="text-align: right;">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 style="text-align: center;">表1 使用した解析コード</p> <table border="1" data-bbox="1350 459 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 style="border: 2px solid red;"> <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="1350 662 1946 1444"> <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）

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>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> $\begin{aligned} \mu_x &= \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i & \sigma_x &= \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \mu_x)^2} = \sqrt{s_{xx}} \\ s_{xy} &= \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \mu_x)(y_i - \mu_y) & \rho_{xy} &= \frac{s_{xy}}{\sqrt{s_{xx} \times s_{yy}}} \end{aligned} \quad (1)$ <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> $\begin{aligned} \mu_x &= \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i & \sigma_x &= \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \mu_x)^2} = \sqrt{s_{xx}} \\ s_{xy} &= \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \mu_x)(y_i - \mu_y) & \rho_{xy} &= \frac{s_{xy}}{\sqrt{s_{xx} \times s_{yy}}} \end{aligned} \quad (1)$ <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・長さの情報が無い竜巻には、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</p> <p>「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・長さの情報が無い竜巻には、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</p> <p>「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>$\sigma_{ln}^2 = \ln\left(\left(\frac{\sigma}{\mu}\right)^2 \square\right)$ (5)</p> <p>$\mu_{ln} = \ln(\mu) - \frac{\sigma_{ln}^2}{2}$ (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> $E[DA(V_0)] = \int_0^{\infty} \int_0^{\infty} W(V_0) l f(V, w, l) dV dw dl$ $+ \int_0^{2\pi} \int_0^{\infty} H(\alpha) l f(V, l, \alpha) dV dl d\alpha + \int_0^{2\pi} \int_0^{\infty} W(V_0) G(\alpha) f(V, w, \alpha) dV dw d\alpha$ $+ S \int_{V_0}^{\infty} f(V) dV$ <p>(7)</p> <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> $W(V_0) = \left(\frac{V_{min}}{V_0}\right)^{11.6} w$ <p>(8)</p> <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> $H(\alpha) = G(\alpha) = D_0$ <p>(9)</p> <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> $E[DA(V_0)] = \int_0^{\infty} \int_0^{\infty} W(V_0) l f(V, w, l) dV dw dl$ $+ D_0 \int_0^{\infty} \int_0^{\infty} l f(V, l) dV dl + D_0 \int_0^{\infty} \int_0^{\infty} W(V_0) f(V, w) dV dw$ $+ (D_0^2 \pi / 4) \int_{V_0}^{\infty} f(V) dV$ <p>(10)</p>		<p>$\sigma_{ln}^2 = \ln\left(\left(\frac{\sigma}{\mu}\right)^2 \square\right)$ (5)</p> <p>$\mu_{ln} = \ln(\mu) - \frac{\sigma_{ln}^2}{2}$ (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> $E[DA(V_0)] = \int_0^{\infty} \int_0^{\infty} W(V_0) l f(V, w, l) dV dw dl$ $+ \int_0^{2\pi} \int_0^{\infty} H(\alpha) l f(V, l, \alpha) dV dl d\alpha + \int_0^{2\pi} \int_0^{\infty} W(V_0) G(\alpha) f(V, w, \alpha) dV dw d\alpha$ $+ S \int_{V_0}^{\infty} f(V) dV$ <p>(7)</p> <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> $W(V_0) = \left(\frac{V_{min}}{V_0}\right)^{11.6} w$ <p>(8)</p> <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> $H(\alpha) = G(\alpha) = D_0$ <p>(9)</p> <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> $E[DA(V_0)] = \int_0^{\infty} \int_0^{\infty} W(V_0) l f(V, w, l) dV dw dl$ $+ D_0 \int_0^{\infty} \int_0^{\infty} l f(V, l) dV dl + D_0 \int_0^{\infty} \int_0^{\infty} W(V_0) f(V, w) dV dw$ $+ (D_0^2 \pi / 4) \int_{V_0}^{\infty} f(V) dV$ <p>(10)</p>	<p>【大飯】 記載の適正化</p>

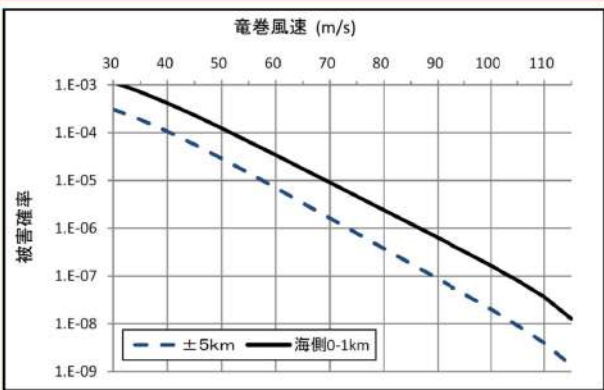
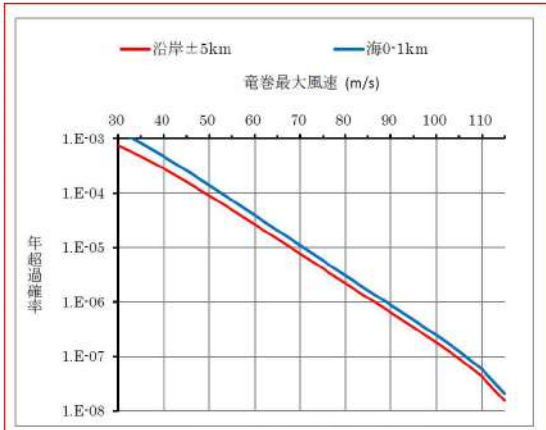
赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

