

泊発電所3号機

竜巻影響評価結果(その2)

北海道電力株式会社
平成25年12月24日

0. はじめに	1
1. 基準竜巻・設計竜巻の設定	2
2. 評価対象施設の抽出	20
3. 設計荷重の設定	23
4. 建物・構築物等の構造健全性の確認結果	28
5. 設備の構造健全性の確認結果	37
6. 飛来物対策	43
7. その他の確認事項	46
8. 竜巻随伴事象に対する確認結果	47
9. まとめ	48

は前回ご説明箇所を示す（今回は添付しておりません）

は今回ご説明箇所を示す

0. はじめに

竜巻影響評価については、原子炉施設の供用期間中に極めてまれに発生する突風、強風を引き起こす自然現象としての竜巻及びその随件事象等によって原子炉施設の安全性を損なうことのない設計であることを確認するための「原子力発電所の竜巻影響評価ガイド」に基づき実施する。

竜巻影響評価フローを以下に示す。

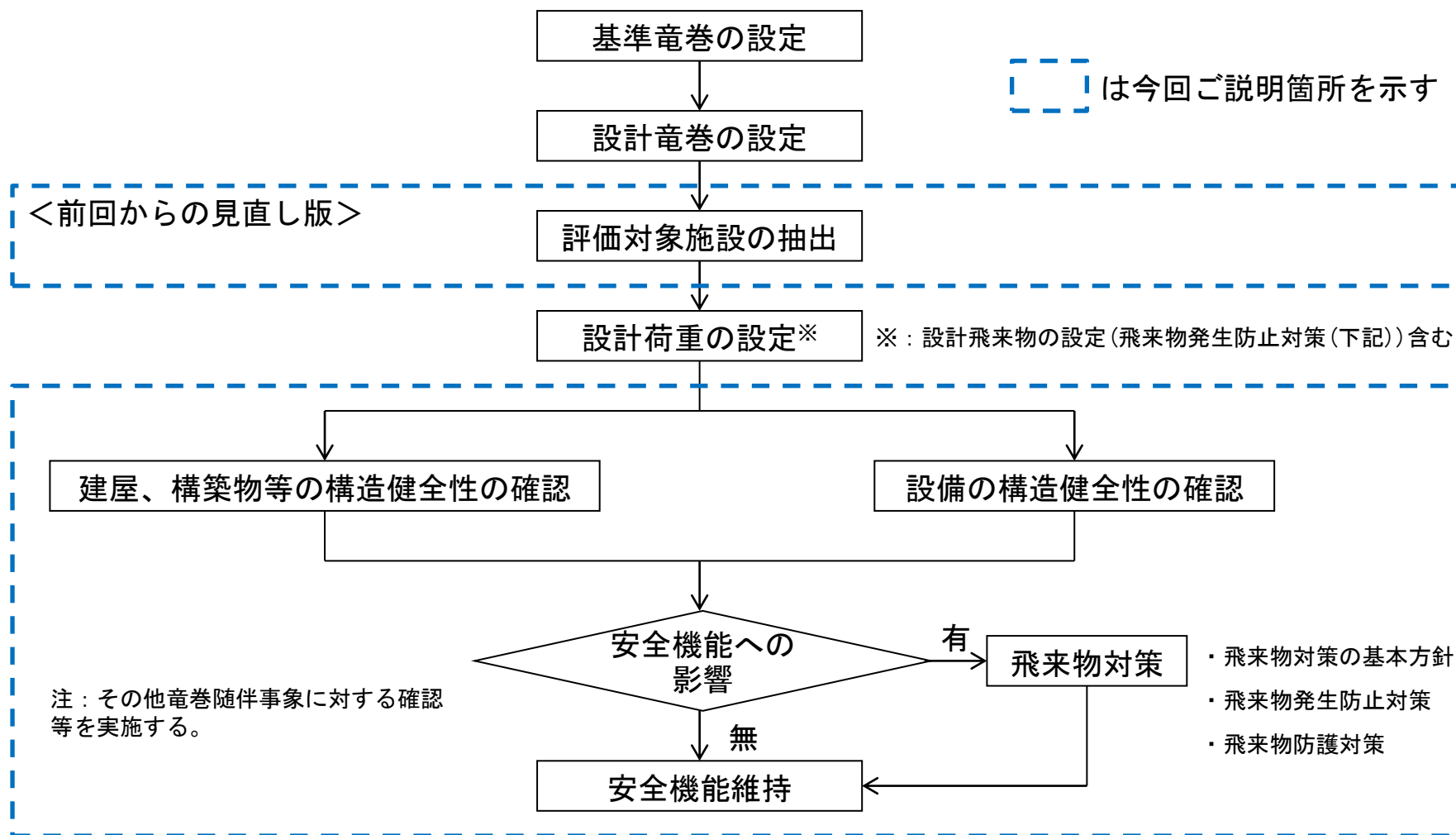


図 竜巻影響評価フロー

2. 評価対象施設の抽出 (1 / 3)

<竜巻防護施設>

「原子力発電所の竜巻影響評価ガイド」および「実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則」第6条を踏まえ、竜巻防護施設の評価対象施設については、以下のフローに基づき抽出する(図2. 1)。(補足説明資料10. 参照)

