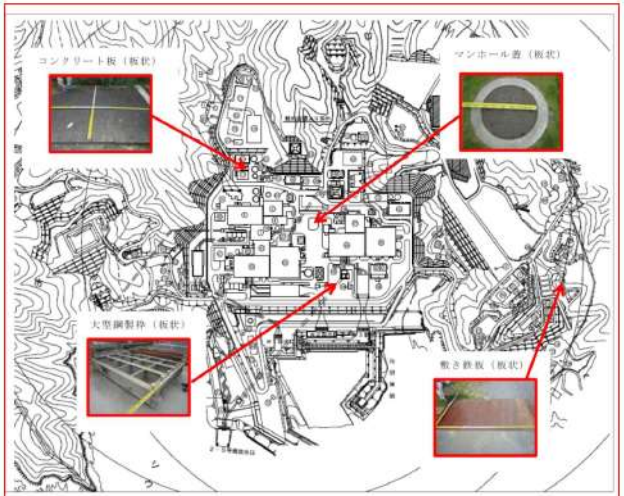
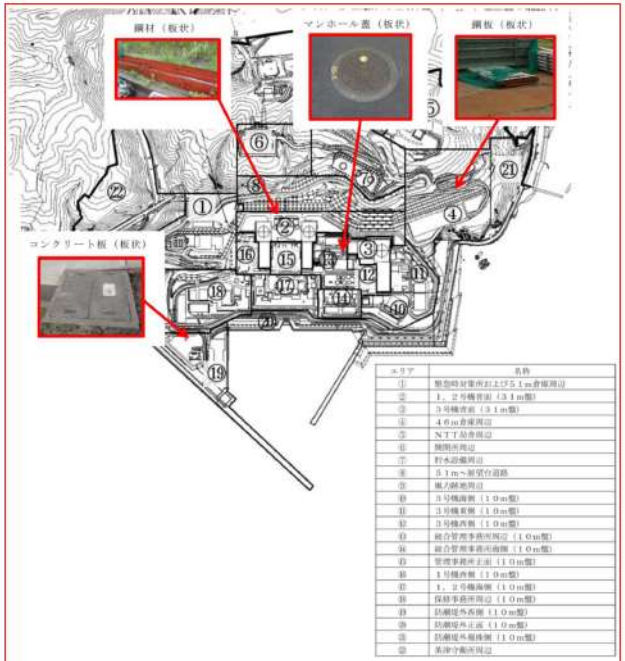
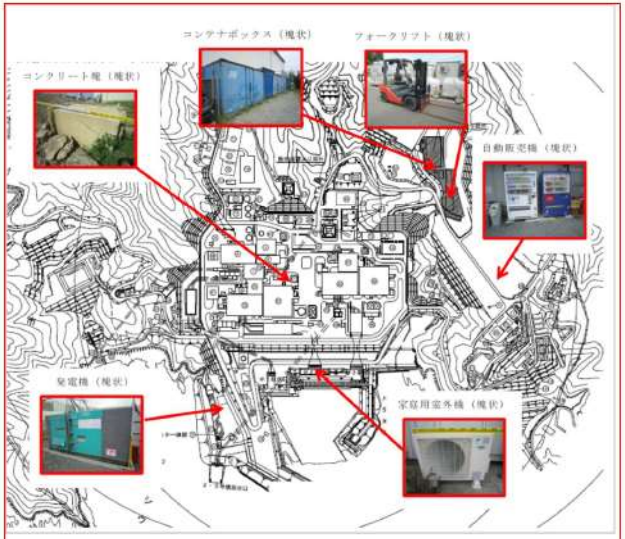
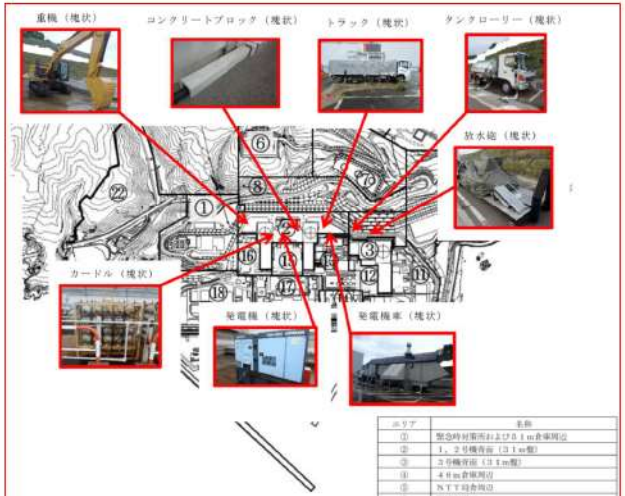
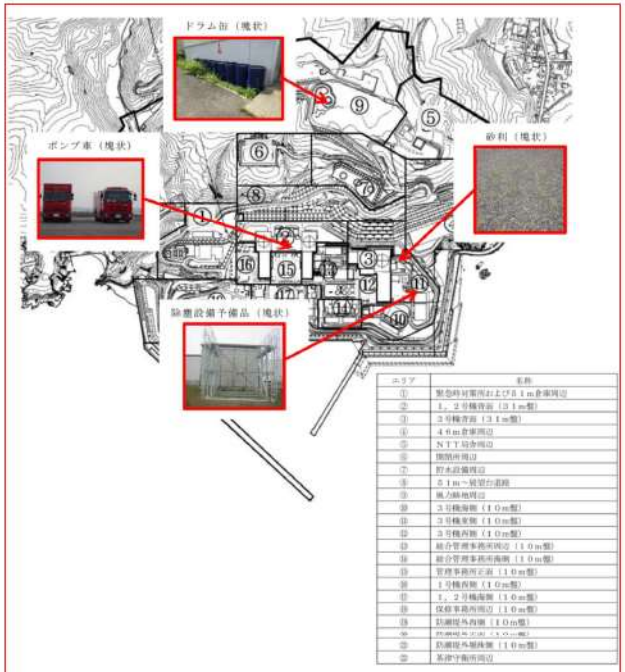
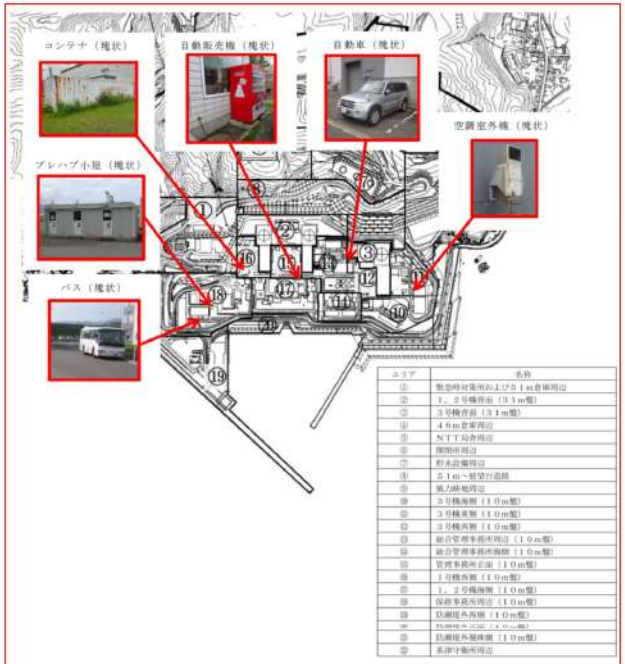
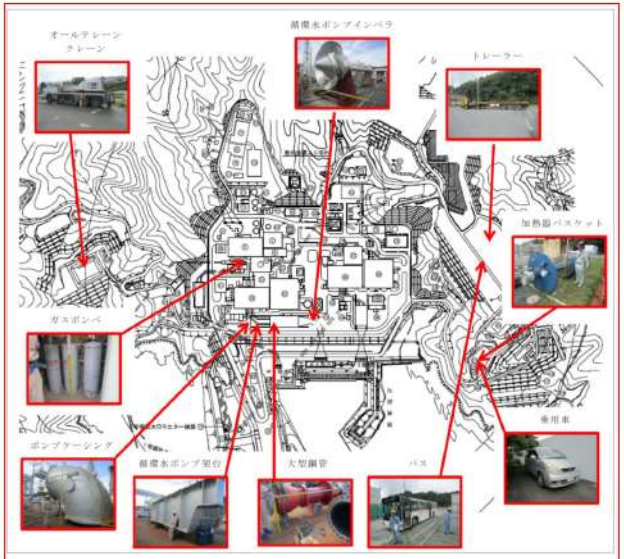
大飯発電所３／４号炉	女川原子力発電所２号炉	泊発電所３号炉	相違理由
	 第 3.3-3 図　代表飛来物（板状）	 第 3.3.3 図　代表飛来物（板状）	【大飯】 記載方針の相違 ・女川審査実績の反映 【女川】 設計方針の相違 ・発電所敷地内の屋外物品及び分類整理の違いによる代表飛来物の相違

大飯発電所３／４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 3.3-4 図　代表飛来物（塊状）	 第 3.3.4 図　代表飛来物（塊状）（1/3）	【大飯】 記載方針の相違 ・女川審査実績の反映 【女川】 設計方針の相違 ・発電所敷地内の屋外物品及び分類整理の違いによる代表飛来物の相違

大飯発電所３／４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 3.3.4 図　代表飛来物（塊状）（2/3）	【大飯】 記載方針の相違 ・女川審査実績の反映 【女川】 設計方針の相違 ・発電所敷地内の屋外物品及び分類整理の違いによる代表飛来物の相違

大飯発電所３／４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 3.3.4 図　代表飛来物（塊状）（3/3）	【大飯】 記載方針の相違 ・女川審査実績の反映 【女川】 設計方針の相違 ・発電所敷地内の屋外物品及び分類整理の違いによる代表飛来物の相違

大飯発電所３／４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 3.3-5 図　代表飛来物（その他）		【大飯】 記載方針の相違 ・女川審査実績の反映 【女川】 設計方針の相違 ・発電所敷地内の屋外物品及び分類整理の違いによる代表飛来物の相違