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）

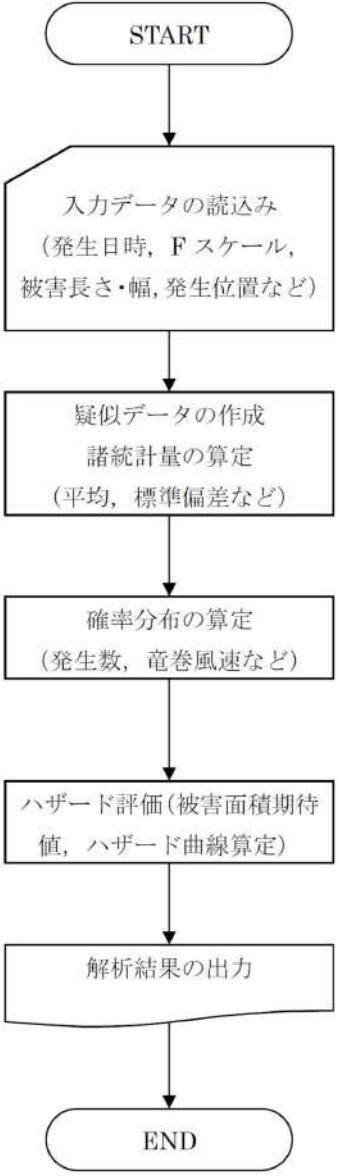
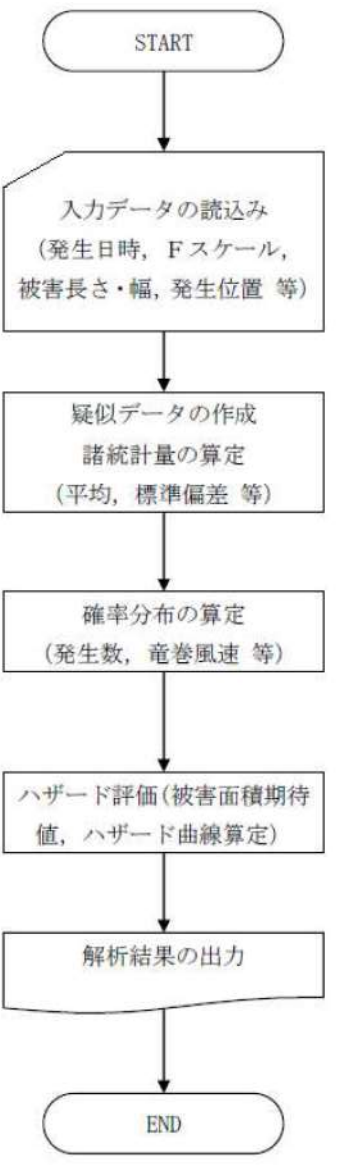
大飯発電所3/4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
<p>ここに、2変量・3変量の対数正規分布は次式で表される。</p> $f(x,y) = \frac{1}{2\pi\sigma_x\sigma_y\sqrt{1-\rho^2}} \exp\left[-\frac{1}{2(1-\rho^2)}\left\{\left(\frac{\ln(x)-\mu_x}{\sigma_x}\right)^2 - 2\rho\left(\frac{\ln(x)-\mu_x}{\sigma_x}\right)\left(\frac{\ln(y)-\mu_y}{\sigma_y}\right) + \left(\frac{\ln(y)-\mu_y}{\sigma_y}\right)^2\right\}\right] \quad (11)$ $f(x,y,z) = \frac{1}{(2\pi)^{3/2} \begin{vmatrix} \sigma_x^2 & \sigma_x\sigma_y\rho_{xy} & \sigma_x\sigma_z\rho_{xz} \\ \sigma_x\sigma_y\rho_{xy} & \sigma_y^2 & \sigma_y\sigma_z\rho_{yz} \\ \sigma_x\sigma_z\rho_{xz} & \sigma_y\sigma_z\rho_{yz} & \sigma_z^2 \end{vmatrix}} \times \frac{1}{xyz} \times \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\ln(x)-\mu_x, \ln(y)-\mu_y, \ln(z)-\mu_z\right) \begin{vmatrix} \sigma_x^2 & \sigma_x\sigma_y\rho_{xy} & \sigma_x\sigma_z\rho_{xz} \\ \sigma_x\sigma_y\rho_{xy} & \sigma_y^2 & \sigma_y\sigma_z\rho_{yz} \\ \sigma_x\sigma_z\rho_{xz} & \sigma_y\sigma_z\rho_{yz} & \sigma_z^2 \end{vmatrix}^{-1} \begin{pmatrix} \ln(x)-\mu_x \\ \ln(y)-\mu_y \\ \ln(z)-\mu_z \end{pmatrix}\right] \quad (12)$ <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> $f(x,y) = \frac{1}{2\pi\sigma_x\sigma_y\sqrt{1-\rho^2}} \exp\left[-\frac{1}{2(1-\rho^2)}\left\{\left(\frac{\ln(x)-\mu_x}{\sigma_x}\right)^2 - 2\rho\left(\frac{\ln(x)-\mu_x}{\sigma_x}\right)\left(\frac{\ln(y)-\mu_y}{\sigma_y}\right) + \left(\frac{\ln(y)-\mu_y}{\sigma_y}\right)^2\right\}\right] \quad (11)$ $f(x,y,z) = \frac{1}{(2\pi)^{3/2} \begin{vmatrix} \sigma_x^2 & \sigma_x\sigma_y\rho_{xy} & \sigma_x\sigma_z\rho_{xz} \\ \sigma_x\sigma_y\rho_{xy} & \sigma_y^2 & \sigma_y\sigma_z\rho_{yz} \\ \sigma_x\sigma_z\rho_{xz} & \sigma_y\sigma_z\rho_{yz} & \sigma_z^2 \end{vmatrix}} \times \frac{1}{xyz} \times \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\ln(x)-\mu_x, \ln(y)-\mu_y, \ln(z)-\mu_z\right) \begin{vmatrix} \sigma_x^2 & \sigma_x\sigma_y\rho_{xy} & \sigma_x\sigma_z\rho_{xz} \\ \sigma_x\sigma_y\rho_{xy} & \sigma_y^2 & \sigma_y\sigma_z\rho_{yz} \\ \sigma_x\sigma_z\rho_{xz} & \sigma_y\sigma_z\rho_{yz} & \sigma_z^2 \end{vmatrix}^{-1} \begin{pmatrix} \ln(x)-\mu_x \\ \ln(y)-\mu_y \\ \ln(z)-\mu_z \end{pmatrix}\right] \quad (12)$ <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>	

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）

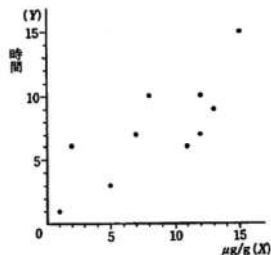
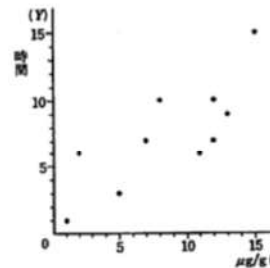
大阪発電所3/4号炉	女川原子力発電所2号炉	泊発電所3号炉	相違理由
<p>して、$3\sim 4\sigma_{ln}$を目安に積分範囲を設定する。</p> <p>なお、風速については、F4竜巻（93～116m/s）を考慮して、120m/sを積分上限としている。但し、風速110m/s以上ではハザード曲線の傾向が変化する場合があることから、概ね110m/s程度がハザード評価の適用範囲と考えられる。</p>  <p>図1 竜巻最大風速のハザード曲線（大阪）</p> <p>（参考）誤差に関する考察</p> <p>今回の評価において、被害長さは$3.5\sigma_{ln}$を積分範囲に設定している。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。</p> <p>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、求められている風速値に対する影響はごく小さいと考えられる。</p> <p>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。</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</p> <p>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。</p> <p>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、求められている風速値に対する影響はごく小さいと考えられる。</p> <p>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。</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>  <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>  <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）

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>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="112 651 324 909"> <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 1088 680 1308"> <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="1366 643 1579 914"> <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 1085 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																																																																																																																												