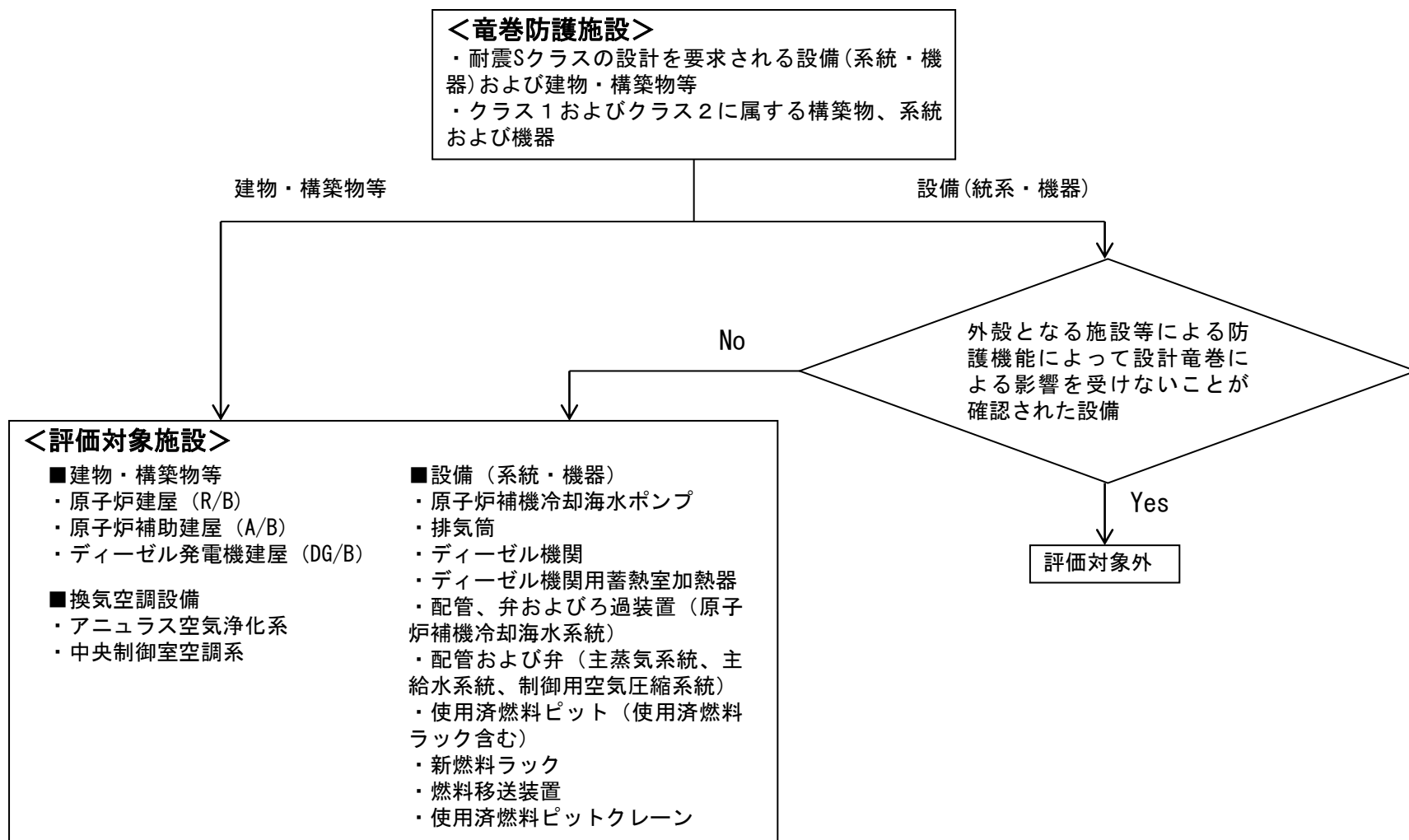


図2. 1 竜巻防護施設の評価対象施設抽出フロー

2. 評価対象施設の抽出 (2 / 3)

＜竜巻防護施設に波及的影響を及ぼし得る施設＞

「原子力発電所の竜巻影響評価ガイド」に従い、竜巻防護施設に波及的影響を及ぼし得る施設（評価対象施設）を以下のフローに基づき抽出する（図2. 2）。（補足説明資料11. 参照）

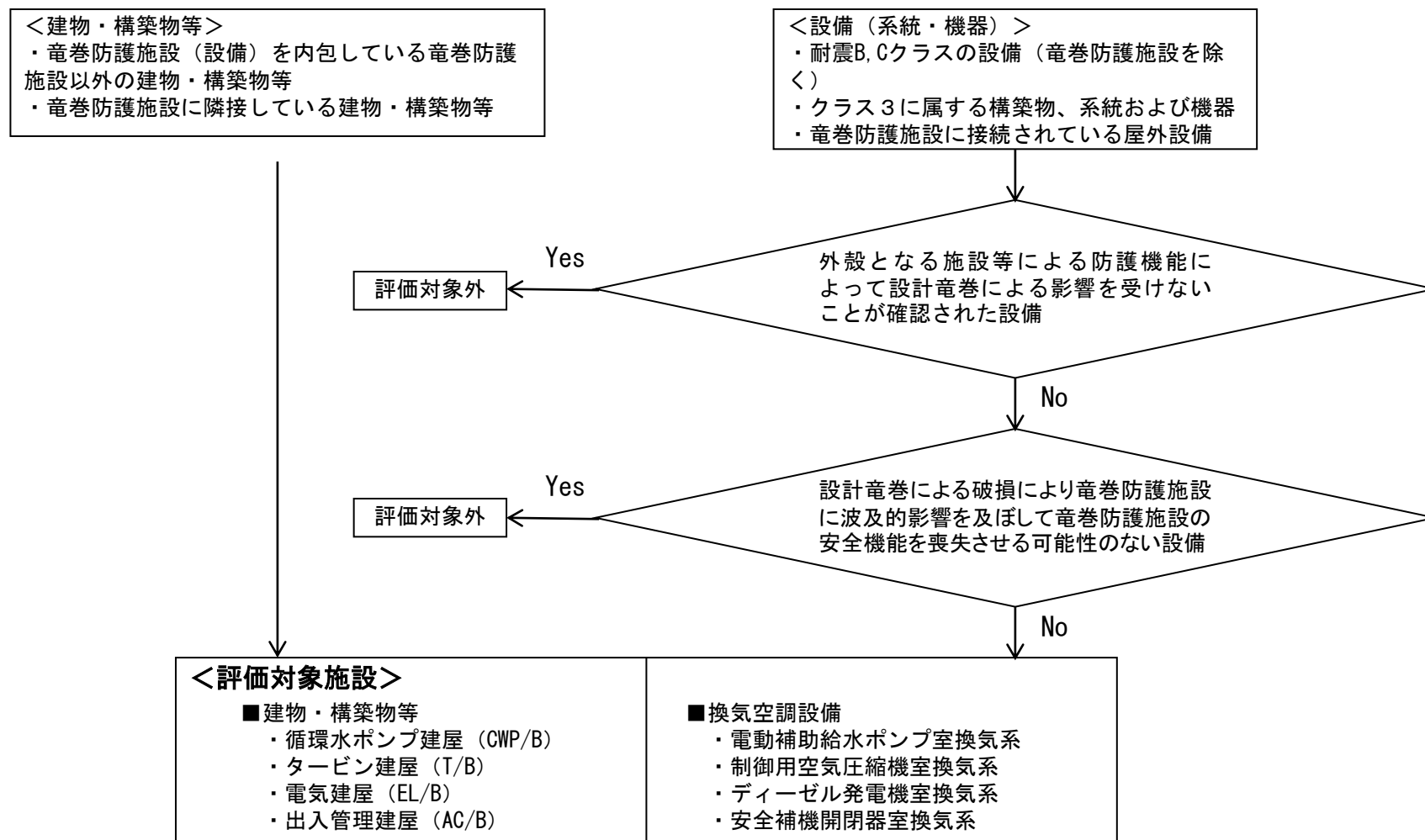


図2. 2 竜巻防護施設に波及的影響を及ぼし得る施設（評価対象施設）抽出フロー

2. 評価対象施設の抽出 (3 / 3)