大飯発電所３／４号炉	女川原子力発電所２号炉	泊発電所３号炉	相違理由
【比較のため補足説明資料８のうち（３）から一部記載】 図２のフローに従い、(1)飛来の有無、(2)運動エネルギーによる評価、(3)貫通しやすさに係る評価を行った結果を以下の表４に示す。	４．代表的な飛来物の飛散評価 上記３．で抽出した代表的な飛来物に対し，寸法，重量，形状により空力パラメータを算出し，フジタモデルの風速場（設計竜巻風速 100m/s）を適用した場合における飛散評価を以下の条件にて実施し，飛来物の浮上の有無について確認を行った。飛散評価結果を第 3.3-2 表に示す。 (1) 流入層高さ（Hi） ・Fujita Workbook(1)における工学的モデルとして，Hi を Rm の関数として設定しており，設計竜巻の最大風速 VD=100m/s の場合，Rm=30m であり，η が約 0.5 であることから，Hi=15m を適用する。 ・設計飛来物に対しては，流入層高さの感度解析の結果を踏まえて，Hi=17.5m を併せて適用する。 (2)初期高さ ・物体は通常地面に置かれている状態であることを考慮し，初期高さは 0m で評価した。 ・また，設計飛来物の最大水平速度の算出条件の初期高さ（水平速度が最大となる初期高さ）の評価も併記した。 ５．飛来物発生防止対策の可否を踏まえた抽出 上記４．で抽出した結果を踏まえ，固縛，撤去等の飛来物発生防止対策が可能かどうかを考慮し，設計飛来物を抽出した。 参考文献 (1) Fujita,T.T.,Workbook of tornadoes and high winds for engineering applications, U.Chicago, 1978.	４．代表的な飛来物の飛散評価 上記３．で抽出した代表的な飛来物に対し，寸法，重量，形状により空力パラメータを算出し，ランキン渦モデルの風速場（設計竜巻風速 100m/s）を適用した場合における飛散評価を実施し，飛来物の浮上の有無について確認を行った。飛散評価結果を第 3.3.2 表に示す。 ５．飛来物発生防止対策の可否を踏まえた抽出 上記４．で抽出した結果を踏まえ，固縛，撤去等の飛来物発生防止対策が可能かどうかを考慮し，設計飛来物を抽出した。	【大飯】 記載方針の相違 ・女川審査実績の反映 【女川】 設計方針の相違 ・泊では，ガイドに示されているランキン渦モデルを適用しているが，女川では，フジタモデルを適用しており，飛散評価にあたって設定が必要となる流入層高さ及び初期高さを記載している。 【大飯】 記載方針の相違 ・女川審査実績の反映 【女川】 設計方針の相違 ・女川では，フジタモデルを適用しているが，泊では，ガイドに示されているランキン渦モデルを適用しているため記載していない。

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 3.3）

大飯発電所３／４号炉

【比較のため補足説明資料８のうち（３）から一部記載】

表４ 設計飛来物の抽出について

No	対象物名	仕様 長さ[m]	仕様 幅[m]	仕様 高さ[m]	仕様 質量[kg]	空力パラメータ $C_DA/m[m^2/kg]$	運動エネルギー[kJ]
9M23	検査用具	5.534	0.55	0.55	7500	0.00021	135
8M3	土嚢	0.8	0.8	0.8	1200	0.00106	271
9M11	排設重機	6.2	2.5	3.285	21220	0.00137	8015
9M36	排設重機	3.61	2.49	2.875	12100	0.00145	8285
9M8	コンクリート板	2.7	0.75	0.19	923	0.00173	507
6M8	排設重機	4.3	2.9	3	12100	0.00186	7168
10M3	トラック	6.25	2.35	1.3	9170	0.00196	5442
ガイド	コンクリート板	1.5	1	0.15	540	0.0021	358
8M7	SA(空冷 DG)	15.45	2.99	4.1	38025	0.00211	25313
9M36	SA(大容量P)	12.69	2.495	3.5	24230	0.00231	17288
8M2	石	0.3	0.3	0.3	76	0.00236	55
3M18	仮設電源	2.95	1.24	1.6	2660	0.00257	2045
1M7	トラック	8.03	2.35	2.95	12630	0.00259	9745
ガイド	トラック	5	1.9	1.3	4750	0.00260	2746
9M13	SA(電源車)	11.5	2.49	3.555	17195	0.00301	14532
6M9	バス	10.25	2.49	3.17	13465	0.00323	11831
9M40	中圧ボンベ	9.4	2.5	3.5	12070	0.00356	11149
1M25	SA(電源車)	8.74	2.49	3.05	11630	0.00318	10131
9M31	排設重機	7.29	2.68	3.29	12355	0.00280	10008
3M61	倉庫	9	5.5	5	4950	0.01627	8751
4M1	仮置資材	4	10	1.2	7802	0.00481	8265
7M2	仮置資材	4.4	4.4	3.195	6945	0.00458	7100
2M33	コンテナ	10	10	2	3000	0.03080	6957
7M9	仮置資材	4	4	2.6	6845	0.00355	6311
9M14	SA(代替 P)	8.455	2.23	2.465	5744	0.00519	6290
9M15	ガンクレーン	6.755	2.2	2.4	4300	0.00558	4853
ガイド	コンテナ	2.4	2.6	6	2300	0.01050	4140
1M5	ブレハブ小屋	6	2.4	2.6	2300	0.01040	3360
2M15	コンテナ	6	2.4	2.6	2300	0.01040	3360
3M20	コンテナ	6	2.4	2.6	2300	0.01040	3360

(1)飛来の有無の評価
空力パラメータが 0.0026 以下であり，飛来しない想定飛来物
（横滑り考慮エリアに設置されており，設計飛来物に包含できない場合は飛散防止対策等により飛来物振とならないようにする。）

(2)運動エネルギーによる評価
ガイド記載の鋼製材よりも運動エネルギーが大きな想定飛来物(220kJ 以上)であり，これらについて飛散防止対策等により飛来物振とならないようにする。

女川原子力発電所２号炉

第 3.3-2 表　代表的な飛来物の飛散評価結果及び飛散防止対策・固定状況等を踏まえた選定結果（1/5）

（常設・仮設物）

分類		名称	長さ[m]	幅[m]	高さ[m]	質量[kg]	空力パラメータ[m²/kg]	初期高さ[m]	最大水平速度[m/s]	最大鉛直速度[m/s]	運動エネルギー[kJ]（水平）	運動エネルギー[kJ]（鉛直）	最大飛距離[m]	最大飛散高さ[m]	コンクリートの貫通限界厚さ※2[cm] 水平 $t_{p,h}$	コンクリートの貫通限界厚さ※2[cm] 鉛直 $t_{p,v}$	コンクリートの裏面剥離限界厚さ※2[cm] 水平 $t_{p,h}$	コンクリートの裏面剥離限界厚さ※2[cm] 鉛直 $t_{p,v}$	鋼板の貫通限界厚さ※2[cm] 水平 $T_{p,h}$	鋼板の貫通限界厚さ※2[cm] 鉛直 $T_{p,v}$	浮き上がりの有無	以下の点で飛来物とならないが※1・飛来物発生防止対策（撤去，固縛等）が可能か・他の飛来物に包絡されるか
柔	土嚢	オールテレーンクレーン	13.43	3	4.02	40750	0.0018	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	×	
剛	土嚢	循環水ポンプケーシング	4.565	4.565	3.525	20000	0.0018	40.0	27.2	27.1	16082	14959	55.5	0.0	86.6	86.3	151.2	150.8	12.3	12.2	×	
剛	土嚢	循環水ポンプ架台	8.6	3.9	2.355	29000	0.0015	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	×	
剛	土嚢	循環水ポンプインペラ	9.5	3.7	3.7	20000	0.0012	40.0	22.9	27.3	7610	10784	43.2	0.0	66.2	77.3	120.9	135.9	8.9	11.2	×	
柔	土嚢	(ガイド)トラック※3	5	1.9	1.3	4750	0.0026	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	×	浮上しないが，外部事象防護対象施設等との離隔をとる。又は，固縛等を実施することから設計飛来物として選定しない。
剛	土嚢	加熱器バスケット	5.4	1.4	1.4	6000	0.0019	40.0	34.6	26.7	2841	1699	89.5	0.0	50.2	40.0	88.1	74.2	8.9	6.3	×	
剛	板状	大型鋼製枠	3.7	2.3	0.4	1870.4	0.0026	40.0	38.4	26.4	1378	649.4	119.2	0.0	41.9	30.1	71.9	55.9	9.0	5.5	×	

※1：竜巻評価ガイドにおいてサイズ及び重量が記載されている物品
※2：修正ＮＤＲＣ式，Ｄｅｇｅｎ式及びＣｈａｎｇ式を用いて算出
※3：原子炉施設のターピンミサイルの評価に用いられているＢＲＬ式にて算出
※4：評価対象施設に想定される損傷モードにより，評価パラメータを設定

泊発電所３号炉

第 3.3.2 表　代表的な飛来物の飛散評価結果及び飛散防止対策・固定状況等を踏まえた選定結果（1/3）

（常設・仮設物）

分類		名称	長さ[m]	幅[m]	高さ[m]	質量[kg]	空力パラメータ[m²/kg]	最大水平速度[m/s]	最大鉛直速度[m/s]	運動エネルギー[kJ]（水平）	運動エネルギー[kJ]（鉛直）	最大飛距離[m]	最大飛散高さ[m]	コンクリートの貫通限界厚さ※2[cm] 水平 $t_{p,h}$	コンクリートの貫通限界厚さ※2[cm] 鉛直 $t_{p,v}$	コンクリートの裏面剥離限界厚さ※2[cm] 水平 $t_{p,h}$	コンクリートの裏面剥離限界厚さ※2[cm] 鉛直 $t_{p,v}$	鋼板の貫通限界厚さ※2[cm] 水平 $T_{p,h}$	鋼板の貫通限界厚さ※2[cm] 鉛直 $T_{p,v}$	浮き上がりの有無	以下の点で飛来物とならないが※1・飛来物発生防止対策（撤去，固縛等）が可能か・他の飛来物に包絡されるか
柔（一部剛）	槐状	重機	9.53	2.8	3.16	20800	0.0021	39.1	25.5	15123	6784	119.9	0.0	95.7	67.1	167.1	127.8	14.3	8.4	×	
柔（一部剛）	槐状	(ガイド)トラック※3	5	1.9	1.3	4750	0.0026	39.9	25.3	3776	1524	163.5	0.0	61.2	41.0	108.4	80.0	10.7	5.9	×	
剛	槐状	発電機	0.98	2.09	1.55	1690	0.0027	40.2	25.3	1368	541.5	171.5	0.0	40.7	27.0	75.7	55.5	6.9	3.7	×	
剛	槐状	カードル	1.01	1.39	1.41	1500	0.0021	38.2	25.5	1095	488.4	122.0	0.0	37.2	26.0	70.3	53.6	6.2	3.6	×	浮上しないが，外部事象防護対象施設等との離隔をとる。又は，固縛等を実施することから設計飛来物として選定しない。
剛	板状	(ガイド)コンクリート板※3	1.5	1	0.15	540	0.0021	38.2	25.5	394.2	175.8	122.0	0.0	33.8	23.9	58.4	44.6	9.6	5.6	×	
剛	板状	コンクリート板	1.35	0.66	0.2	410	0.0021	38.1	25.5	298.0	133.7	119.9	0.0	30.2	21.4	52.9	40.5	8.5	5.0	×	
剛	板状	鋼材	2.5	0.25	0.25	250	0.0022	38.3	25.5	183.6	81.1	126.1	0.0	27.1	19.1	46.9	35.7	9.0	5.2	×	
柔（一部剛）	槐状	発電機車	20.1	7.5	8.25	58120	0.0043	44.6	24.6	57815	17506	256.1	8.3	126.0	74.1	230.5	154.8	13.2	6.0	○	
柔（一部剛）	槐状	除塵設備予備品	6	5	5.6	14000	0.0043	44.6	24.6	13852	4236	257.0	8.5	72.6	42.6	141.3	94.8	7.6	3.4	○	
柔（一部剛）	槐状	ポンプ車	8.79	2.49	3.16	13050	0.0029	40.9	25.1	10910	4123	189.7	0.1	82.8	53.8	147.1	106.1	12.2	6.4	○	外部事象防護対象施設等との離隔をとる。又は，固縛等を実施することから設計飛来物として選定しない。
柔（一部剛）	槐状	バス（大型）	11.1	2.48	3.07	9890	0.0046	45.4	24.7	10173	3025	268.7	11.9	79.7	46.5	141.6	94.3	11.8	5.3	○	
柔（一部剛）	槐状	バス（中型）	8.99	2.34	3.03	7410	0.0049	46.0	25.2	7834	2353	277.1	14.9	70.9	41.5	128.2	85.7	10.3	4.6	○	
柔（一部剛）	槐状	トラック	8.21	2.5	2.46	7410	0.0042	44.3	24.7	7285	2260	251.9	7.0	70.5	41.9	126.9	85.7	10.5	4.8	○	
柔	槐状	コンテナ	12.2	2.6	2.44	5500	0.0052	46.5	25.6	5957	1798	282.6	17.4	63.2	37.1	116.0	77.6	9.1	4.1	○	