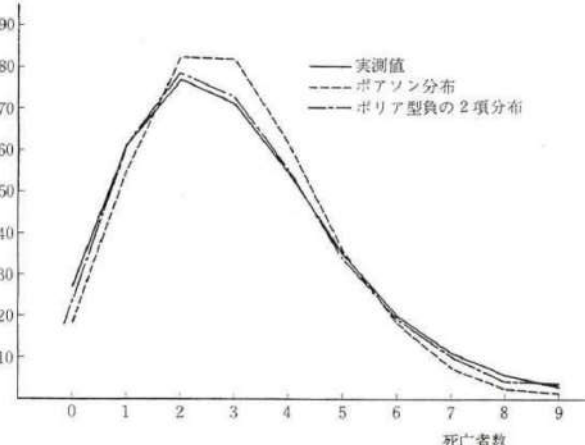
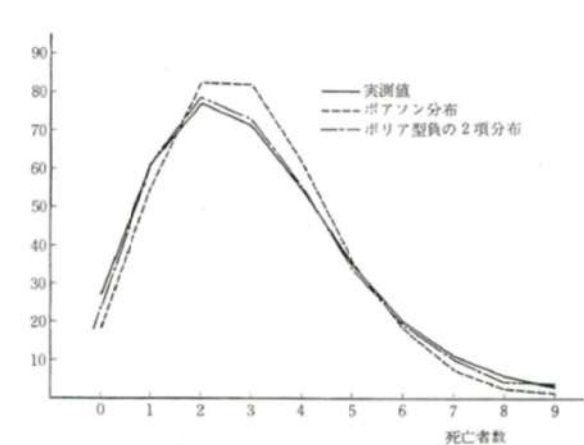
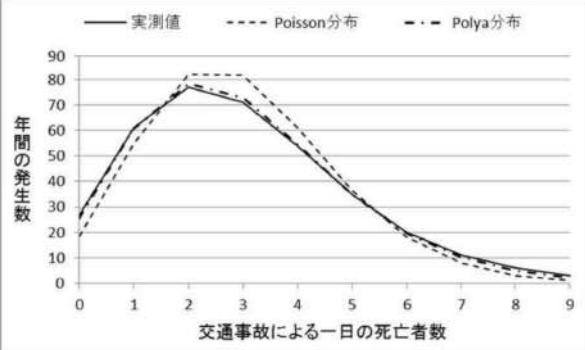
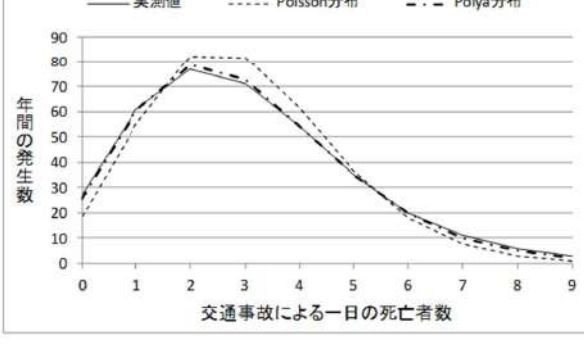
赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

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) 確率分布</p> <p>参考文献2には、ある都市の1年間(365日)の交通事故死亡者の分布(架空の例)を、ポアソン分布とポリヤ分布(文献では、ポリヤ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亡者数の分布(参考文献2の表5.3より)</p> <table border="1" data-bbox="91 624 680 759"> <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>ポリヤ型負の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="91 839 680 994"> <thead> <tr> <th rowspan="4">上記掲載</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>ポリヤ(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> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>表5 ポアソン分布の検証結果</p> <table border="1" data-bbox="91 1074 680 1225"> <thead> <tr> <th rowspan="4">上記掲載</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> <td></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	ポリヤ型負の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	上記掲載	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	ポリヤ(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		上記掲載	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)の交通事故死亡者の分布(架空の例)を、ポアソン分布とポリヤ分布(文献では、ポリヤ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亡者数の分布(参考文献2の表5.3より)</p> <table border="1" data-bbox="1375 624 1942 759"> <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>ポリヤ型負の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 807 1942 962"> <thead> <tr> <th rowspan="4">上記掲載</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>ポリヤ(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>1.00</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 1010 1942 1161"> <thead> <tr> <th rowspan="4">上記掲載</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> <td></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	ポリヤ型負の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	上記掲載	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	ポリヤ(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	1.00	1.01	0.99	1.00	上記掲載	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																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
ポリヤ型負の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																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
上記掲載	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																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
	ポリヤ(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																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
上記掲載	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																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
ポリヤ型負の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																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
上記掲載	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																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
	ポリヤ(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	1.00	1.01	0.99	1.00																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
上記掲載	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																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																

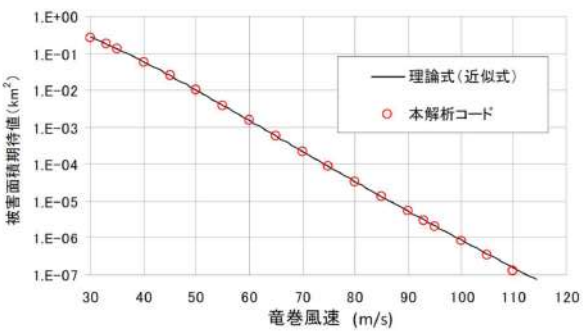
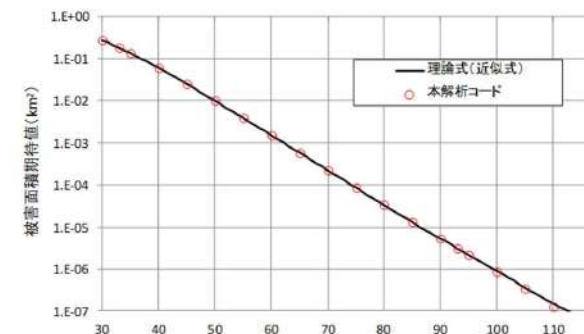
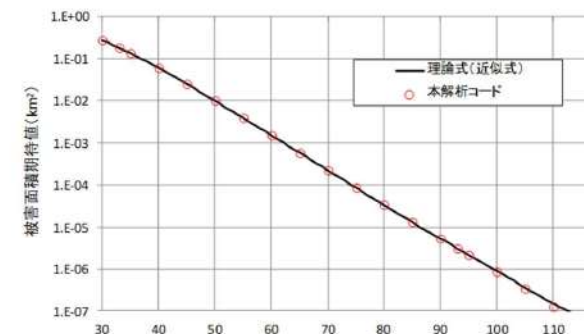
赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

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相関だと仮定し、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相関だと仮定し、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）

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、$(1-F(V_0))$ 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 $(= (V_{min}/V_0)^{1/1.9})$ 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 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。 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。 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、方向は一律だと仮定した。 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 $(= (V_{min}/V_0)^{1/1.9})$ 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 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。 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。 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、方向は一律だと仮定した。 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 $(= (V_{min}/V_0)^{1/1.9})$ 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 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。 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。 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、方向は一律だと仮定した。 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="91 507 680 842"> <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 1966 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

女川原子力発電所2号炉

泊発電所3号炉

相違理由

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	一律	不明	一律	※	
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	

※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。

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	一律	不明	一律	※	
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。