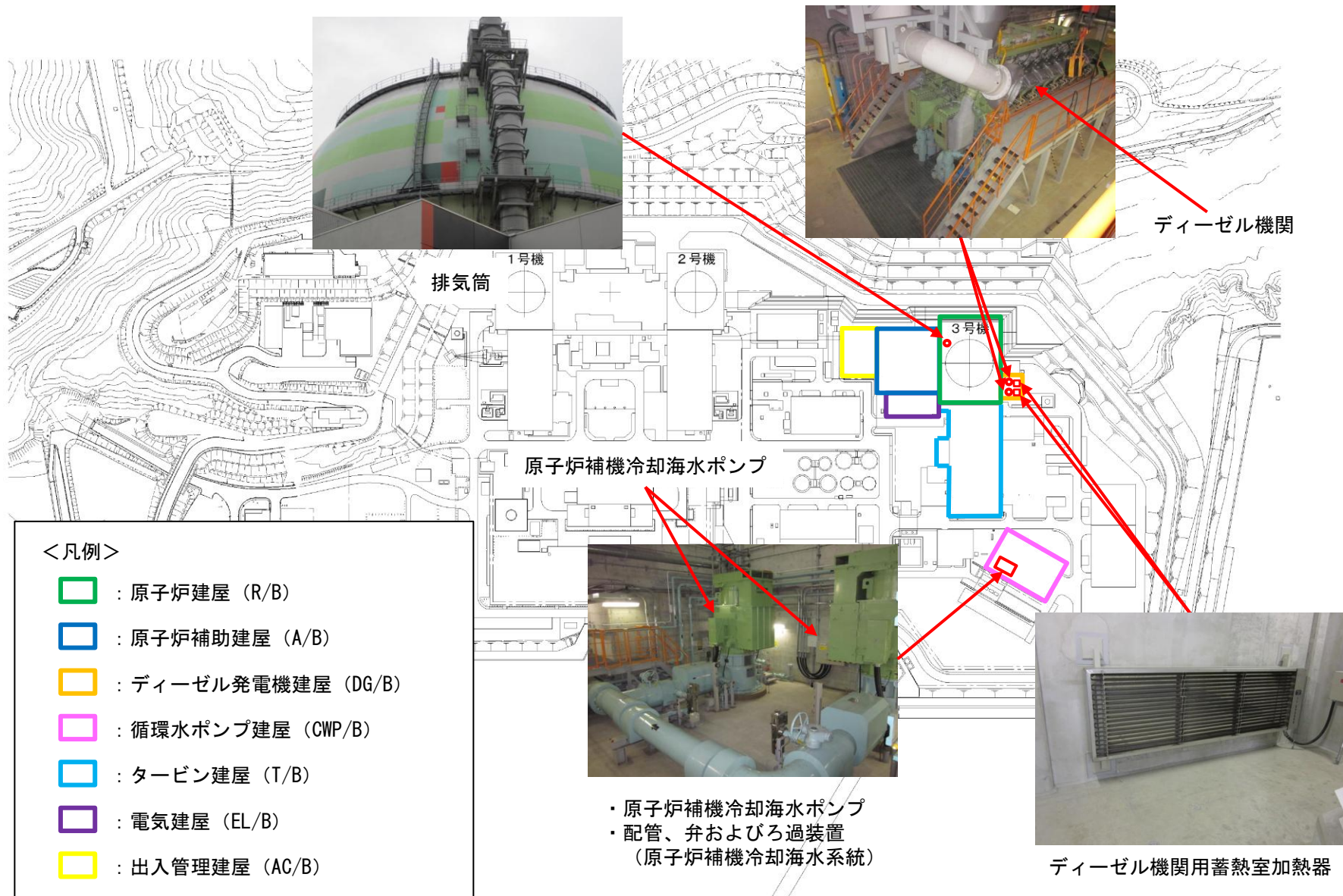


図 2. 3 主な評価対象施設

4. 建物・構築物等の構造健全性の確認結果（1／9）

<評価方針>

設計荷重に対して、建物・構築物等の構造健全性が維持されて安全機能が維持されることを確認する。評価対象とした各建屋は、「2. 評価対象施設の抽出」に示した竜巻防護施設及び竜巻防護施設に波及的影響を及ぼし得る施設である。竜巻防護施設の概略平面図及び概略断面図を図4. 1に示す。（補足説明資料16. 参照）

<評価対象施設>

【竜巻防護施設】

- ・原子炉建屋（R/B）
 - 外部遮へい建屋（O/S）
 - 周辺補機棟（E/B）
 - 燃料取扱棟（FH/B）
- ・原子炉補助建屋（A/B）
- ・ディーゼル発電機建屋（DG/B）