※1：竜巻影響評価ガイドにおいてサイズ及び重量が記載されている物品
※2：修正ＮＤＲＣ式，Ｄｅｇｅｎ式及びＣｈａｎｇ式を用いて算出
※3：原子炉施設のターピンミサイルの評価に用いられているＢＲＬ式にて算出
※4：評価対象施設に想定される損傷モードにより，評価パラメータを設定

相違理由

【大飯】
記載方針の相違
・女川審査実績の反映

【女川】
設計方針の相違
・発電所敷地内の屋外物品の違いによる代表飛来物の相違

【女川】
記載方針の相違
・飛散評価は，初期高さの影響を受けるため，１つの代表飛来物に対して，初期高さ０ｍと 40m等，複数の場合について影響評価を行っている。

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）

泊発電所３号炉　ＤＢ基準適合性　比較表

第６条　外部からの衝撃による損傷の防止（竜巻：別添資料１　添付資料 3.3）

大飯発電所３／４号炉

【比較のため補足説明資料８のうち（３）から一部記載】

No	対象物名	仕様				空力パラメータ	運動エネルギー
		長さ[m]	幅[m]	高さ[m]	質量[kg]	$C_D A/m$[m²/kg]	[kJ]
1M23	ﾗﾃｯｸ	4.99	1.69	1.94	3700	0.00382	3034
2M55	ﾒﾝﾃﾅ	7	3	2.5	1750	0.01735	3181
2M41	ﾌﾞﾚｰｼﾞ小屋	5	4	2	2000	0.01254	3163
2M42	ﾌﾞﾚｰｼﾞ小屋	5	4	2	2000	0.01254	3163
3M52	ﾌﾞﾚｰｼﾞ小屋	5	4	2	2000	0.01254	3163
1M26	鋼製ﾎﾞｯｸｽ	4	5	1.5	2100	0.01053	3084
1M27	鋼製ﾎﾞｯｸｽ	3	3	2	2100	0.00974	2965
2M38	検査用具 9	7	2.5	1.7	1940	0.01145	2951
2M38	検査用具 10	7	2.5	1.7	1940	0.01145	2951
2M38	検査用具 11	7	2.5	1.7	1940	0.01145	2951
6M13	ﾌﾞﾚｰｼﾞ小屋	1.95	3.06	2.78	2800	0.00469	2935
9M32	ﾌﾞﾚｰｼﾞ小屋	1.95	3.06	2.78	2800	0.00469	2935
9M33	ﾌﾞﾚｰｼﾞ小屋	1.95	3.06	2.78	2800	0.00469	2935
3M49	ﾌﾞﾚｰｼﾞ小屋	6	3	2	1800	0.01320	2910
3M48	ﾌﾞﾚｰｼﾞ小屋	6	3	2	1800	0.01320	2910
3M47	ﾌﾞﾚｰｼﾞ小屋	6	3	2	1800	0.01320	2910
2M43	ﾌﾞﾚｰｼﾞ小屋	5.5	3	2.5	1650	0.01510	2825
3M23	ﾌﾞﾚｰｼﾞ小屋	5.45	2.45	2.4	1800	0.01165	2779
9M5	乗用車	4.6	1.7	1.3	2960	0.00357	2737
6M42	ﾒﾝﾃﾅ	3.7	2.5	2.4	2100	0.00758	2691
3M12	ﾄｰﾀﾞﾙﾎﾟﾗﾑ	3	3	2.5	1800	0.00876	2459
3M46	ﾌﾞﾚｰｼﾞ小屋	5	3	2	1500	0.01364	2459
2M38	検査用具 12	7	2.5	1.2	1570	0.01215	2450
2M34	鋼製ﾎﾞｯｸｽ	4	2	2	2000	0.00660	2420
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
6M16	ﾌﾞﾚｰｼﾞ小屋	5.4	2.4	2.7	1296	0.01733	2355
1M24	仮置資材	4.2	1.8	1.8	2000	0.00606	2336
1M8	ﾌﾞﾚｰｼﾞ小屋	5.6	2.3	2.6	1288	0.01713	2328
1M12	ﾌﾞﾚｰｼﾞ小屋	5.7	2.3	2.4	1111	0.01627	2318
2M59	物置	5	2.5	2.7	1250	0.01729	2269
7M1	物置	2	2	2.5	2300	0.00402	2250
3M45	ﾌﾞﾚｰｼﾞ小屋	5	2.5	2.5	1250	0.01650	2224
4M12	ﾌﾞﾚｰｼﾞ小屋	2.3	5.4	2.4	1242	0.01642	2205

(2)運動ｴﾈﾙｷﾞｰによる評価
ｶﾞｲﾄﾞ記載の鋼製材よりも運動ｴﾈﾙｷﾞｰが大きな想定飛来物(220kJ 以上)であり，これらについて飛散防止対策等により飛来物源とならないようにする。

女川原子力発電所２号炉

第 3.3-2 表　代表的な飛来物の飛散評価結果及び飛散防止対策・固定状況等を踏まえた選定結果（2/5）

（常設・仮設物）

分類		名称	長さ[m]	幅[m]	高さ[m]	質量[kg]	空力パラメータ[m²/kg]	初期高さ[m]	最大水平速度[m/s]	最大鉛直速度[m/s]	運動エネルギー[kJ]（水平）	運動エネルギー[kJ]（鉛直）	最大飛散高さ[m]	コンクリートの貫通限界厚さ※1[cm] 水平 $t_{p,h}$	コンクリートの貫通限界厚さ※1[cm] 鉛直 $t_{p,v}$	コンクリートの裏面剥離限界厚さ※2[cm] 水平 $t_{s,h}$	コンクリートの裏面剥離限界厚さ※2[cm] 鉛直 $t_{s,v}$	鋼板の貫通限界厚さ※3[cm] 水平 T_h	鋼板の貫通限界厚さ※3[cm] 鉛直 T_v	浮き上がりの有無	以下の点で飛来物とならないが※・飛来物発生防止対策（撤去，固縛等）が可能か・他の飛来物に包絡されるか
剛	機状	形鋼	9.8	0.8	0.3	2028.6	0.0023	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	×
剛	壱地	大型鋼管	3.41	1.06	1.06	3660	0.0016	40.0	32.0	27.0	1037	736.7	74.9	0.0	46.9	40.5	75.1	67.0	14.6	11.6	
剛	板状	コンクリート板	4	2.5	0.3	6900	0.0011	40.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	×
剛	板状	敷鉄板	3.048	1.524	0.025	911	0.0035	40.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	×
剛	地状	コンクリート塊	2	1.6	1	7360	0.0007	40.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	×
剛	板状	（ガイド）コンクリート板※4	1.5	1	0.15	540	0.0022	40.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	×
剛	棒状	電柱（資材）	8	0.247	0.247	390	0.0025	40.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	×
								40.0	33.7	26.8	220.9	140.5	84.2	0.0	29.0	24.0	47.2	40.6	11.7	8.6	

※1：竜巻評価ガイドにおいてサイズ及び重量が記載されている物品
※2：修正ＮＤＲＣ式，Ｄｅｇｅｎ式及びＣｈａｎｇ式を用いて算出
※3：原子炉施設のタービンミサイルの評価に用いられているＢＲＬ式にて算出
※4：評価対象施設に想定される損傷モードにより，評価パラメータを設定