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

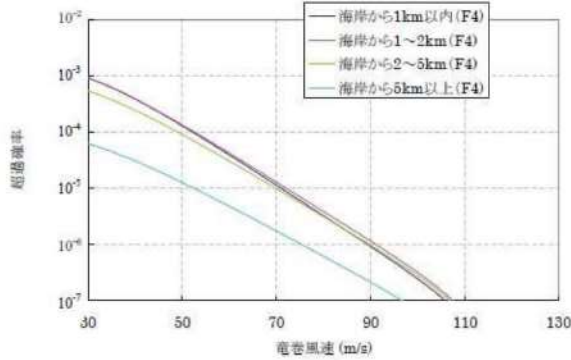


図7 ハザード算定結果（参考文献1）

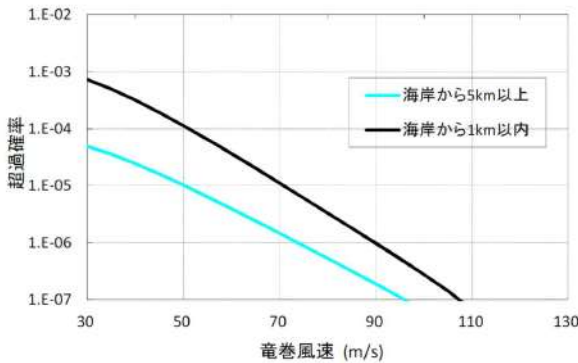


図8 ハザード算定結果（本解析コード）

表8 検証結果の比較

ケース	年超過確率10 ⁻⁶ 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

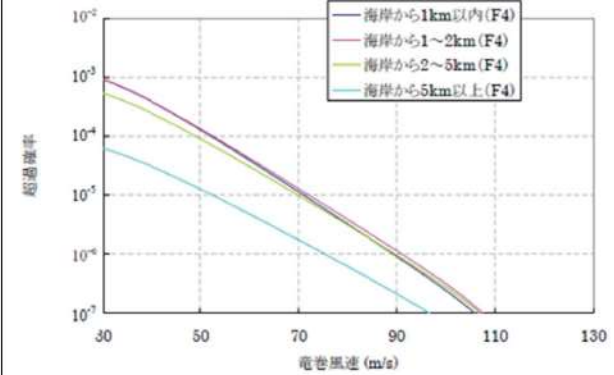


図7 ハザード算定結果（参考文献1）

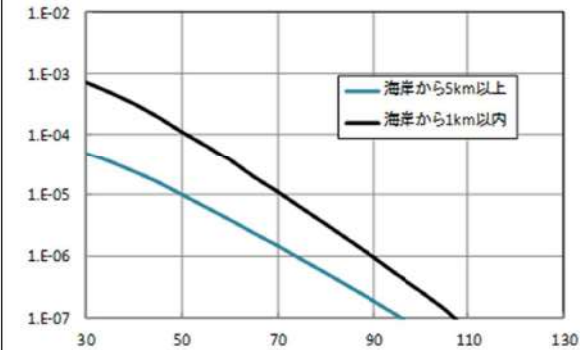


図8 ハザード算定結果（本解析コード）

表8 検証結果の比較

ケース	年超過確率10 ⁻⁶ 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

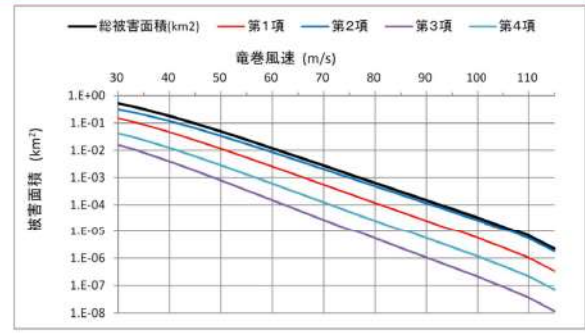
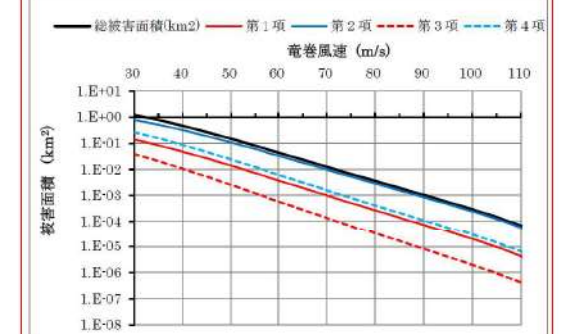
赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

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>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>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>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>（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</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ために使用している。</p> <p>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</p> <p>(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</p> <p>(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</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ために使用している。</p> <p>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</p> <p>(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</p> <p>(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）

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

(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

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であり、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） 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。 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、日本流体力学学会年會 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）		

女川原子力発電所2号炉

【伊方発電所3号炉 別添1 資料12より引用】

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

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
使用目的		竜巻により発生する飛来物の速度及び飛散距離等の評価
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。 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。 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。
検証及び妥当性確認の内容		
その他（工認実績等）		

泊発電所3号炉

(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

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
使用目的		竜巻により発生する飛来物の速度及び飛散距離等の評価
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。 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。 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。
検証及び妥当性確認の内容		
その他（工認実績等）		

相違理由

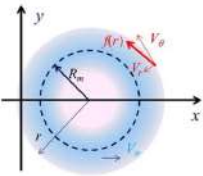
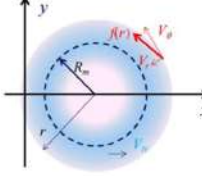
【大飯】評価方針の相違・泊では飛来物の評価を行うソフトとして、大飯と異なるものを使用している。なお、泊で使用している「TONBOS」は伊方発電所3号炉で使用実績があり、女川欄に伊方審査実績を引用した。
 【伊方】Ver.の差異については、最新バージョンを使用しており、伊方のVer.1との差はフジタモデルへの対応等であり、ランキン渦の評価については影響ないVer.変更である。

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>Tornado_missile</p>	<p>【伊方発電所3号炉 別添1 資料1 2より引用】 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）

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>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て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 $AT(t)$ 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 $AT(t)$ 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;"> <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> <p>$V_r = af(r)$ (1a)</p> <p>$V_\theta = bf(r)$ (1b)</p> <p>$V_z = cf(r)$ (1c)</p>  <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> <p>$V_r = af(r)$ (1a)</p> <p>$V_\theta = bf(r)$ (1b)</p> <p>$V_z = cf(r)$ (1c)</p>  <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)などから以下のようになる。</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)等から以下のようになる。</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>	$\begin{pmatrix} u \\ v \\ w \end{pmatrix} = \frac{f(r)}{r} \begin{pmatrix} -a(x-V_{ir}t)-by \\ -ay+b(x-V_{ir}t) \\ cr \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} V_{ir} \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} \quad (3)$	$\begin{pmatrix} u \\ v \\ w \end{pmatrix} = \frac{f(r)}{r} \begin{pmatrix} -a(x-V_{ir}t)-by \\ -ay+b(x-V_{ir}t) \\ cr \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} V_{ir} \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} \quad (3)$	
<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>ただし、渦中心からの距離rは以下で与えられる。</p>	<p>ただし、渦中心からの距離rは以下で与えられる。</p>	
<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>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>	<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>	
$m\ddot{X}(t) = \frac{1}{2}\rho C_D A (V(x(t)) - \dot{X}(t)) V(x(t)) - \dot{X}(t) - mg \mathbf{j} \quad (12)$	$r = \sqrt{(x - V_{ir}t)^2 + y^2} \quad (4)$	$r = \sqrt{(x - V_{ir}t)^2 + y^2} \quad (4)$	
<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\mathbf{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>	<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> $V_D = V_m + V_{ir} \quad (5)$	<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> $V_D = V_m + V_{ir} \quad (5)$	
$\ddot{x}(t) = \frac{1}{2} \frac{\rho C_D A}{m} (V_x(t) - \dot{x}(t)) V(x(t)) - \dot{X}(t) \quad (13)$	<p>(b) 飛来物の運動</p>	<p>(b) 飛来物の運動</p>	
$\ddot{y}(t) = \frac{1}{2} \frac{\rho C_D A}{m} (V_y(t) - \dot{y}(t)) V(x(t)) - \dot{X}(t) \quad (14)$	<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のようになる。</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のようになる。</p>	
$\ddot{z}(t) = \frac{1}{2} \frac{\rho C_D A}{m} (V_z(t) - \dot{z}(t)) V(x(t)) - \dot{X}(t) - g \quad (15)$	$\frac{d\mathbf{V}_M}{dt} = \frac{1}{2} \rho \frac{C_D A}{m} \mathbf{V}_w - \mathbf{V}_M (\mathbf{V}_w - \mathbf{V}_M) - g \mathbf{k} \quad (3)$	$\frac{d\mathbf{V}_M}{dt} = \frac{1}{2} \rho \frac{C_D A}{m} \mathbf{V}_w - \mathbf{V}_M (\mathbf{V}_w - \mathbf{V}_M) - g \mathbf{k} \quad (6)$	
<p>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>			
<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>			