【波及的影響を及ぼし得る施設】

- ・循環水ポンプ建屋（CWP/B）
- ・タービン建屋（T/B）
- ・電気建屋（EL/B）
- ・出入管理建屋（AC/B）

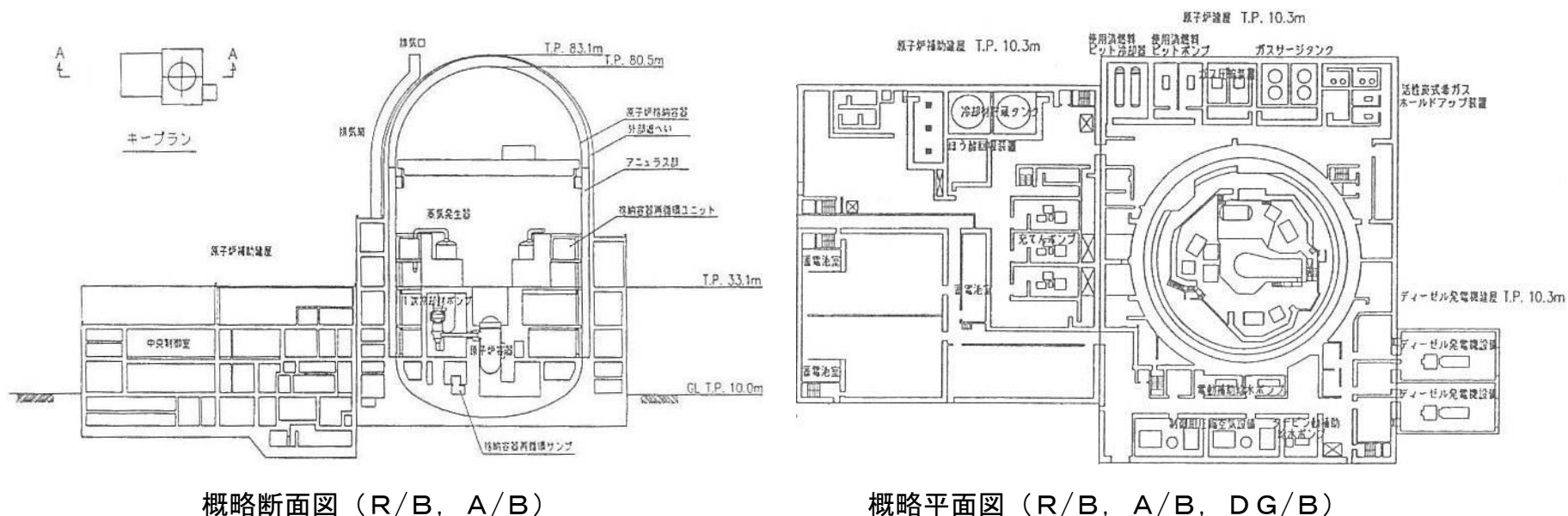


図4. 1 竜巻防護施設の概略平面図及び概略断面図

4. 建物・構築物等の構造健全性の確認結果（2／9）

<竜巻防護施設の評価（鉄筋コンクリート造部分）>

設計竜巻による複合荷重により生じる応力に対して、地震応答解析モデルにおける各部材のせん断力の復元力特性（ $Q-\gamma$ 関係）よりせん断ひずみを算定し、鉄筋コンクリート造耐震壁の最大応答せん断ひずみの許容値（ 2.0×10^{-3} ）※との比較により安全余裕を確認した。

複合荷重 W_{T1} 及び W_{T2} に対する評価結果を表4. 1に示す。なお、評価結果はそれぞれの建屋で裕度が最も低く評価されたケースを示している。

これらの結果から、設計竜巻による複合荷重に基づくせん断ひずみは、許容値に対して十分な安全余裕があることから、鉄筋コンクリート造部分の構造健全性が維持され安全機能が維持できることを確認した。

※ 原子力発電所耐震設計技術指針（JEAG4601-1987）に示されている、鉄筋コンクリート耐震壁のせん断ひずみに関する許容限界の目安値。

表4. 1 鉄筋コンクリート造部分の構造健全性確認結果

建屋	位置 (T.P.)	荷重ケース	複合荷重	せん断ひずみ	許容値
原子炉建屋（外部遮へい建屋）	41.0~47.6 (m)	W_{T2}	1.80×10^4 (kN)	2.54×10^{-5}	2.0×10^{-3}
原子炉補助建屋（NS方向）	43.3~47.6 (m)	W_{T2}	3.04×10^3 (kN)	2.67×10^{-5}	
ディーゼル発電機建屋（NS方向）	10.3~18.8 (m)	W_{T2}	4.85×10^3 (kN)	4.96×10^{-5}	

4. 建物・構築物等の構造健全性の確認結果（3／9）

<竜巻防護施設の評価（鉄骨造部分）>

設計竜巻による複合荷重により生じる応力に対して、地震応答解析モデルにおける各部材の荷重変形関係（ $Q-\delta$ 関係）から得られる水平変位より層間変形角を算定し、許容値（1/120）※との比較により安全余裕を確認した。

複合荷重 W_{T1} 及び W_{T2} に対する評価結果を表4. 2に示す。なお、評価結果は裕度が最も低く評価されたケースを示している。

また、建屋・構築物の主要な部材である外壁及び屋根スラブに対する評価結果を表4. 3に示す。

これらの結果から、設計竜巻による複合荷重に基づく層間変形角は、許容値に対して十分な安全余裕があること、主要な部材についても十分な安全余裕があることから、鉄骨造部分の構造健全性が維持され安全機能が維持できることを確認した。

※ 建築基準法施行令第82条の2に示されている、当該層間変位の当該各階の高さに対する割合の許容限界値。

表4. 2 鉄骨造部分の構造健全性確認結果

建屋	位置 (T.P.)	荷重ケース	複合荷重	層間変形角	許容値
原子炉建屋（燃料取扱棟）（NS方向）	47.6～55.0 (m)	W_{T2}	5.85×10^3 (kN)	1/732	1/120

表4. 3 外壁及び屋根スラブに対する構造健全性確認結果

部材名	竜巻荷重による応力	許容値
外壁（折版）	82.4 (N/mm ²)	235 (N/mm ²)
屋根スラブ	2.3 (kN)	115 (kN)

4. 建物・構築物等の構造健全性の確認結果（4／9）

<波及的影響を及ぼし得る施設の評価>

設計竜巻による複合荷重により生じる水平力と建屋の保有水平耐力とを比較することで、構造健全性を確認する。

複合荷重 W_{T1} 及び W_{T2} に対する評価結果を表4. 4に示す。なお、評価結果はそれぞれの建屋で裕度が最も低く評価されたケースを示している。

これらの結果から、複合荷重による水平力は保有水平耐力以下であり、波及的影響を及ぼし得る施設である各建屋の構造健全性が維持され安全機能が維持できることを確認した。

また、鉄骨造建屋である循環水ポンプ建屋及びタービン建屋については、外装材等が損傷することもあるが、外装材等の飛散物は設計飛来物による影響評価に包絡される。

なお、循環水ポンプ建屋については、設計竜巻により外装材等の損傷が考えられることから、竜巻防護施設である原子炉補機冷却海水ポンプ等への設計飛来物による影響評価を行った（「5. 設備の構造健全性の確認結果（3／5）」）。

表4. 4 波及的影響を及ぼし得る施設の構造健全性確認結果

建屋	構造	位置 (T.P.)	荷重ケース	複合荷重	保有水平耐力
循環水ポンプ建屋 (EW方向)	鉄骨造	25.3~30.3 (m)	W_{T2}	5.54×10^3 (kN)	5.69×10^3 (kN)
タービン建屋 (EW方向)	鉄骨造	17.8~24.3 (m)	W_{T2}	3.45×10^4 (kN)	4.00×10^4 (kN)
電気建屋 (NS方向)	鉄筋コンクリート造	10.3~17.8 (m)	W_{T2}	1.29×10^4 (kN)	6.28×10^4 (kN)
出入管理建屋 (NS方向)	鉄筋コンクリート造	21.2~25.0 (m)	W_{T2}	2.62×10^3 (kN)	7.82×10^3 (kN)

4. 建物・構築物等の構造健全性の確認結果（5／9）

<設計飛来物による影響評価>

【鉄筋コンクリート造部分】

設計飛来物が竜巻防護施設に衝突した場合の貫通及び裏面剥離評価を実施する。設計飛来物を剛飛来物（鋼製パイプ及び鋼製材）及び柔飛来物（コンテナ）に分けて、貫通または裏面剥離が生じないための必要最小コンクリート部材厚を以下により算出する。（補足説明資料17. 参照）