泊発電所３号炉

第 3.3.2 表　代表的な飛来物の飛散評価結果及び飛散防止対策・固定状況等を踏まえた選定結果（2/3）

（常設・仮設物）

分類		名称	長さ[m]	幅[m]	高さ[m]	質量[kg]	空力パラメータ[m²/kg]	最大水平速度[m/s]	最大鉛直速度[m/s]	運動エネルギー[kJ]（水平）	運動エネルギー[kJ]（鉛直）	最大飛散高さ[m]	コンクリートの貫通限界厚さ※1[cm] 水平 $t_{p,h}$	コンクリートの貫通限界厚さ※1[cm] 鉛直 $t_{p,v}$	コンクリートの裏面剥離限界厚さ※2[cm] 水平 $t_{s,h}$	コンクリートの裏面剥離限界厚さ※2[cm] 鉛直 $t_{s,v}$	鋼板の貫通限界厚さ※3[cm] 水平 T_h	鋼板の貫通限界厚さ※3[cm] 鉛直 T_v	浮き上がりの有無	以下の点で飛来物とならないが※・飛来物発生防止対策（撤去，固縛等）が可能か・他の飛来物に包絡されるか
柔（一部剛）	機状	タンクローリー	6.28	2.2	2.41	4380	0.0052	46.5	25.5	4734	1429	282.2	17.2	58.4	34.3	107.7	72.1	8.5	3.8	○
柔	機状	（ガイド）コンテナ※5	2.4	2.6	6	2300	0.0105	54.5	25.5	3416	748.4	340.3	55.1	47.4	24.1	91.1	54.8	6.3	2.3	○
柔	機状	ブレハブ小屋※5	6	3.06	2.08	2000	0.0123	56.5	24.0	3194	575.2	346.7	64.2	45.5	21.2	88.1	49.6	6.0	1.9	○
柔（一部剛）	機状	放水砲	2	4.7	1	3000	0.0036	42.8	24.8	2742	924.3	226.3	1.3	54.1	33.4	96.5	67.0	9.6	4.7	○
柔（一部剛）	機状	乗用車（セダン）	4.89	1.8	1.47	1760	0.0070	49.8	26.7	2182	629.3	313.5	33.1	45.2	26.0	84.0	55.4	7.2	3.1	○
剛	板状	鋼板	6.1	1.54	0.021	1900	0.0033	42.1	25.1	1683	597.1	212.3	0.5	72.3	50.3	120.2	84.9	54.7	27.4	○
柔（一部剛）	機状	乗用車（軽）	3.39	1.47	1.51	720	0.0113	55.5	24.8	1107	222.0	343.6	59.7	33.1	16.2	64.2	37.5	5.0	1.7	○
柔	機状	空調室外機	0.77	0.86	1.33	220	0.0085	51.9	26.6	296.7	77.7	327.6	44.0	21.9	12.1	43.2	27.6	3.8	1.6	○
柔	機状	自動販売機	0.85	1.4	1.9	450	0.0080	51.3	26.7	593.2	160.5	324.9	40.8	27.6	15.4	53.8	34.7	4.5	1.9	○
柔	機状	ドラム缶	0.6	0.6	0.9	245	0.0039	43.5	24.8	232.1	75.3	241.4	3.7	22.1	13.5	42.6	29.2	4.4	2.1	○
剛	棒状	（ガイド）鋼製材※4	4.2	0.3	0.2	135	0.0089	57※5	38※5	219.3	97.5	331.5	46.6	28.5	20.2	48.4	36.9	36.1	21.0	○
剛	機状	コンクリートブロック	1	0.25	0.22	55	0.0041	44.0	24.7	53.3	18.8	247.7	5.6	15.2	9.2	28.5	19.4	4.2	1.9	○
剛	板状	マンホール蓋	0.65	0.65	0.01	32	0.0089	52.5	26.4	44.1	11.2	331.2	46.4	18.4	10.7	31.9	20.2	10.8	4.3	○

※1：竜巻影響評価ガイドにおいてサイズ及び重量が記載されている物品
※2：修正ＮＤＲＣ式，Ｄｅｇｅｎ式及びＣｈａｎｇ式を用いて算出
※3：原子炉施設のタービンミサイルの評価に用いられているＢＲＬ式にて算出
※4：評価対象施設に想定される損傷モードにより，評価パラメータを設定
※5：最大水平速度及び最大鉛直速度については，衝撃荷重による影響を保守的に評価するため，竜巻影響評価ガイドに示される竜巻の最大風速（V_D）＝100m/s の場合と同じ値とする。また，鋼製材の最大水平速度及び最大鉛直速度については，竜巻影響評価ガイド改正前の値とする。

相違理由

【大飯】
記載方針の相違
・女川審査実績の反映

【女川】
設計方針の相違
・発電所敷地内の屋外物品の違いによる代表飛来物の相違
・泊では，鋼製パイプ及び鋼製材の最大水平速度及び最大鉛直速度は，竜巻影響評価ガイドの値を使用している。また，砂利の最大鉛直速度は，ガイドに基づき，最大水平速度の2/3としている。

【女川】
記載方針の相違
・飛散評価は，初期高さの影響を受けるため，１つの代表飛来物に対して，初期高さ０ｍと 40ｍ等，複数の場合について影響評価を行っている。

泊発電所３号炉　ＤＢ基準適合性　比較表

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

第６条　外部からの衝撃による損傷の防止（竜巻：別添資料１　添付資料 3.3）

大飯発電所３／４号炉

【比較のため補足説明資料８のうち（３）から一部記載】

No	対象物名	仕様				空力パラメータ	運動エネルギー
		長さ[m]	幅[m]	高さ[m]	質量[kg]	$C_dA/m[m^2/kg]$	$\mathrm{ﾃﾞｰ}$[kJ]
6M17	鋼製ﾊﾟｯｸｽ	3.65	2.42	2.36	1500	0.01019	2173
3M42	ﾊﾟﾅｿﾆｯｸ	5	2.5	2	1250	0.01452	2105
2M37	ﾊﾟﾅｿﾆｯｸ	3	3.5	3	1150	0.01714	2089
2M28	ｱﾙﾐﾌﾞｰﾄﾞ小屋	4	2.5	2.5	1250	0.01386	2063
1M1	仮置資材	3	1.5	1.305	2520	0.00278	2033
2M38	検査用具13	7	2.5	0.7	1270	0.01255	2009
3M7	物置	4	3	2	1200	0.01430	2007
7M8	ｱﾙﾐﾌﾞｰﾄﾞ小屋	2	4.25	2.1	1350	0.01051	1993
6M7	乗用車	4.48	1.745	1.3	1675	0.00627	1984
2M39	ｱﾙﾐﾌﾞｰﾄﾞ小屋	3	3.5	3	1000	0.01886	1979
3M16	乗用車	4.68	1.73	1.3	1510	0.00718	1892
2M14	ｱﾙﾐﾌﾞｰﾄﾞ小屋	4.55	2.2	2.4	1001	0.01728	1817
3M21	鋼製ﾊﾟｯｸｽ	3.7	2.1	1.8	1310	0.00917	1816
4M5	鋼製ﾊﾟｯｸｽ	3.7	2.1	1.8	1310	0.00917	1816
4M9	鋼製ﾊﾟｯｸｽ	3.7	2.1	1.8	1310	0.00917	1816
6M2	鋼製ﾊﾟｯｸｽ	3.7	2.1	1.8	1310	0.00917	1816
8M15	乗用車	4.48	1.745	1.49	1350	0.00836	1801
4M7	物置	2.5	3.6	2	1080	0.01296	1732
3M56	ﾊﾟﾅｿﾆｯｸ	3	3	3	900	0.01980	1732
5M19	ｱﾙﾐﾌﾞｰﾄﾞ小屋	4.1	2.3	2.3	943	0.01690	1696
9M25	仮設電源	2.65	1.1	1.5	1940	0.00291	1606
2M11	ｻｰﾌﾞﾎﾞﾃﾞｨ	2.2	2.2	1.2	1500	0.00445	1537
6M50	船	7.24	2.11	0.81	820	0.01839	1529
3M9	物置	3	3	1.5	900	0.01320	1455
2M38	検査用具6	2.5	2	2	1000	0.00924	1391
1M4	ﾊﾟﾅｿﾆｯｸ	3.2	1.6	1.05	1200	0.00509	1356
3M50	ｱﾙﾐﾌﾞｰﾄﾞ小屋	3.6	2.7	1.9	684	0.02093	1348
4M18	ｺﾝﾃﾅ	4.5	4	0.005	702	0.01695	1264
3M22	ｱﾙﾐﾌﾞｰﾄﾞ小屋	2.2	3.1	2.1	682	0.01737	1241
1M1	鋼製ﾊﾟｯｸｽ	3	1.5	1.8	807	0.01030	1175
9M12	ﾊﾟﾅｿﾆｯｸ	2.23	1.22	2.45	877	0.00841	1173
5M4	物置	3.5	2	2	600	0.01980	1155
6M6	物置	3.1	1.9	2.2	589	0.01893	1112

②運動ｴﾈﾙｷﾞｰによる評価
ｴﾞｲﾄﾞ記載の鋼製材よりも運動ｴﾈﾙｷﾞｰが大きな想定飛来物(220kJ 以上)であり，これらについて飛散防止対策等により飛来物源とならないようにする。

女川原子力発電所２号炉

第 3.3-2 表　代表的な飛来物の飛散評価結果及び飛散防止対策・固定状況等を踏まえた選定結果（3/5）

（常設・仮設物）

分類		名称	長さ[m]	幅[m]	高さ[m]	質量[kg]	空力パラメータ[m²/kg]	初期高さ[m]	最大水平速度[m/s]	最大鉛直速度[m/s]	運動エネルギー[kJ]（水平）	運動エネルギー[kJ]（鉛直）	最大飛散距離[m]	最大飛散高さ[m]	コンクリートの貫通限界厚さ※1[cm] 水平 $t_{a,b}$	コンクリートの貫通限界厚さ※1[cm] 鉛直 $t_{a,v}$	コンクリートの裏面剥離限界厚さ※1[cm] 水平 $t_{a,b}$	コンクリートの裏面剥離限界厚さ※1[cm] 鉛直 $t_{a,v}$	鉄板の貫通限界厚さ※1[mm] 水平 $T_{a,b}$	鉄板の貫通限界厚さ※1[mm] 鉛直 $T_{a,v}$	浮き上がりの有無	以下の点で飛来物とならないか※2 ・飛来物発生防止対策（撤去，固縛等）が可能か ・他の飛来物に包絡されるか
剛	棒状	鉄パイプ	6	0.05	0.05	25.2	0.0057	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	×	浮上しないが，外部事象防護対象施設等との離隔をとる，又は，固縛等を実施することから設計飛来物として選定しない。
								10.1	43.4	13.6	23.7	2.3	88.8	0.0	14.6	6.2	25.8	11.9	29.7	6.4			
柔	弾性	バス（大型）	11.99	2.49	3.75	14583	0.0039	0.0	38.8	7.7	10985	427.4	84.9	4.6	75.1	17.6	130.5	44.0	11.3	1.3	○	外部事象防護対象施設等との離隔をとる，又は，固縛等を実施することから設計飛来物として選定しない。
								40.0	39.2	28.1	11200	4962	126.6	0.0	75.8	52.7	131.4	106.0	11.4	6.7			
柔	弾性	コンテナボックス	12.192	2.438	2.896	4510	0.0107	0.0	54.7	15.0	6758	506.7	197.4	19.1	60.2	19.0	105.7	44.4	9.4	1.7	○	
柔	弾性	バス（中型）	8.99	2.34	3.035	6008	0.0056	0.0	44.7	8.7	6600	247.6	121.4	7.1	60.7	14.0	107.5	35.8	9.2	1.1	○	
								0.9	44.7	7.8	6611	200.2	113.3	4.6	60.7	12.8	107.5	33.3	9.2	0.9		
柔	弾性	トレーラー	14.96	2.49	1.43	4970	0.0084	0.0	47.0	7.3	5481	133.3	85.9	4.0	62.8	12.0	106.2	30.6	11.5	1.0	○	
								8.1	49.5	12.0	6085	359.3	123.6	1.5	65.7	18.7	109.9	42.6	12.3	1.9		
柔	弾性	バス（小型）	6.99	2.08	3.1	5186	0.0055	0.0	44.6	8.7	5151	194.9	121.4	7.1	54.7	12.7	98.3	32.8	8.2	1.0	○	
柔	弾性	（ガイド）コンテナボックス※3	6	2.4	2.6	2300	0.0106	0.0	54.2	14.2	3321	232.8	189.4	17.1	43.9	13.3	81.2	33.2	6.3	1.1	○	