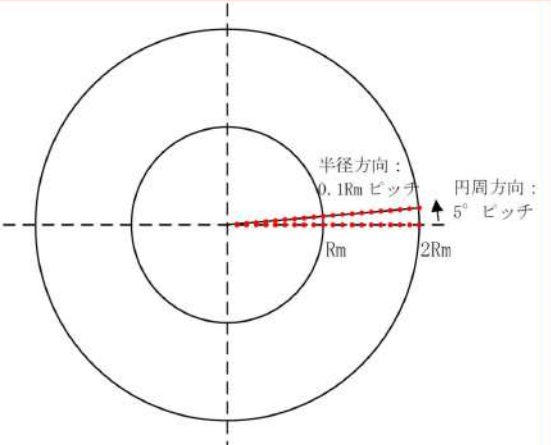
赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

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) 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。</p> <p>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) 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。 $V_M(t) = V_M(\tau) + A(\tau) \frac{\Delta\tau}{2} - A(\tau) \frac{(t-\tau-\Delta\tau)^2}{2\Delta\tau} + A(\tau+\Delta\tau) \frac{(t-\tau)^2}{2\Delta\tau}$ (8) さらに、式(8)を時間積分すると、以下を得る。 $X_M(t) = X_M(\tau) - A(\tau) \frac{(\Delta\tau)^2}{6} + \left[V_M(\tau) + A(\tau) \frac{\Delta\tau}{2} \right] (t-\tau) - A(\tau) \frac{(t-\tau-\Delta\tau)^3}{6\Delta\tau} + A(\tau+\Delta\tau) \frac{(t-\tau)^3}{6\Delta\tau}$ (9) 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。 </div>	<p>ここで、各変数は以下で定義する。</p> <p>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) 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。 $V_M(t) = V_M(\tau) + A(\tau) \frac{\Delta\tau}{2} - A(\tau) \frac{(t-\tau-\Delta\tau)^2}{2\Delta\tau} + A(\tau+\Delta\tau) \frac{(t-\tau)^2}{2\Delta\tau}$ (8) さらに、式(8)を時間積分すると、以下を得る。 $X_M(t) = X_M(\tau) - A(\tau) \frac{(\Delta\tau)^2}{6} + \left[V_M(\tau) + A(\tau) \frac{\Delta\tau}{2} \right] (t-\tau) - A(\tau) \frac{(t-\tau-\Delta\tau)^3}{6\Delta\tau} + A(\tau+\Delta\tau) \frac{(t-\tau)^3}{6\Delta\tau}$ (9) 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>【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>

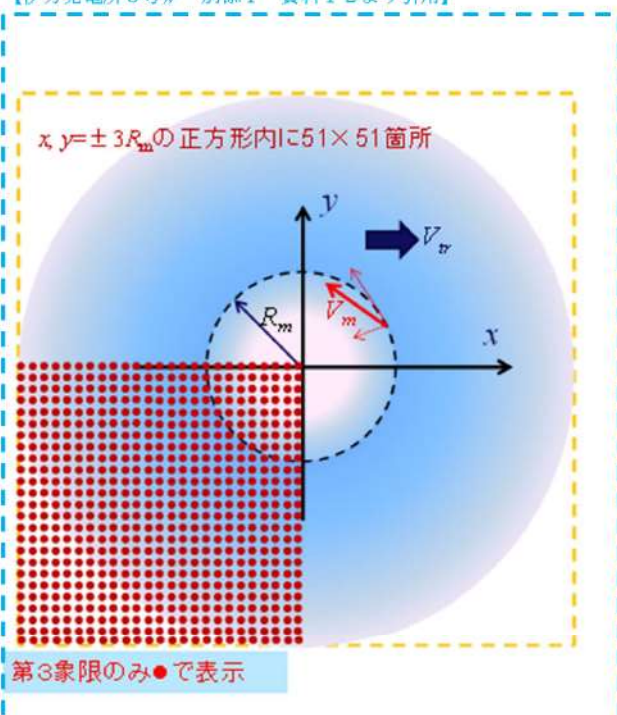
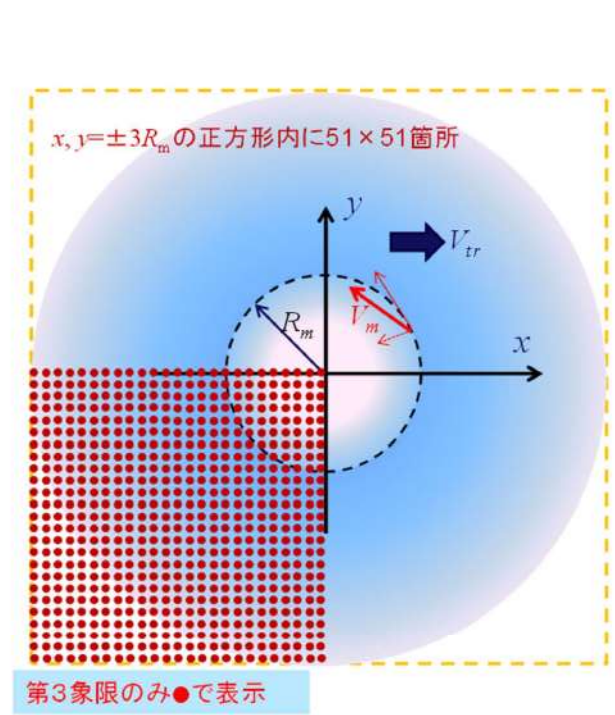
赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

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
<div data-bbox="78 151 694 678" 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: 20px;">・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ヶの物体を配置する。</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ヶの物体を配置する。</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>

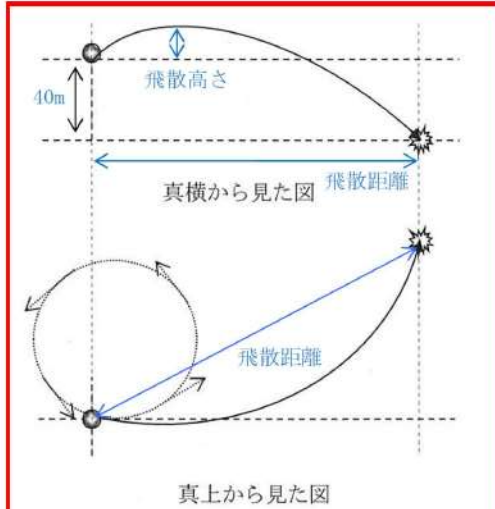
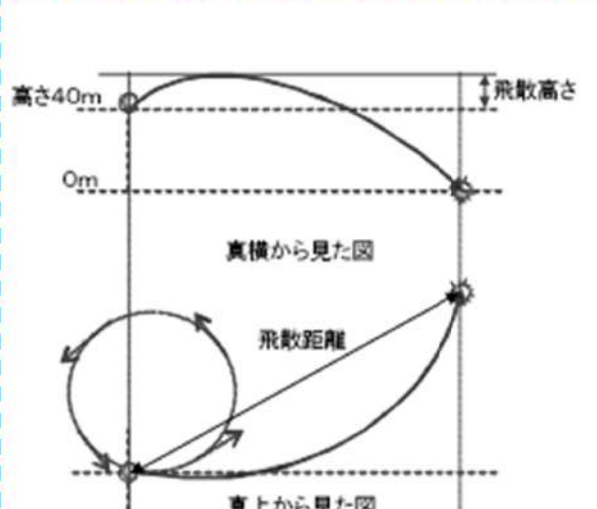
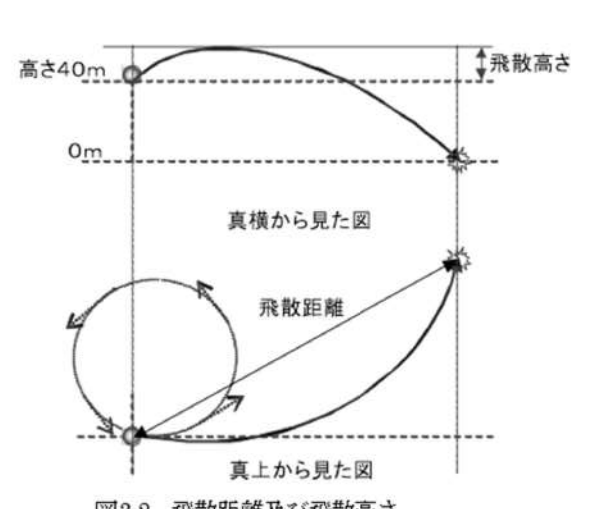
赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