・剛飛来物

航空機エンジンに対する評価式を用いて評価を実施する。

なお、各評価式に適用する低減係数を考慮しない（=1.0）ことで保守的に評価する。また、貫通評価における形状係数については、先端の形状が非常に鋭いもの（=1.14）として評価する。

・柔飛来物

剛飛来物と同様の評価式を用いて評価を実施する。

なお、各評価式に適用する低減係数は（貫通：0.65，裏面剥離：0.60）として評価する。また、貫通評価における形状係数については、先端の形状が平坦なもの（=0.72）として評価する。

なお、貫通及び裏面剥離が起こり得ると評価された場合は、内包している竜巻防護施設の安全機能の維持に影響を与えないことを確認する。

【鉄骨造部分】

燃料取扱棟（鉄骨造部分）については、外壁に対しては設計飛来物の貫通を想定し、当該建屋内に設置されている使用済燃料ピット及び新燃料貯蔵庫内に設計飛来物が進入した場合の影響評価を行った（「5. 設備の構造健全性の確認結果（4／6）、（5／6）」）。一方、鉄筋コンクリートである屋根スラブに対しては鉄筋コンクリート造と同様に評価を実施する。

4. 建物・構築物等の構造健全性の確認結果（6／9）

<設計飛来物による影響評価（鉄筋コンクリート造部分）>

設計飛来物の衝突に対して貫通または裏面剥離を生じない必要最小厚を表4. 5及び表4. 6に示す。

表4. 5 外部遮へい建屋（T.P. 33.1m以上）のコンクリートの必要最小厚

	鋼製パイプ		鋼製材		コンテナ	
	水 平	鉛 直	水 平	鉛 直	水 平	鉛 直
飛来物速度 (m/s)	49	33	57	38	60	40
貫通 (cm)	11	8	28	20	26	18
裏面剥離 (cm)	19	15	45	34	54	42

※小数点以下は切り上げている。

表4. 6 原子炉建屋，原子炉補助建屋及びディーゼル発電機建屋のコンクリートの必要最小厚

	鋼製パイプ		鋼製材		コンテナ	
	水 平	鉛 直	水 平	鉛 直	水 平	鉛 直
飛来物速度 (m/s)	49	33	57	38	60	40
貫通 (cm)	12	9	29	21	27	19
裏面剥離 (cm)	21	16	49	37	59	45

※小数点以下は切り上げている。

4. 建物・構築物等の構造健全性の確認結果（7／9）

<設計飛来物による影響評価（鉄筋コンクリート造部分）>

各建屋の外壁及び屋根スラブのうち竜巻防護施設に影響を及ぼすと想定される鉄筋コンクリートの最小部材厚と設計飛来物の衝突に対して貫通または裏面剥離を生じない必要最小部材厚による比較評価結果を表4. 7に示す。

これらの結果から、原子炉建屋及び原子炉補助建屋は設計躯体厚が十分であり、設計飛来物が貫通しないことを確認した。

なお、ディーゼル発電機建屋（塔屋部）については、設計飛来物が外壁を貫通することから、竜巻防護施設である蓄熱室加熱器への設計飛来物による影響評価を行った（「5. 設備の構造健全性の確認結果（3／5）」）。

4. 建物・構築物等の構造健全性の確認結果（8／9）

<設計飛来物による影響評価（鉄筋コンクリート造部分）>

表4. 7 設計飛来物による貫通及び裏面剥離評価結果

建 屋		外壁/屋根スラブ		飛来物	評価結果※1	
		位 置 T.P. (m)	厚 さ (cm)		貫 通	裏面剥離
原子炉建屋	周辺補機棟 (外壁)	10.3~49.0	49	鋼製材	○	○
				コンテナ	○	×
	周辺補機棟 (屋根スラブ)	49.0	40	鋼製材	○	○
				コンテナ	○	○※2
	外部遮へい建屋 (シリンダー部)	41.0~60.5	100	鋼製材	○	○
				コンテナ	○	○
外部遮へい建屋 (ドーム部)	60.5~83.1	30	鋼製材	○	○※2	
			コンテナ	○	○※2	
燃料取扱棟 (屋根スラブ)	47.6, 55.0	18	鋼製材	○※3	○※2	
			コンテナ	○※3	○※2	
原子炉補助建屋	(外壁)	10.3~33.1	40	鋼製材	○	×
				コンテナ	○	×
	(屋根スラブ)	33.1	30	鋼製材	○	○※2
				コンテナ	○	○※2
ディーゼル発電機建屋	塔屋部 (外壁)	18.8~22.8	18	鋼製材	×	×
				コンテナ	×	×
	(屋根スラブ)	18.8	18	鋼製材	○※3	○※2
				コンテナ	○※3	○※2

※1：○印は貫通または裏面剥離がない。

※2：当該箇所には屋内側にデッキプレート等を施工しているため、裏面剥離によるコンクリート片の飛散は起こらない。（補足説明資料18. 参照）

※3：当該箇所には防水押えコンクリート（厚さ8cm）を施工しているため、この厚さを考慮すると、貫通は防止できる評価となる。

4. 建物・構築物等の構造健全性の確認結果（9 / 9）

＜開口部に対する影響評価＞

竜巻防護施設について、開口部を抽出し気圧差による圧力の影響及び設計飛来物の衝突による影響評価を実施した。評価結果を表4. 8に示す。



表4. 8 気圧差による圧力及び飛来物による貫通評価結果

建 屋	対象開口部	気圧差		飛来物	
		許容値	結果（裕度）	板厚	結果
原子炉建屋	燃料取扱棟	□	□	□	□
	周辺補機棟				
原子炉補助建屋	ドラム缶搬入エリア				
ディーゼル発電機建屋	出入口				

5. 設備の構造健全性の確認結果（1 / 6）

<評価対象施設>

○ 竜巻防護施設（外殻となる施設による防護機能が確認された竜巻防護施設を除く）

- ① 原子炉補機冷却海水ポンプ
- ② 排気筒
- ③ ディーゼル機関
- ④ ディーゼル機関用蓄熱室加熱器
- ⑤ 配管、弁およびろ過装置（原子炉補機冷却海水系統）
- ⑥ 配管および弁（主蒸気系統、主給水系統、制御用空気圧縮系統）
- ⑦ 使用済燃料ピット（使用済燃料ラック含む）
- ⑧ 新燃料ラック
- ⑨ 燃料移送装置
- ⑩ 使用済燃料ピットクレーン
- ⑪ 換気空調設備