※1：竜巻評価ガイドにおいてサイズ及び重量が記載されている物品
※2：修正ＮＤＲＣ式，Ｄｅｇｅｎ式及びＣｈａｎｇ式を用いて算出
※3：原子炉施設のタービンミサイルの評価に用いられているＢＲＬ式にて算出
※4：評価対象施設に想定される損傷モードにより，評価パラメータを設定

泊発電所３号炉

第 3.3.2 表　代表的な飛来物の飛散評価結果及び飛散防止対策・固定状況等を踏まえた選定結果（3/3）

（常設・仮設物）

分類		名称	長さ[m]	幅[m]	高さ[m]	質量[kg]	空力パラメータ[m²/kg]	最大水平速度[m/s]	最大鉛直速度[m/s]	運動エネルギー[kJ]（水平）	運動エネルギー[kJ]（鉛直）	最大飛散距離[m]	最大飛散高さ[m]	コンクリートの貫通限界厚さ※1[cm] 水平 $t_{a,b}$	コンクリートの貫通限界厚さ※1[cm] 鉛直 $t_{a,v}$	コンクリートの裏面剥離限界厚さ※1[cm] 水平 $t_{a,b}$	コンクリートの裏面剥離限界厚さ※1[cm] 鉛直 $t_{a,v}$	鉄板の貫通限界厚さ※1[mm] 水平 $T_{a,b}$	鉄板の貫通限界厚さ※1[mm] 鉛直 $T_{a,v}$	浮き上がりの有無	以下の点で飛来物とならないか※2 ・飛来物発生防止対策（撤去，固縛等）が可能か ・他の飛来物に包絡されるか
剛	棒状	（ガイド）鋼製パイプ※3	2	0.05	0.05	8.4	0.0057	49※3	33※3	10.1	4.6	293.3	21.8	11.0	8.2	20.3	15.6	17.1	10.1	○	設計飛来物に選定する
剛	棒状	鋼管	2.5	0.05	0.05	6.825	0.0087	52.1	26.5	9.3	2.4	329.2	45.0	10.6	6.3	19.3	12.3	6.9	2.8	○	エネルギー，貫通力が設計飛来物（鋼製材及び鋼製パイプ）に包含される。
剛	塊状	砂利	0.04	0.04	0.04	0.18	0.0185	62	42※4	0.3	0.2	297.7	87.3	2.3	1.7	5.1	3.9	0.8	0.5	○	設計飛来物に選定する

※1：竜巻影響評価ガイドにおいてサイズ及び重量が記載されている物品
※2：修正ＮＤＲＣ式，Ｄｅｇｅｎ式及びＣｈａｎｇ式を用いて算出
※3：原子炉施設のタービンミサイルの評価に用いられているＢＲＬ式にて算出
※4：評価対象施設に想定される損傷モードにより，評価パラメータを設定
※5：最大水平速度及び最大鉛直速度については，衝撃荷重による影響を保守的に評価するため，竜巻影響評価ガイドに示される竜巻の最大風速（V_D）＝100m/s の場合と同じ値とする。また，鋼製材の最大水平速度及び最大鉛直速度については，竜巻影響評価ガイド改正前の値とする。
※6：竜巻影響評価ガイドに基づき最大水平速度の 2/3 として算出

相違理由

【大飯】
記載方針の相違
・女川審査実績の反映

【女川】
設計方針の相違
・発電所敷地内の屋外物品の違いによる代表飛来物の相違
・泊では，鋼製パイプ及び鋼製材の最大水平速度及び最大鉛直速度は，竜巻影響評価ガイドの値を使用している。また，砂利の最大鉛直速度は，ガイドに基づき，最大水平速度の2/3としている。

【女川】
記載方針の相違
・飛散評価は，初期高さの影響を受けるため，１つの代表飛来物に対して，初期高さ０ｍと 40m等，複数の場合について影響評価を行っている。

大飯発電所３／４号炉

【比較のため補足説明資料８のうち（３）から一部記載】

No	対象物名	仕様				空力パラメータ $C_dA/m[m^2/kg]$	運動エネルギー[kJ]
		長さ[m]	幅[m]	高さ[m]	質量[kg]		
0043	鋼材	4.9	2.5	0.3	690	0.01294	1111
2M9	物置	3	2	2	600	0.01760	1098
2M44	ブレーダー小屋	3	2	2	600	0.01760	1098
045	物置	2.2	2.5	2.5	550	0.02070	1079
0M19	ブレーダー小屋	3	1.8	2.2	540	0.01951	1033
M9	カゴナ	4.12	4.12	2.105	330	0.06964	1031
084	保護資材	6	0.3	0.6	1123	0.00328	995
7M10	鋼材	1.2	2.5	1	930	0.00471	966
042	トーブメドラム	1.8	1.8	0.9	960	0.00446	964
2M38	検査用具８	2	1.8	1.8	720	0.00853	959
045	物置	2.2	2.2	2.5	694	0.02360	907
2M36	検査用具７	2.5	2.5	1.6	480	0.01891	906
0043	鋼材	4.7	2.8	0.2	668	0.01963	901
0044	鋼材	4.7	2.8	0.2	668	0.01963	901
0M36	倉庫	4	2.1	1.1	640	0.02267	897
9M28	仮設電源	1.86	0.68	1.25	965	0.00338	896
2M35	検査用具３	2.8	1.2	1.2	630	0.00855	849
042	物置	2	2	2.5	600	0.02310	823
2M13	鋼製ボックス	5	1	1	629	0.01092	772
9M16	ブレーダー小屋	1.75	1.75	3.1	350	0.02624	760
0M14	パイナ	1.6	1.6	1.3	528	0.00941	706
1M3	鋼製ボックス	2	1.2	1.5	468	0.01015	677
2M38	検査用具14	7	0.5	0.5	440	0.01068	655
0M17	鋼製ボックス	1.5	1.5	1.5	439	0.01015	636
5M1	自動販売機	1.5	0.75	2	450	0.00825	597
6M1	自動販売機	1.5	0.75	2	450	0.00825	597
6M10	自動販売機	1.4	0.8	1.9	450	0.00777	583
9M1	鋼製ボックス	4.6	0.72	0.72	336	0.01401	558
9M29	トーブル	1.4	0.86	1.4	405	0.00712	506
9M30	トーブル	1.4	0.86	1.4	405	0.00712	506
9M34	トーブル	1.4	0.86	1.4	405	0.00712	506
9M35	トーブル	1.4	0.86	1.4	405	0.00712	506
8M1	コンプレッサー	1.74	0.75	0.965	475	0.00481	504

(2)運動ｴﾈﾙｷﾞｰによる評価
ﾀﾞｲ(1)ﾞ記載の鋼製材よりも運動ｴﾈﾙｷﾞｰが大きな想定飛来物(220kJ 以上)であり，これらについて飛散防止対策等により飛来物都とならないようにする。

女川原子力発電所２号炉

第 3.3-2 表　代表的な飛来物の飛散評価結果及び飛散防止対策・固定状況等を踏まえた選定結果（1/5）
（常設・仮設物）

分類		名称	長さ[m]	幅[m]	高さ[m]	質量[kg]	空力パラメータ[m²/kg]	初期高さ[m]	最大水平速度[m/s]	最大鉛直速度[m/s]	運動エネルギー[kJ]（水平）	運動エネルギー[kJ]（鉛直）	最大飛散距離[m]	最大飛散高さ[m]	コンクリートの貫通限界厚さ[cm] 水平 t_{cd}	コンクリートの貫通限界厚さ[cm] 鉛直 t_{cv}	鋼板の飛散限界厚さ[cm] 水平 T_d	鋼板の飛散限界厚さ[cm] 鉛直 T_v	浮き上がりの有無	
竜巻	風速	フォークリフト	3.465	1.15	2.11	3290	0.0029	0.0	15.3	1.0	382.4	1.6	13.0	0.2	20.3	1.8	43.4	7.0	2.4	0.1	○	以下の点で飛来物とならないための対策（飛来物発生防止対策（固定具，固縛等），が可能か ・他の飛来物に包絡されるか
								40.0	35.8	26.6	2080	1152	97.3	0.0	43.1	33.1	77.6	63.7	7.3	5.0	
竜巻	風速	乗用車（セダン）	4.36	1.665	1.46	1140	0.0095	0.0	49.5	7.8	1399	34.8	139.8	5.2	34.2	6.6	62.3	18.4	5.6	0.5	○	外部事象防護対象施設等との離隔をとる，又は，固縛等を実施することから設計飛来物として選定しない。
								8.1	51.3	12.0	1501	82.4	140.8	3.3	35.3	9.7	64.9	24.6	5.8	0.9	
竜巻	風速	乗用車（軽）	3.395	1.53	1.475	760	0.0110	0.0	62.9	8.6	1662	28.4	152.6	7.0	39.2	6.0	66.8	16.9	4.9	0.5	○	
								8.3	53.6	13.3	1690	67.5	161.2	6.0	39.5	8.8	67.3	22.6	5.0	0.8	
竜巻	風速	発電機	1.67	0.86	1.22	1025	0.0033	0.0	11.9	0.7	72.0	0.3	7.9	0.1	16.8	0.9	25.6	4.0	1.2	0.1	○	
								40.0	37.3	26.5	714.3	309.1	169.9	0.0	29.7	21.9	54.7	43.5	5.5	3.5	
竜巻	風速	自動販売機	1.202	0.74	1.83	365	0.0089	0.0	50.4	8.6	463.3	13.6	147.6	7.1	23.5	4.9	44.5	13.7	4.2	0.4	○	
竜巻	積載	1ガイド鋼材[※4]	4.2	0.3	0.2	135	0.0066	0.0	11.6	0.9	9.1	0.1	6.4	0.2	6.7	0.7	14.8	2.7	4.4	0.2	○	設計飛来物に選定する
								$0.0^{※5}$	11.0	0.8	8.2	0.9	5.8	0.1	6.4	0.7	14.3	2.5	4.0	0.2	
								10.2	45.7	13.7	140.8	12.7	112.9	0.4	22.1	7.8	37.1	16.6	26.9	5.4	
								$11.5^{※5}$	46.6	14.9	146.4	14.9	120.4	2.6	22.6	8.4	37.0	17.6	27.6	6.1	

※1：竜巻評価ガイドにおいてサイズ及び質量が記載されている物品
※2：修正NDRC式，Degen式及びChang式を用いて算出
※3：原子炉施設のターゲットシミュレーションにおいて用いられているBRL式にて算出
※4：評価対象施設に想定される衝撃モードにより，評価パラメータを設定
※5：設計飛来物に選定した鋼製材及び部材については，流入層高さの感度解析の結果を踏まえ，流入層高さを 17.5m とした場合の飛散評価結果も記載