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>・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ヶ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>【大飯】ソフトの違いによる評価点に違い。</p>

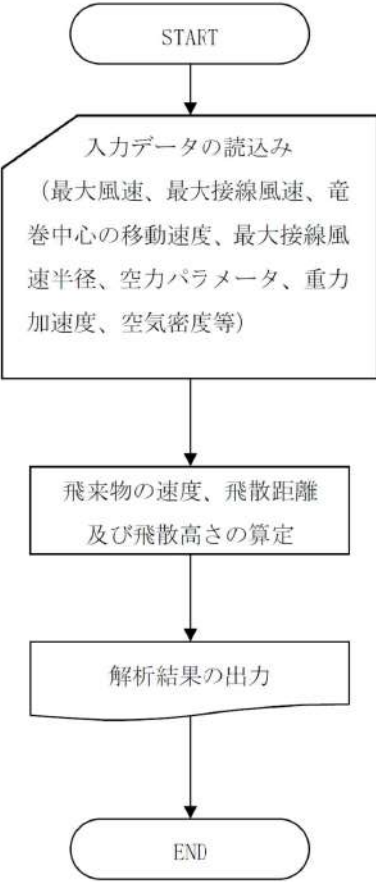
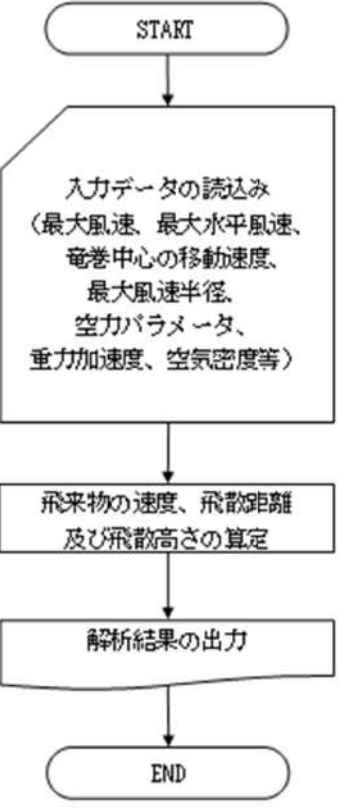
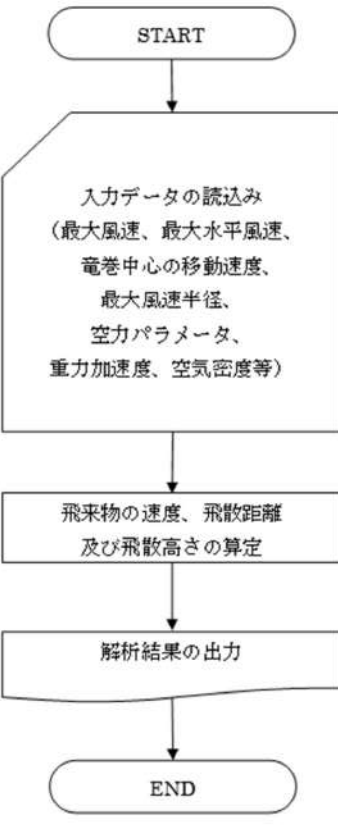
赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

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>真横から見た図 真上から見た図</p> <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12より引用】</p>  <p>真横から見た図 真上から見た図</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>真横から見た図 真上から見た図</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>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>5. 検証と妥当性確認 5.1 コードバージョン 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 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>【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>5. コードの検証 5.1 移動する竜巻での検証 Simiu and Scanlan⁽²⁾は、初速ゼロの飛来物が座標(Rm, 0, 4.0)[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>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>5. コードの検証 5.1 移動する竜巻での検証 Simiu and Scanlan⁽²⁾は、初速ゼロの飛来物が座標(Rm, 0, 4.0)[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>【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</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

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。

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。

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。

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。

(1) 飛来物の速度の比較検証

a. Simiu & Scanlan の飛来物の速度との比較検証

(a) Simiu & Scanlan の信頼性について

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。

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) に在籍の 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。

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

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】

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_{DA}/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 ($C_{DA}/m=0.0033, 0.0040, 0.0043, 0.0052, 0.0070, 0.0270[m^2/kg]$) 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 ($C_{DA}/m=0.001, 0.01[m^2/kg]$) 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。

図5.1に物体特性 C_{DA}/m の各値に対する「飛来物最大水平速度」 $V_{h,max}$ を文献⁽²⁾の結果と比較して示す。本数値解析の $V_{h,max}$ 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。

表5.1 3種類の竜巻条件 (Tornado Type-I, -II, -III)

竜巻条件	最大水平風速 V_m [m/s]	竜巻中心の移動速度 $V_{t,r}$ [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

※：数値解析法の違いによる相違と考えられる。

図5.1 Simiu&Scanlan との比較

泊発電所3号炉

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_{DA}/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 ($C_{DA}/m=0.0033, 0.0040, 0.0043, 0.0052, 0.0070, 0.0270[m^2/kg]$) 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 ($C_{DA}/m=0.001, 0.01[m^2/kg]$) 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。

図5.1に物体特性 C_{DA}/m の各値に対する「飛来物最大水平速度」 $V_{h,max}$ を文献⁽²⁾の結果と比較して示す。本数値解析の $V_{h,max}$ 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。

表5.1 3種類の竜巻条件 (Tornado Type-I, -II, -III)

竜巻条件	最大水平風速 V_m [m/s]	竜巻中心の移動速度 $V_{t,r}$ [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