○ 竜巻防護施設に波及的影響を及ぼし得る施設

- ① 循環水ポンプ建屋（CWP/B）
- ② タービン建屋（T/B）
- ③ 電気建屋（EL/B）
- ④ 出入管理建屋（AC/B）
- ⑤ 換気空調設備



ディーゼル機関



蓄熱室加熱器



原子炉補機冷却海水ポンプ



排気筒

図 5. 1 主な評価対象設備

5. 設備の構造健全性の確認結果（2 / 6）

■設備の構造健全性の確認

<評価対象施設の評価方法>

評価対象施設について、設計竜巻による複合荷重 ($W_{T1}=W_p$ 、 $W_{T2}=W_w+0.5\cdot W_p+W_M^{※1}$) または気圧差 (W_p) による影響を評価し、構造健全性が維持され安全機能が維持できることを確認する。また、設計飛来物による影響を評価し、使用済燃料ラックおよび新燃料ラックについては、当該ラックに貯蔵される燃料集合体の燃料被覆管の健全性および未臨界性が維持されることを、それ以外の評価対象施設については、飛来物の貫通有無等を確認する。（補足説明資料 19.～23.参照）

※1：設計飛来物による影響評価より貫通等の損傷が生じるとの結果が得られたことから（表5. 1参照）、飛来物対策（発生防止対策、損傷防止対策）を実施するため W_M は考慮しない

W_w ：設計竜巻の風圧力による荷重、 W_p ：設計竜巻による気圧差による荷重、 W_M ：設計飛来物による衝撃荷重

<評価対象施設の評価結果>

評価対象施設について、設計竜巻による複合荷重または気圧差による影響を評価した結果、構造健全性が維持され安全機能が維持できることを確認した。また、設計飛来物による影響を評価した結果、使用済燃料ラックについては、当該ラックに貯蔵される燃料集合体の燃料被覆管の健全性および未臨界性が維持されることを確認した。新燃料ラックについては、当該ラックに貯蔵される燃料集合体の未臨界性が維持されることを確認したが、鋼製パイプが燃料集合体に衝突した場合は、燃料被覆管の健全性を損なう恐れがあること、それ以外の評価対象施設については、飛来物が貫通すること等を確認したため、飛来物対策として、飛来物の発生防止対策および飛来物から防護する対策を実施する。

設計飛来物による影響評価結果を表5. 1に示す。

（補足説明資料 22.～25.参照）

5. 設備の構造健全性の確認結果（3 / 6）

■設備の構造健全性の確認

<評価対象施設の評価結果（続き）>

表5. 1 設計飛来物による影響評価結果（1 / 3）

評価対象施設	設計飛来物による影響評価※1				
	最小板厚	飛来物進入箇所（想定）	飛来物の種類	必要最小厚さ	評価結果
原子炉補機冷却海水ポンプ	3.2mm（モータ部ケーシング）	設置建屋の天井・壁	鋼製材	37mm（水平） 22mm（鉛直）	△※2
ディーゼル機関	1.0mm	設置区画の排気フード			
ディーゼル機関用蓄熱室加熱器	1.0mm以下	設置建屋（塔屋部）の壁			
配管および弁（原子炉補機冷却海水系統）	9.5mm	設置建屋の天井・壁			
ろ過装置（原子炉補機冷却海水系統）	14.0mm	設置建屋の天井・壁			
配管、弁（主蒸気系統、主給水系統、制御用空気圧縮系統）	3.5mm	設置区画のブローアウトパネル			
排気筒（建屋外）	4.0mm	—（屋外設置）			

※1：鋼製パイプ、鋼製材、コンテナについて評価。このうち必要最小厚さが最も厚い鋼製材についての評価を代表で記載。

※2：設計飛来物が評価対象施設に衝突した場合、貫通等の損傷により機能喪失する可能性があることから、飛来物対策を実施する。

5. 設備の構造健全性の確認結果（4 / 6）

■設備の構造健全性の確認

<評価対象施設の評価結果（続き）>

表5. 1 設計飛来物による影響評価結果（2 / 3）

評価対象施設	設計竜巻による 複合荷重による 影響評価	設計飛来物による影響評価							
		飛来物の 種類	燃料被覆管			使用済燃料ラック（ラックセル）			
			発生 応力	許容 引張 強さ	評価 結果	貫入量	許容 貫入量	評価 結果	
使用済燃料 ラック	—	鋼製パイプ	140MPa	680MPa	○	28mm	□ mm	○	
		鋼製材	80MPa		○※3	149mm		○	
		コンテナ	—	—	—	16mm		○	

図5. 1 ラックセルの貫入量

※3：鋼製材は直接燃料集合体に衝突することはないが、ラックセルに衝突した場合の貫入量を評価した結果、ラックセル上端から燃料集合体上部ノズルまでの最小距離 □ mm に対して149mmの貫入となり、ラックセルを押しつぶして燃料集合体上部ノズルに衝突することから、燃料被覆管への影響を評価した。

5. 設備の構造健全性の確認結果（5 / 6）

■設備の構造健全性の確認

<評価対象施設の評価結果（続き）>

表5. 1 設計飛来物による影響評価結果（3 / 3）

評価対象施設	設計竜巻による 複合荷重による 影響評価	設計飛来物による影響評価						
		飛来物の 種類	燃料被覆管			使用済燃料ラック（ラックセル）		
			発生 応力	許容 引張 強さ	評価 結果	貫入量	許容 貫入量	評価 結果
新燃料ラック	—	鋼製パイプ	—※4	680MPa	△※4	36mm	□mm	○
		鋼製材	230MPa		○※5			
		コンテナ	—	—	99mm	○		

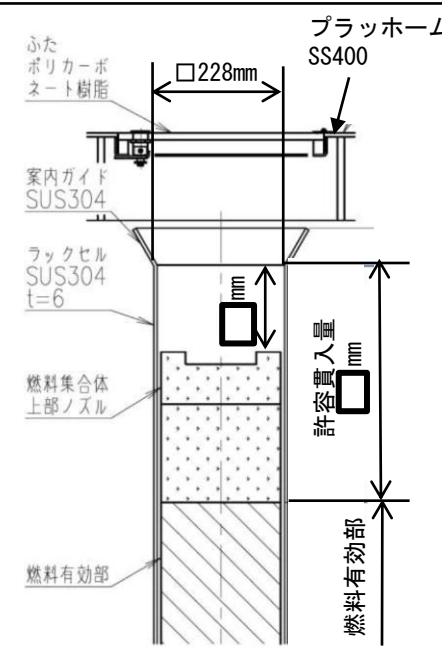


図5. 2 ラックセルの貫入量

※4：鋼製パイプが燃料集合体に衝突した場合、燃料集合体上部ノズルを貫通すると考えられるため、燃料被覆管は破損する可能性があることから、飛来物対策を実施する。

※5：鋼製材は直接燃料集合体に衝突することはないが、ラックセルに衝突した場合の貫入量を評価した結果、ラックセル上端から燃料集合体上部ノズルまでの最小距離 □mm に対して174mmの貫入となり、ラックセルを押しつぶして燃料集合体上部ノズルに衝突することから、燃料被覆管への影響を評価した。