泊発電所３号炉

相違理由

【大飯】
記載方針の相違
・女川審査実績の反映
【女川】
設計方針の相違
・発電所敷地内の屋外物品の違いによる代表飛来物の相違
【女川】
記載方針の相違
・飛散評価は，初期高さの影響を受けるため，１つの代表飛来物に対して，初期高さ０mと 40m等，複数の場合について影響評価を行っている。
　このため，泊より女川の表の数が多く，本ページで，泊の表はない。

第６条　外部からの衝撃による損傷の防止（竜巻：別添資料１　添付資料 3.3）

大飯発電所３／４号炉

【比較のため補足説明資料８のうち（３）から一部記載】

No	対象物名	仕様				運動ｴﾈﾙｷﾞｰ [kJ]
		奥行[m]	幅[m]	高さ[m]	質量[kg]	
2013	鋼製ﾌﾟﾗｽﾁｯｸ	1.5	1.5	2	250	922
2030	検査用具１	1	0.5	0.5	330	492
206	自動販売機	1.2	0.735	1.9	301	488
1105	仮設電源	1.4	0.69	0.93	402	476
108	物置	1.6	0.7	1.9	304	471
2028	検査用具６	2	1	1	300	449
2010	鋼製ﾌﾟﾗｽﾁｯｸ	1	2.5	1	222	409
703	鋼製ﾌﾟﾗｽﾁｯｸ	1.5	0.7	1.9	245	409
102	鋼製ﾌﾟﾗｽﾁｯｸ	1.34	1.34	1.006	270	404
103	鋼製ﾌﾟﾗｽﾁｯｸ	1.34	1.34	1.006	270	404
403	ｶｰﾄﾞﾎﾞｯｸｽ	1.2	1.2	0.7	300	369
2402	物置	1.7	1.3	1	150	321
1102	物置	1.5	1	1.5	150	309
2020	空調室外機	2.1	1.0	0.9	120	303
2039	空調室外機	2.1	1.0	0.9	120	303
2012	ｶｰﾄﾞﾎﾞｯｸｽ	1	1	0.6	250	297
2053	物置	2	1.5	0.9	120	293
6010	ﾌｪﾝｽｰﾄﾚｰﾄ	1.7	1.2	0.015	239	273
1015	敷鉄板	1.829	0.914	0.019	249	257
106	ｶｰﾄﾞﾎﾞｯｸｽ	0.6	1	1	200	252
2038	検査用具４	2	0.6	0.6	160	243
2051	鋼製ﾌﾟﾗｽﾁｯｸ	3	1.4	1.3	71	243
043	強度資材	0.9	1.2	0.9	162	238
2036	検査用具２	1.2	1	0.5	170	234
2011	ｶｰﾄﾞﾎﾞｯｸｽ	0.8	0.9	0.5	220	223
4010	鋼製材	3.0	0.2	0.2	100	192
2002	ｶﾝ(ﾌﾟﾗｽﾁｯｸ)	23.9	0.09	0.09	239	219
6010	ﾌｪﾝｽｰﾄﾚｰﾄ	1.83	1.3	0.006	121	198
604	ﾌｪﾝｽｰﾄﾚｰﾄ	1.8	0.3	0.006	21	169
2054	照明機器	7	0.15	0.05	30	165
6013	ﾌｪﾝｽｰﾄﾚｰﾄ	1.8	0.75	0.009	60	159
203	ﾏﾙﾁｺｰﾝ	1.5	0.7	0.01	82	155

貫通厚さ[mm]	
鋼板	RC
24.1	276
25.6	340
24.9	300
26.3	183
24.9	188
19.2	249
19.1	252

(2)運動ｴﾈﾙｷﾞｰによる評価
ｶﾞｲﾄﾞ記載の鋼製材よりも運動ｴﾈﾙｷﾞｰが大きな想定飛来物(220kJ 以上)であり，これらについて飛散防止対策等により飛来物防護とならないようにする。

(3)貫通し易さに係る評価
ｶﾞｲﾄﾞ記載の鋼製材よりも貫通しやすい想定飛来物であり，これらについて飛散防止対策等により飛来物防護とならないようにする。(貫通し易さは鋼板及び鉄筋コンクリートに対する貫通限界厚から算定)
※記の飛来物が設計飛来物より貫通しやすいと判定された飛来物

女川原子力発電所２号炉

第 3.3-2 表　代表的な飛来物の飛散評価結果及び飛散防止対策・固定状況等を踏まえた選定結果（5/5）
（常設・仮設物）

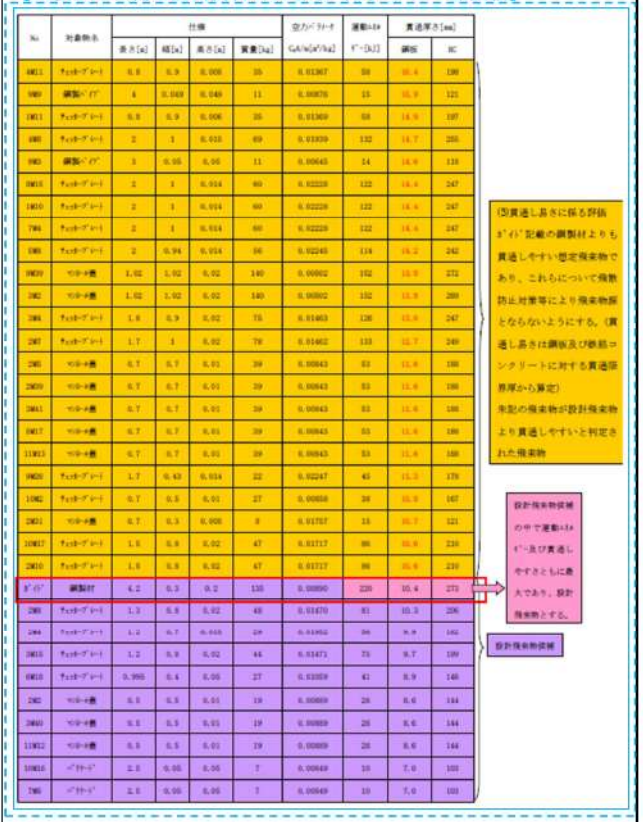
分類		名称	長さ [m]	幅 [m]	高さ [m]	質量 [kg]	空力パラメータ [m^2/kg]	初期高さ [m]	最大水平速度 [m/s]	最大鉛直速度 [m/s]	運動ｴﾈﾙｷﾞｰ(水平)[kJ]	運動ｴﾈﾙｷﾞｰ(鉛直)[kJ]	最大飛散距離 [m]	最大飛散高さ [m]	コンクリートの貫通限界厚さ※2 [cm] 水平 $t_{p,h}$	コンクリートの貫通限界厚さ※2 [cm] 鉛直 $t_{p,v}$	鋼板の貫通限界厚さ※3 [mm] 水平 T_h	鋼板の貫通限界厚さ※3 [mm] 鉛直 T_v	浮き上がりの有無	以下の点に飛散防止対策（固定，飛来物防護等）が可能か ・竜巻防護対象施設に衝突されるか ・他の飛来物に包絡されるか
構造	車両	乗用車	4.94	1.69	1.47	1.5	0.0146	0.0	56.4	7.1	105.1	1.8	150.6	0.1	14.1	2.3	27.5	7.0	○	竜巻防護対象施設に衝突しない
構造	車両	乗用車	4.94	1.69	1.47	1.5	0.0146	7.5	67.5	14.1	117.4	7.0	182.1	9.4	14.9	4.2	28.5	11.1		
構造	車両	乗用車	4.94	1.69	1.47	1.5	0.0146	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	×	飛来物防護（鋼製材）に包含される。
構造	車両	乗用車	4.94	1.69	1.47	1.5	0.0146	40.0	37.8	26.4	40.7	19.9	114.2	0.0	13.2	9.7	24.0	18.9		
構造	車両	大型車	6.65	2.49	3.08	22.5	0.0074	0.0	5.3	0.2	0.5	0.0	1.4	0.0	1.9	0.2	5.4	0.7	○	竜巻防護対象施設に衝突しない
構造	車両	大型車	6.65	2.49	3.08	22.5	0.0074	10.2	47.4	13.6	37.7	3.1	127.1	1.5	13.0	4.4	23.2	10.1		
構造	鋼材	(ガイド)鋼パイプ※1	2	0.05	0.05	8.4	0.0058	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	×	竜巻防護対象施設に衝突しない
構造	鋼材	(ガイド)鋼パイプ※1	2	0.05	0.05	8.4	0.0058	10.1	43.7	13.6	8.0	0.8	91.3	0.0	9.6	3.7	16.7	7.7		
構造	鋼材	鋼材	0.04	0.04	0.04	0.2	0.0160	0.0	16.4	0.8	0.0	0.0	11.5	0.1	0.8	0.1	2.0	0.3	○	設計飛来物に選定する
構造	鋼材	鋼材	0.04	0.04	0.04	0.2	0.0160	0.0※5	15.7	0.7	0.0	0.0	10.7	0.1	0.8	0.1	2.0	0.3		
構造	鋼材	鋼材	0.04	0.04	0.04	0.2	0.0160	2.0	58.8	14.8	0.3	0.0	188.4	10.7	2.3	0.7	4.7	1.9		
構造	鋼材	鋼材	0.04	0.04	0.04	0.2	0.0160	8.0※5	59.3	17.2	0.4	0.0	209.5	18.0	2.3	0.7	4.7	2.1		

※1：竜巻評価ガイドにおいてサイズ及び質量が記載されている物品
※2：修正NDRC式，Degen式及びHaag式を用いて算出
※3：原子炉施設のターゲットシミサイルの評価に用いられているBRL式にて算出
※4：評価対象施設に想定される飛来物については，評価パラメータを設定
※5：設計飛来物に選定した鋼製材及び砂利については，流入層高さを17.5mとした場合の飛散評価結果も記載