※：数値解析法の違いによる相違と考えられる。

図5.1 Simiu&Scanlan との比較

相違理由

あり、女川欄に伊方審査実績を引用した。

【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>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^{[9]~[14]}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を受ける力の釣り合い等の考え方にに基づき開発した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られる。</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 style="text-align: center;">表5.2 竜巻条件</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <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 style="text-align: center;">84</td> <td style="text-align: center;">16</td> <td style="text-align: center;">30</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">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 style="text-align: center;">表5.2 竜巻条件</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <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 style="text-align: center;">84</td> <td style="text-align: center;">16</td> <td style="text-align: center;">30</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">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^{[16][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.」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.」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>I ; 129.6m/s</td> <td>III ; 84.9m/s</td> <td>I ; 290mph</td> <td>III ; 190mph</td> <td>I ; 129.6m/s</td> <td>III ; 84.9 m/s</td> </tr> <tr> <td>竜巻中心の移動速度</td> <td>I ; 31.3m/s</td> <td>III ; 22.4m/s</td> <td>I ; 70mph</td> <td>III ; 50mph</td> <td>I ; 31.3 m/s</td> <td>III ; 22.4 m/s</td> </tr> <tr> <td>最大接線風速半径</td> <td colspan="2">45.7m</td> <td colspan="2">45.7m (推定値)</td> <td colspan="2">45.7m</td> </tr> <tr> <td>空気密度</td> <td colspan="2">1.226kg/m³</td> <td colspan="2">—</td> <td colspan="2">1.226kg/m³</td> </tr> <tr> <td>飛来物初期位置 (x, y, z)</td> <td colspan="2">45.7m, 0, 40m</td> <td colspan="2">150ft, 0, 40m</td> <td colspan="2">45.7m, 0, 40m</td> </tr> <tr> <td>解析時間刻み</td> <td colspan="2">0.01s</td> <td colspan="2">—</td> <td colspan="2">0.01s</td> </tr> <tr> <td>重力加速度</td> <td colspan="2">9.8m/s²</td> <td colspan="2">—</td> <td colspan="2">9.8m/s²</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;"> <ul style="list-style-type: none"> ● Tornado Type-I (tornado_missile) ■ Tornado Type-III ○ Tornado Type-I (Simiu&Scanlan,1996) ▲ Tornado Type-II □ Tornado Type-III ● Tornado Type-I (江口ほか(電中研)) ▲ Tornado Type-II ■ Tornado Type-III </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	I ; 129.6m/s	III ; 84.9m/s	I ; 290mph	III ; 190mph	I ; 129.6m/s	III ; 84.9 m/s	竜巻中心の移動速度	I ; 31.3m/s	III ; 22.4m/s	I ; 70mph	III ; 50mph	I ; 31.3 m/s	III ; 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	I ; 129.6m/s	III ; 84.9m/s	I ; 290mph	III ; 190mph	I ; 129.6m/s	III ; 84.9 m/s																																																																		
竜巻中心の移動速度	I ; 31.3m/s	III ; 22.4m/s	I ; 70mph	III ; 50mph	I ; 31.3 m/s	III ; 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																																																																			

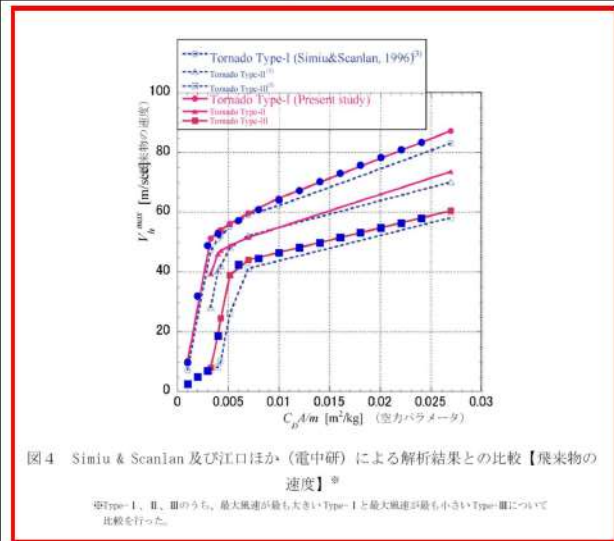
赤字: 設備, 運用又は体制の相違 (設計方針の相違)
 青字: 記載箇所又は記載内容の相違 (記載方針の相違)
 緑字: 記載表現, 設備名称の相違 (実質的な相違なし)

大飯発電所3/4号炉

女川原子力発電所2号炉

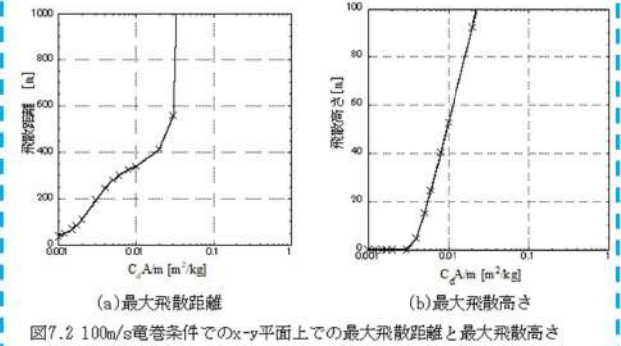
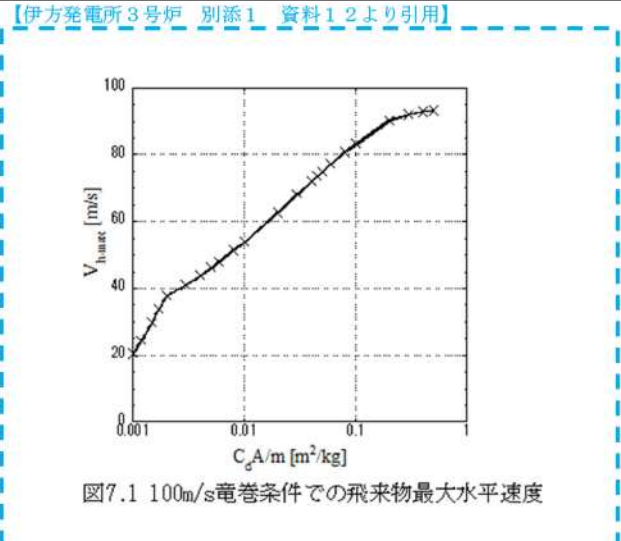
泊発電所3号炉

相違理由

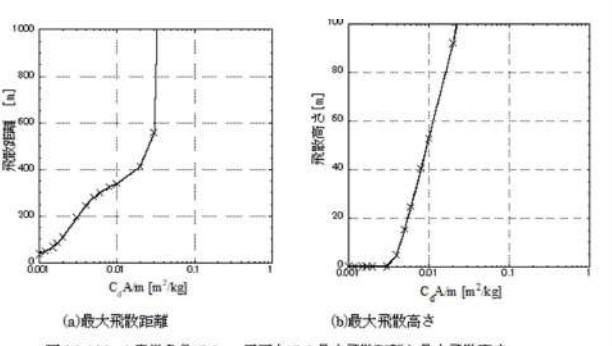
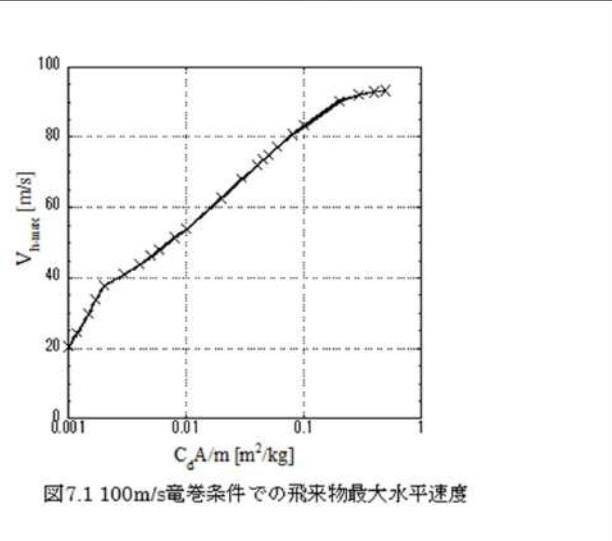


(2) 飛散距離の比較検証
 江口ほか (電中研) が示す飛散距離の評価時と同等の条件を tornado_missile に与えて解析を実施し, 両者の解析結果を比較することで, 妥当性検証を実施した。
 比較の結果を図5に示す。図5に tornado_missile より算出した空力パラメータに対する飛散距離を示す。青◆は, 江口ほか (電中研) による解析結果の赤実線にあり, 両者が概ね一致を示すことを確認している。

	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.