5. 設備の構造健全性の確認結果（6／6）

<圧力差の影響を受け得る計器類等の評価結果>

【評価内容】

設計竜巻による気圧差による影響を受けることが想定される計器類への影響を評価した。

【評価結果】

気圧差が計測に影響を与える恐れのあるものとしては、圧力計、差圧計（水位計、流量計を含む）が考えられるが、圧力計の計測範囲はMPaオーダーであり、気圧差のhPaオーダーよりも非常に大きく影響はほとんどないこと、差圧計については、低圧側、高圧側双方の受圧部に同様の大気圧影響が及び影響がキャンセルされるような配慮がなされていること等から気圧差の影響はない。

6. 飛来物対策（1 / 3）

泊発電所構内には、屋外に保管されている各種資機材、車両等、飛来物になり得るものが存在している。設計竜巻によりこれら飛来物が竜巻防護施設に衝突した場合は、貫通等の損傷により安全機能の維持に影響を与えることも考えられることから、以下の対策を実施する。

<基本方針>

1. 飛来物発生防止対策

飛来物になり得るものを極力減らすことが重要であるため、次の事項を遵守し飛散防止を図る。

(1) 作業等で使用しないもの

- ・発電所構内に置かない（撤去する）。

(2) 作業等で使用するもの

- ・アンカーにより建屋等堅牢な構造物等へ固縛する。
- ・十分な重さのウエイト取付ける、または複数纏めて固縛する。
- ・業務車両は竜巻が襲来する恐れが生じた場合に速やかに移動できる体制を取る。
- ・業務車両以外の車両は構内への入構を禁止する。
- ・重大事故等対処設備は必要時の利用可能性を確保しつつ、十分な重さのウエイトを取付ける、またはアンカーにより地面へ固縛する。
- ・飛散および横滑りを考慮して、竜巻防護施設から十分な離隔距離を確保する。

2. 飛来物防護対策

上記1. 項の飛来物発生防止対策を実施したとしても、作業のために設置している仮設足場等、飛来物になり得るものをゼロにするのは困難と考えられるため、竜巻防護施設に対する設計飛来物による構造健全性等への影響を評価し、設計飛来物が衝突した場合に安全機能を喪失する可能性のある竜巻防護施設（設備）については、安全機能の維持に影響を与えないよう、防護板、防護ネット等を設置し飛来物から防護する。

6. 飛来物対策（2 / 3）

<飛来物発生防止対策>

上記基本方針に基づき、想定飛来物に対して飛散防止対策を実施する。

表6. 1に主な想定飛来物の飛散防止対策方法を示す。（補足説明資料26. 参照）

表6. 1 主な想定飛来物の飛散防止対策方法

想定飛来物	飛散防止対策方法
コンテナ	<ul style="list-style-type: none"> 十分な重さのウエイトを取付ける。 ウエイトの重量については、コンテナの自重+ウエイトの重量により空力パラメータが0.0026以下となる重量とする。
鋼製パイプ	<ul style="list-style-type: none"> 単品で置かず複数本を束にして固縛する。 束にする本数については、空力パラメータが0.0026以下となる本数とする。
鋼製材	<ul style="list-style-type: none"> 単品で置かず複数本を重ねて固縛する、または十分な重さのウエイトを取付ける。 重ねる本数については、空力パラメータが0.0026以下となる本数とする。 ウエイトの重量については、鋼製材の自重+ウエイトの重量により空力パラメータが0.0026以下となる重量とする。
車両（重大事故等対処設備含む）	<ul style="list-style-type: none"> 十分な重さのウエイトを取付ける。 ウエイトの重量については、車両の自重+ウエイトの重量により空力パラメータが0.0026以下となる重量とする。