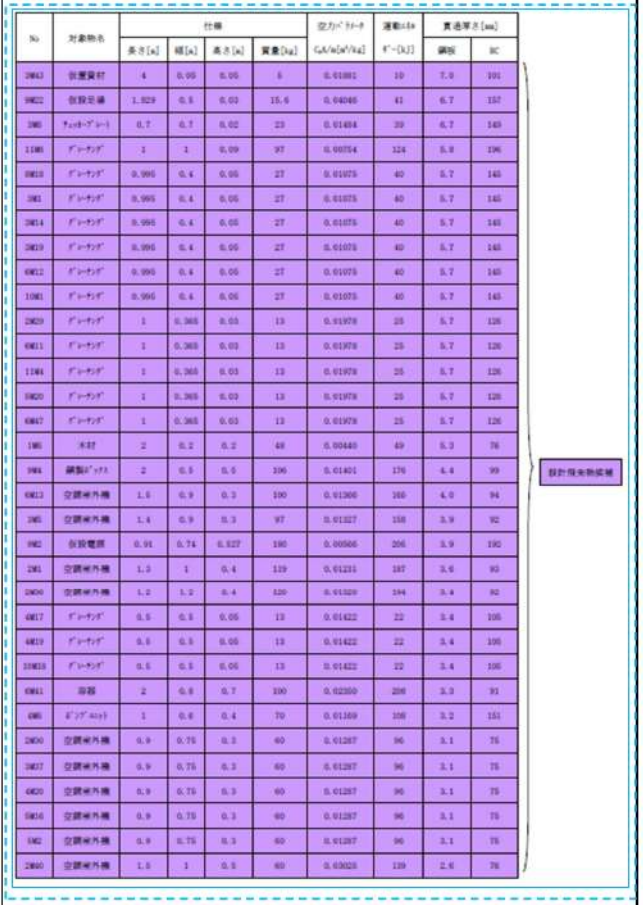
泊発電所３号炉

相違理由

【大飯】
記載方針の相違
・女川審査実績の反映
【女川】
設計方針の相違
・発電所敷地内の屋外物品の違いによる代表飛来物の相違
【女川】
記載方針の相違
・飛散評価は，初期高さの影響を受けるため，１つの代表飛来物に対して，初期高さ０mと 40m等，複数の場合について影響評価を行っている。
　このため，泊より女川の表の数が多く，本ページで，泊の表はない。

大飯発電所３／４号炉	女川原子力発電所２号炉	泊発電所３号炉	相違理由
【比較のため補足説明資料８のうち（３）から一部記載】  (5)貫通し易さに係る評価ﾊﾟﾗﾒｰﾀ"ｴｲ"記載の鋼製材よりも貫通しやすい想定飛来物であり，これらについて飛散防止対策等により飛来物扱いとならないようにする。(貫通し易さは鋼板及び鉄筋コンクリートに対する貫通限界厚から算定) ※記の飛来物が設計飛来物より貫通しやすいと判定された飛来物 設計飛来物候補の中で運動ｴﾈﾙｷﾞｰ及び貫通しやすさともに最大であり，設計飛来物とする。 設計飛来物候補			【大飯】 記載方針の相違 ・女川審査実績の反映

第６条　外部からの衝撃による損傷の防止（竜巻：別添資料１　添付資料 3.3）

大飯発電所３／４号炉	女川原子力発電所２号炉	泊発電所３号炉	相違理由
【比較のため補足説明資料８のうち（３）から一部記載】 			【大飯】 記載方針の相違 ・女川審査実績の反映

第６条　外部からの衝撃による損傷の防止（竜巻：別添資料１　添付資料 3.3）

大飯発電所３／４号炉	女川原子力発電所２号炉	泊発電所３号炉	相違理由
【比較のため補足説明資料８のうち（３）から一部記載】 			【大飯】 記載方針の相違 ・女川審査実績の反映

第６条　外部からの衝撃による損傷の防止（竜巻：別添資料１　添付資料 3.3）

大飯発電所３／４号炉

【比較のため補足説明資料８のうち（３）から一部記載】

図２のフロー及び表４の評価結果より、大飯発電所における設計飛来物については、以下の表５のとおりとする。鋼製材については、設計飛来物候補の中で運動エネルギー、貫通しやすさともに最大であり、防護対象施設の評価において鋼製材の評価に包含できないものとして、海水ポンプの防護ネットを通過する可能性がある砂利を選定する。また、鋼製パイプについては、使用済燃料ピットに侵入した場合に燃料集合体に直接落下する可能性がある飛来物として選定する。

表５ 大飯発電所における設計飛来物選定結果

飛来物名称	仕様				空力パラメータ	速度	運動エネルギー
	長さ[m]	幅[m]	高さ[m]	質量[kg]	C_DA/m[m²/kg]	[m/s]	[kJ]
砂利	0.04	0.04	0.04	0.18	0.0176	62	0.346
鋼製ﾊﾟｲﾌﾟ	2	0.05	0.05	8.4	0.0057	49	10
鋼製材	4.2	0.3	0.2	135	0.0089	57	220

図３ 鋼製材のイメージ

なお、表５に示した鋼製材及び鋼製ﾊﾟｲﾌﾟの水平、鉛直速度については、竜巻風速場をＬＥＳによる乱流場とし飛来物速度を求めた竜巻影響評価ｶﾞｲﾄﾞの値を用いることとする。また、砂利については、竜巻影響評価ｶﾞｲﾄﾞに記載がないことから、竜巻風速場をﾗﾝｷﾝ渦ﾓﾃﾞﾙとした場合の飛来物の運動方程式である補足説明資料９の(1)式を離散化することにより水平速度を求め、鉛直速度については竜巻影響評価ｶﾞｲﾄﾞに基づき水平速度を 2/3 とすることにより求めることとする。

女川原子力発電所２号炉

６．設計飛来物の選定結果

上記１．から５．より，女川原子力発電所における設計飛来物は，第 3.3-3 表及び第 3.3-6 図に示す。

鋼製材については，設計飛来物候補の中で，運動エネルギー，コンクリート・鋼板に対する貫通力が最大である。

また，砂利については，海水ポンプへの防護対策として設置する竜巻防護ネットを通過する可能性があり，飛来物の影響を鋼製材にて包含できないことから，設計飛来物として選定した。

第 3.3-3 表　女川原子力発電所における設計飛来物

項　目		飛来物の種類	
		砂利	鋼製材
サイズ[m]		縦×横×高さ 0.04×0.04×0.04※1	縦×横×高さ 4.2×0.3×0.2
質量[kg]		0.2	135
初期高さ[m]※2		8.0	11.5
計算結果※3	最大水平速度[m/s]	59.3	46.6
	最大鉛直速度[m/s]	22.6～37.9※4	16.7～34.7※4
	浮き上がり高さ[m]	18.0	2.6
	飛散距離[m]	209.5	139.4

※1 砂利のサイズは，竜巻防護ネットの金網が目開き 5cm×5cm を 2 枚重ね，4cm×4cm を 1 枚重ねの構造となっていることを考慮して選定
※2 初期高さは感度解析結果を踏まえて，最大水平速度の算出条件を適用
※3 設計竜巻風速 100m/s，当社が実施するフジタモデルの風速場を用いた飛散評価手法による結果
※4 敷地内の高台を考慮して設定

（砂利）

（鋼製材）

第 3.3-6 図　選定した設計飛来物の形状（イメージ）

泊発電所３号炉

６．設計飛来物の選定結果

上記１．から５．より，泊発電所における設計飛来物は，第 3.3.3 表及び第 3.3.5 図に示す。

鋼製材については，設計飛来物候補の中で，運動エネルギー，コンクリート・鋼板に対する貫通力が最大である。

また，砂利については，原子炉補機冷却海水ポンプ等への防護対策として設置する竜巻防護ネットを通過する可能性があること，鋼製パイプについては，使用済燃料ピット及び新燃料貯蔵庫に侵入した場合に燃料集合体に直接落下する可能性があることから，飛来物の影響を鋼製材にて包含できないため，設計飛来物として選定した。

第 3.3.3 表　泊発電所における設計飛来物

項　目	飛来物の種類		
	砂利	鋼製パイプ	鋼製材
サイズ[m]	長さ×幅×奥行 0.04×0.04×0.04※1	長さ×直径 2×0.05	長さ×幅×奥行 4.2×0.3×0.2
質量[kg]	0.18	8.4	135
最大水平速度[m/s]	62※2	49※4	57※4
最大鉛直速度[m/s]	42※3	33※4	38※4
浮き上がり高さ[m]※2	87.3	21.8	46.6
飛散距離[m]※2	397.7	293.3	331.5

※1 砂利のサイズは，竜巻防護ネットの金網が目開き 5cm×5cm を 2 枚重ね，4cm×4cm を 1 枚重ねの構造，又は 4 cm×4 cm を 3 枚重ねの構造となっていることを考慮して選定
※2 設計竜巻風速 100m/s，当社が実施するランキン渦モデルの風速場を用いた飛散評価手法による結果
※3 竜巻影響評価ガイドに基づき最大水平速度の 2/3 として算出
※4 衝撃荷重による影響を保守的に評価するため，竜巻影響評価ガイドに示される竜巻の最大風速（V_D）＝100m/s の場合と同じ値とする。また，鋼製材については，竜巻影響評価ガイド改正前の値とする。

（砂利）

（鋼製パイプ）

（鋼製材）

第 3.3.5 図　選定した設計飛来物の形状（イメージ）

相違理由

【大飯】
記載方針の相違
・女川審査実績の反映
【女川】
記載表現の相違
【女川】
設計方針の相違
・設計飛来物の相違
・泊では，使用済燃料ピット等に侵入した場合に燃料集合体に直接落下する可能性がある鋼製パイプを設計飛来物としている。（大飯と同じ）
・竜巻防護ネットを設置する防護対象機器の相違
・泊では，竜巻防護ネットの構造として，4×4 cm３枚構成のものも使用する方針。
・泊では，ガイドに示されているランキン渦モデルを適用しているが，女川では，フジタモデルを適用しており，飛散評価にあたって設定が必要となる初期高さを記載している。
・泊では，鋼製パイプ及び鋼製材の最大水平速度及び最大鉛直速度は，竜巻影響評価ガイドの値を使用している。また，砂利の最大鉛直速度は，ガイドに基づき，最大水平速度の 2/3 としている。

大飯発電所３／４号炉	女川原子力発電所２号炉	泊発電所３号炉	相違理由
【比較のため補足説明資料８のうち（３）から一部記載】 　また、設計飛来物の選定における貫通し易さについては、今後、新知見等の収集に努め、新たな知見の適用が認められた場合もしくは解析等により、想定飛来物の貫通限界厚さがガイド鋼製材の貫通限界厚さに包含できることを確認した場合については、その成果を適用することとする。			【大飯】 記載方針の相違 ・女川審査実績の反映