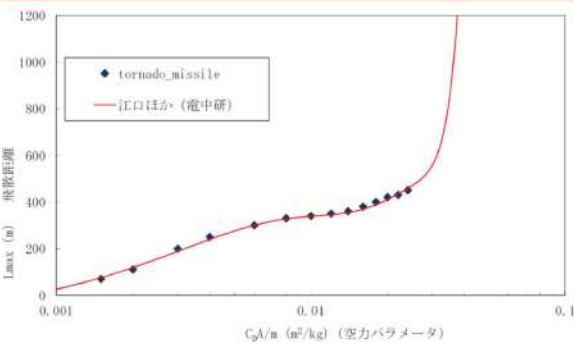


8. 参考文献
 (1) Simiu, E. and Cordes, M., NBSIR 76-1050. Tornado-Borne Missile Speeds, 1976.
 (2) Simiu, E. and Scanlan, R. H., Wind Effects on Structures: Fundamentals and Applications to Design, 3rd Edition, John Wiley & Sons, Hoboken, NJ, August 1996.

【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12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> <table border="1" data-bbox="85 406 685 1233"> <thead> <tr> <th data-bbox="85 406 255 459">コード名</th> <th data-bbox="255 406 685 459">LS-DYNA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="85 459 255 491">開発機関</td> <td data-bbox="255 459 685 491">Livermore Software Technology Corporation</td> </tr> <tr> <td data-bbox="85 491 255 523">開発時期</td> <td data-bbox="255 491 685 523">1987年</td> </tr> <tr> <td data-bbox="85 523 255 555">使用したバージョン</td> <td data-bbox="255 523 685 555">Ver. R7.1.2</td> </tr> <tr> <td data-bbox="85 555 255 587">使用目的</td> <td data-bbox="255 555 685 587">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 data-bbox="85 587 255 821">コードの概要</td> <td data-bbox="255 587 685 821"> LS-DYNAは、Lawrence Livermore研究所により開発・公開された有限要素法有限要素法 DYNAD3 を基に開発された構造解析用の汎用市販コードである。 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。 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。 </td> </tr> <tr> <td data-bbox="85 821 255 1233">検証(Verification)及び妥当性確認(Validation)</td> <td data-bbox="255 821 685 1233"> 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。 【検証(Verification)】 本解析コードの検証の内容は、以下のとおりである。 ・「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。 【妥当性確認(Validation)】 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。 ・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	LS-DYNAは、Lawrence Livermore研究所により開発・公開された有限要素法有限要素法 DYNAD3 を基に開発された構造解析用の汎用市販コードである。 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。 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。	検証(Verification)及び妥当性確認(Validation)	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。 【検証(Verification)】 本解析コードの検証の内容は、以下のとおりである。 ・「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。 【妥当性確認(Validation)】 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。 ・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。			<p>【大飯】使用している解析コードの相違</p>
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	LS-DYNAは、Lawrence Livermore研究所により開発・公開された有限要素法有限要素法 DYNAD3 を基に開発された構造解析用の汎用市販コードである。 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。 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。																
検証(Verification)及び妥当性確認(Validation)	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。 【検証(Verification)】 本解析コードの検証の内容は、以下のとおりである。 ・「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。 【妥当性確認(Validation)】 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。 ・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="85 146 696 419" 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 Lawrence 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 法等を適用した陰的解法（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="85 1161 696 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)																			

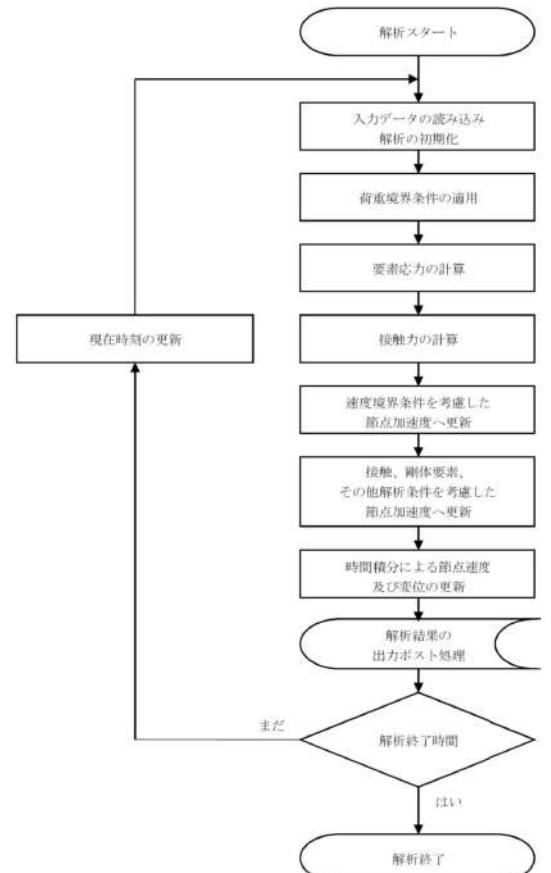
赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

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 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> <table border="1" data-bbox="85 295 696 651"> <caption>第2表 使用コードの解析機能</caption> <thead> <tr> <th>解析機能</th> <th>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>今回の評価に関連する。</td> </tr> <tr> <td> <ul style="list-style-type: none"> 準静的解析（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>今回の評価に関係しない。</td> </tr> </tbody> </table> <p>(2) 要素の種類 主要要素を以下に示す。</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 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 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> <table border="1" data-bbox="85 1284 696 1407"> <caption>第3表 使用件名</caption> <thead> <tr> <th>バージョン</th> <th>件名</th> <th>使用要素</th> <th>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>—</td> <td>衝突解析 (竜巻飛来物影響評価)</td> </tr> </tbody> </table> <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"> 準静的解析（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"> 準静的解析（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="71 319 705 1260" style="border: 2px solid red; padding: 10px;">  <p>第1図 LS-DYNA の陽解法計算フローチャート</p> </div> <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>			<p>【大飯】使用している解析コードの相違</p>

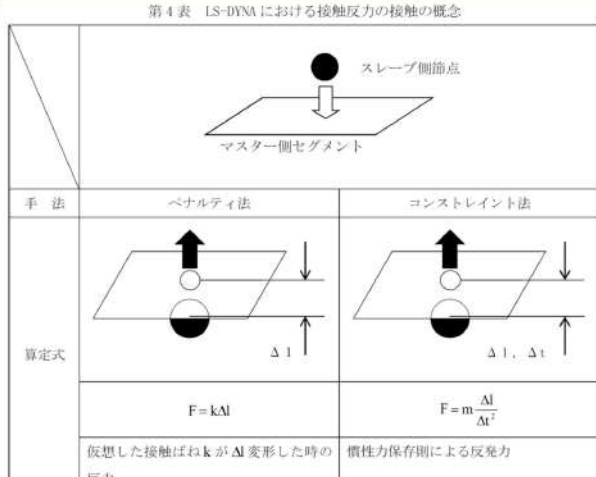
赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

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>  <table border="1" data-bbox="89 335 683 590"> <thead> <tr> <th>手 法</th> <th>ペナルティ法</th> <th>コンストレイント法</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>算定式</td> <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></td> <td>慣性力保存則による反発力</td> </tr> </tbody> </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。 	手 法	ペナルティ法	コンストレイント法	算定式	$F = k\Delta l$	$F = m \frac{\Delta l}{\Delta t^2}$	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>
手 法	ペナルティ法	コンストレイント法										
算定式	$F = k\Delta l$	$F = m \frac{\Delta l}{\Delta t^2}$										
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="89 143 689 917" 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="89 582 694 949" style="border: 2px solid red; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <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																																