コンテナの飛散防止対策



鋼製パイプの飛散防止対策

図6. 1 飛散防止対策の例

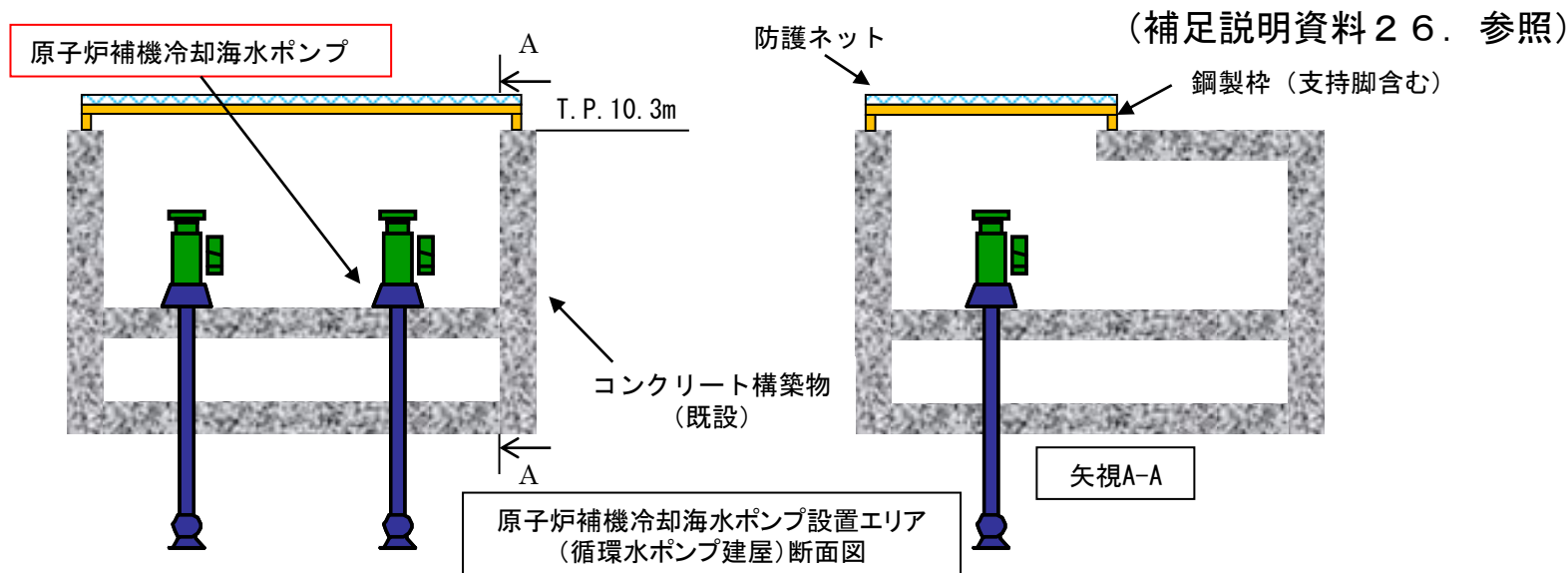
6. 飛来物対策（3／3）

<飛来物防護対策>

上記基本方針に基づき、飛来物発生防止対策に加えて、評価対象施設を飛来物から防護する対策を実施する（表6. 2参照）。（補足説明資料24. および27. 参照）

表6. 2 評価対象施設毎の飛来物防護対策内容一覧

評価対象施設	対策内容
原子炉補機冷却海水ポンプ（配管、弁およびろ過装置含む）	当該施設上部の開口部に防護ネットを設置する。
ディーゼル機関	当該施設が設置されている区画の排気フードに繋がる空気口の前面に防護ネットを設置する。
ディーゼル機関用蓄熱室加熱器	当該施設が設置されている区画の壁等に防護板を設置する。
配管および弁（主蒸気系統、主給水系統、制御用空気圧縮系統）	当該施設が設置されている区画と隣接建屋との境界にあるブローアウトパネルの前面に防護ネットを設置する。



原子炉補機冷却海水ポンプの飛来物防護対策イメージ図

7. その他の確認事項

これまでの評価の他、非常用ディーゼル発電機の吸排気口へ作用する気圧差による運転への影響について、以下のとおり確認した。

【確認結果】

竜巻が吸排気口設置区間を通過する際、吸気口と排気口は近接して設置されているため、短時間ではあるが、吸排気系統出入口で気圧差が発生することが考えられる。吸気側が負圧となった場合、吸入空気の密度が低くなるため排気ガス温度が徐々に上昇し、520℃を超過すれば出力制限となるが、竜巻は吸排気口設置区間を短時間で通過することから、排気ガス温度の急激な上昇はなく非常用ディーゼル発電機運転に支障をきたすことはない。

なお、排気側が負圧となった場合は、排気ガスが排気しやすくなることから問題はない。

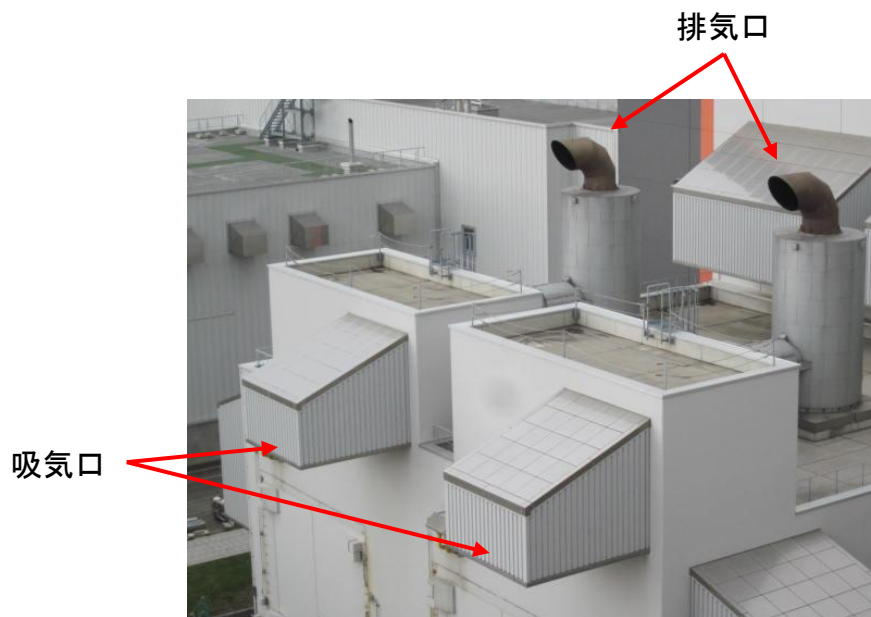


図7. 1 非常用ディーゼル発電機の吸排気口

8. 竜巻随件事象に対する確認結果

竜巻随件事象として想定される事象に対して、以下のとおり竜巻防護施設の安全機能が維持されていることを確認した。

<火災>

設計竜巻による発電所敷地内の危険物タンクの火災に関しては、外部火災評価における発電所敷地内の危険物タンクの火災影響評価と同様であり、竜巻防護施設の安全機能維持に影響を与えないことを確認した。

<溢水>

使用済燃料ピットが設置されている燃料取扱棟の外壁は設計飛来物により損傷することが考えられるが、外壁の一部が損傷することで評価荷重が小さくなり当該建屋の構造健全性は維持される。

従って、屋根が崩落するようなことはないと考えられることから、設計竜巻により使用済燃料ピットの水が吸い上げられて流出することはない。

<外部電源喪失>

吸排気については外気と繋がっており、吸気口と排気口は近接して設置されていることから、短時間ではあるが、吸排気系統出入口で気圧差が発生することが考えられる。吸気側が負圧となった場合、吸入空気の密度が低くなるため排気ガス温度が徐々に上昇し、520℃を超過すれば出力制限となるが、竜巻は吸排気口設置区間を短時間で通過することから、排気ガス温度の急激な上昇はなく非常用ディーゼル発電機運転に支障をきたすことはない。

以上から、非常用ディーゼル発電機は安全機能を維持しており、設計竜巻と同時に発生する雷、ダウンバーストにより外部電源が喪失した場合でも、竜巻防護施設の安全機能の維持に影響を与えないことを確認した。

9. まとめ

泊発電所における設計竜巻の最大風速は92m/sであるが、竜巻影響評価にあたっては、設計竜巻の最大風速を100m/sとして評価した。評価結果は以下のとおり。

- ・ 設計竜巻の最大風速（100m/s）等から設定した設計竜巻荷重に対して、構造健全性等が維持され安全機能を損なうおそれがないことを確認した。
- ・ 竜巻防護施設の安全機能の維持に影響を与えないよう、発電所構内の屋外に保管されている鋼製材、鋼製パイプ等を纏めて固縛する等の飛来物発生防止対策を実施する。
- ・ また、設計飛来物による影響評価において、飛来物が貫通することを確認したことから、飛来物から防護する対策を実施する。
- ・ 竜巻防護施設に波及的影響を及ぼし得る施設については、設計竜巻の最大風速等から設定した設計竜巻荷重に対して、竜巻防護施設の安全機能の維持に影響を与えないことを確認した。