大飯発電所３／４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 飛来物及び固定状況に係る調査結果について 女川原子力発電所における飛来物及び固定状況に係るウォークダウンは，平成25年9月10日～12日，平成27年2月12日～13日に実施した。調査では，常設物，仮設物のうち飛来物となりうる物品（以下「想定飛来物」という。），二次飛来物となりうる物品（設置状況等から風圧や飛散による被害を受けて飛来物となり得る物）及び常設物の設置状況の確認を行った。	別紙１ 飛来物及び固定状況に係る調査結果について 泊発電所における飛来物及び固定状況に係るウォークダウンは，平成25年6月24,25日，平成27年7月24日～11月17日及び令和4年7月15日～8月4日に実施した。調査では，常設物，仮設物のうち飛来物となりうる物品（以下「想定飛来物」という。），二次飛来物となりうる物品（設置状況等から風圧や飛散による被害を受けて飛来物となり得る物）及び常設物の設置状況の確認を行った。	【女川】 記載表現の相違 ・調査日の相違
【比較のため補足説明資料８のうち（１）から一部記載】 なお、大飯発電所は３方を山に囲まれており、１方は海に面していること、また隣接する施設はないことから調査範囲は発電所構内を対象とした。	1．調査範囲 調査範囲は，米国NRC R.G.1.76を参考にするとともに，後述の代表的な飛来物の飛散評価結果において，代表的な飛来物の飛散距離は最大でも250m程度であることを踏まえ，原子炉建屋から半径800mの範囲（図1）とした。	1．調査範囲 調査範囲は，竜巻影響評価ガイドを参考にするとともに，前述の代表的な飛来物の飛散評価結果において，代表的な飛来物の飛散距離は最大でも400m程度であることを踏まえ，原子炉建屋から約550m（最短距離）～約1100m（最長距離）の範囲（図1）とした。	【大飯】 記載方針の相違 ・女川審査実績の反映 【女川】 設計方針の相違 ・泊の調査範囲は，竜巻影響評価ガイドを参考にしている。 ・発電所敷地内の屋外物品の違いによる代表飛来物の相違や風速場モデルの違いによる最大飛散距離の相違
【比較のため補足説明資料８のうち（１）から一部記載】 また、後のデータ整理のため、発電所敷地内を図１に示すとおり調査エリアの区分けを行った。	2．調査方法 (1)飛来物に対する調査 調査範囲を図１に示す区画に分割して，想定飛来物の寸法，設置場所及び設置状況を網羅的に確認した。具体的な内容については以下のとおり。 (a)設置場所 想定飛来物が確認された設置場所を，各エリアの区画図毎に記録した。 (b)設置状況 目視にて想定飛来物の設置状況を確認し，写真により記録した。 (c)寸法測定 想定飛来物の平面寸法，高さを計測器を用いて測定した。 なお，同一区画にて同類の対象物があった場合は，寸法の大きなものを代表として測定した。 その他，現地で確認できない情報（重量，寸法等）については，設計図書等により確認した。	2．調査方法 (1)飛来物に対する調査 調査範囲を図１に示す区画に分割して，想定飛来物の寸法，設置場所及び設置状況を網羅的に確認した。具体的な内容については以下のとおり。 (a)設置場所 想定飛来物が確認された設置場所を，各エリアの区画図毎に記録した。 (b)設置状況 目視にて想定飛来物の設置状況を確認し，写真により記録した。 (c)寸法測定 想定飛来物の平面寸法，高さを計測器を用いて測定した。 なお，同一区画にて同類の対象物があった場合は，寸法の大きなものを代表として測定した。 その他，現地で確認できない情報（重量，寸法等）については，設計図書等により確認した。	

大飯発電所３／４号炉	女川原子力発電所２号炉	泊発電所３号炉	相違理由
【比較のため補足説明資料８のうち（２）から一部記載】 （２）飛来物調査の結果 調査の結果、大飯発電所において表１に示すとおり64種類の飛来物源が確認された。 エリア毎の飛来物源を次ページより示す。本調査結果については、非定検中に調査を実施した表２の高浜発電所における調査結果とも大きな相違はなく、定検中の大飯発電所においても代表的な飛来物源を抽出できていると言える。なお、屋外設置のＳＡ資機材についても抽出を行っている。表３に飛来物の形状（棒状、板状、塊状）、サイズ（大、中、小）及び柔飛来物、剛飛来物などの特徴を踏まえ飛来物源を詳細に分類した結果を示す。また、発電所付近の海上の飛来物源については、下部が海上と面しているため、風が入り込む隙間がなく気圧差が発生しないため、敷地内の飛来物源に比べ飛来物となる可能性が少ないと考えられる。 なお、本調査以降に発生した飛来物源についても後述にて設計飛来物に選定された鋼製材よりも運動エネルギー及び貫通力が大となるものについては、飛散防止対策等により飛来物源とならないよう適切な管理を実施していく。	(2) 常設物の固定状況に対する調査 調査範囲内のうち，外部事象防護対象施設等から約40mの範囲内に設置されている常設物については，固定状況を確認した。また，地上からの高さがある施設（１号炉排気筒及び送電鉄塔）は倒壊した場合に波及的影響を及ぼし得る可能性があるため固定状況を確認した。 具体的な内容については以下のとおり。 (a) 設置場所 常設物が確認された設置場所を記録した。 (b) 固定状況確認 外部事象防護対象施設等から約40mの範囲内に設置されている常設物及び地上からの高さがある施設に対し，目視にて以下の観点で固定状況等の確認を行った。別添１に固定状況確認フロー及び確認結果を示す。 ・ボルト固定により固定されているか ・溶接により固定されているか ・コンクリート一体構造により固定されているか ・ストッパ及びクランプ等により固定されているか 3．調査結果 (1) 飛来物に対する調査 各エリアの区画図毎の飛来物（想定飛来物及び二次飛来物）調査結果を図２に示す。 (2) 常設物の固定状況に対する調査 外部事象防護対象施設等から約40mの範囲内に設置されている常設物及び地上からの高さがある施設に対する固定状況について確認した結果を別添１に示す。 抽出された常設物はいずれも頑健に固定されていることを確認した。	(2) 常設物の固定状況に対する調査 調査範囲内のうち，外部事象防護対象施設等から約45mの範囲内に設置されている常設物については，固定状況を確認した。 具体的な内容については以下のとおり。 (a) 設置場所 常設物が確認された設置場所を記録した。 (b) 固定状況確認 外部事象防護対象施設等から約45mの範囲内に設置されている常設物に対し，目視にて以下の観点で固定状況等の確認を行った。別添１に固定状況確認フロー及び確認結果を示す。 ・ボルト固定により固定されているか ・溶接により固定されているか ・コンクリート一体構造により固定されているか ・ストッパ及びクランプ等により固定されているか 3．調査結果 (1) 飛来物に対する調査 各エリアの区画図毎の飛来物（想定飛来物及び二次飛来物）調査結果を図２に示す。 (2) 常設物の固定状況に対する調査 外部事象防護対象施設等から約45mの範囲内に設置されている常設物に対する固定状況について確認した結果を別添１に示す。 抽出された常設物はいずれも頑健に固定されていることを確認した。	【女川】 設備の相違 ・女川では，外部事象防護対象施設等の周りの最も高い建物である事務建屋の高さを基準として調査範囲を定めており，泊も考え方は同じであるが，周りの最も高い構築物である補助ボイラー煙突（約43m）を基準としているため，調査範囲が異なっている。 ・泊では，地上から高さがある施設として，他号炉の排気筒は原子炉建屋の屋上から外部しゃへい外壁に沿わせて設置されていること，また最も近い送電鉄塔の高さは約29mであり，かつ距離が離れている（約400m）ことから，波及的影響を及ぼし得る可能性はないため記載していない。

大飯発電所３／４号炉	女川原子力発電所２号炉	泊発電所３号炉	相違理由

【6 竜巻-別添 1-添付 3.3-4 にて比較】

表１ 大飯発電所における飛来物源の種類

ｺﾝｸﾘｰﾄ板	石	砂利	土嚢	植木ｶﾊﾞｰ
ﾌﾟﾚﾊﾌﾞ小屋	物置	ｺﾝﾃﾅ	鋼製ﾎﾞｯｸｽ	ｼﾝｸ
鋼製材	鋼製ﾊﾟｲﾌﾟ	ﾄﾞﾗﾑ缶	ﾁｪｯｶｰﾌﾟﾚｰﾄ	倉庫
ｸﾞﾚｰﾁﾝｸﾞ	ﾏﾝﾎｰﾙ蓋	建設重機	ﾄﾗｯｸ	車庫
ﾊﾞｽ	乗用車	ﾀﾝｸﾛｰﾘ	自転車	ﾃﾝﾄ
ｹｰﾌﾞﾙﾄﾞﾗﾑ	空調室外機	木材	自動販売機	容器
仮置資材	仮設電源	SA 資機材	消火器	鋼製ｽﾃｯﾌﾟ
ﾎｰｽ	屋外屋根	標識	いかだ	鋼製階段
分電盤	照明	ｶｰﾌﾞﾐﾗｰ	扇風機	ｹｰﾌﾞﾙ
ﾌｪﾝｽ	ｶﾗｰｺｰﾝ	ｽﾋﾟｰｶ	ﾍﾞﾝﾁ	ｹｰﾌﾞﾙﾘｰﾙ
ｱﾝﾃﾅ	時計	船	ｺﾝﾌﾟﾚｯｻｰ	ﾊﾞﾘｹｰﾄﾞ
ﾎﾟｰﾙ	ｽﾎﾟｰﾂ器具	敷鉄板	ｽﾛｰﾌﾟ	仮設足場
仮設ﾀﾝｸ	仮設ﾓﾆﾀﾘﾝｸﾞﾎﾟｽﾄ	検査用具	鋼材	

表２ 高浜発電所における飛来物源の種類

ｺﾝｸﾘｰﾄ板	石	砂利	ﾌﾟﾚﾊﾌﾞ小屋	ｼﾝｸ
物置	ｺﾝﾃﾅ	鋼製ﾎﾞｯｸｽ	容器	倉庫
鋼製材	ﾊﾞﾘｹｰﾄﾞ	鋼製ﾊﾟｲﾌﾟ	鋼管	鋼製ｽﾃｯﾌﾟ
鋼製蓋	ﾄﾞﾗﾑ缶	ﾁｪｯｶｰﾌﾟﾚｰﾄ	ｸﾞﾚｰﾁﾝｸﾞ	ｹｰﾌﾞﾙ
ﾏﾝﾎｰﾙ蓋	建設重機	ﾄﾗｯｸ	ﾊﾞｽ	ｹｰﾌﾞﾙﾘｰﾙ
乗用車	ﾀﾝｸﾛｰﾘｰ	ﾌｫｰｸﾘﾌﾄ	自転車	敷鉄板
ｹｰﾌﾞﾙﾄﾞﾗﾑ	空調室外機	木材	自動販売機	ｽﾛｰﾌﾟ
仮置資材	仮設電源	SA 資機材	消火器	仮設足場
屋外屋根	標識	電話ﾎﾞｯｸｽ	ものほし台	仮設ﾀﾝｸ
ｶﾗｰｺｰﾝ	ﾌｪﾝｽ	ｶｰﾌﾞﾐﾗｰ	照明	仮設ﾓﾆﾀﾘﾝｸﾞﾎﾟｽﾄ
ﾍﾞﾝﾁ	ﾎｰｽ	ｽﾋﾟｰｶ	鋼材	

大飯発電所３／４号炉

【比較のため補足説明資料８のうち（１）から一部記載】

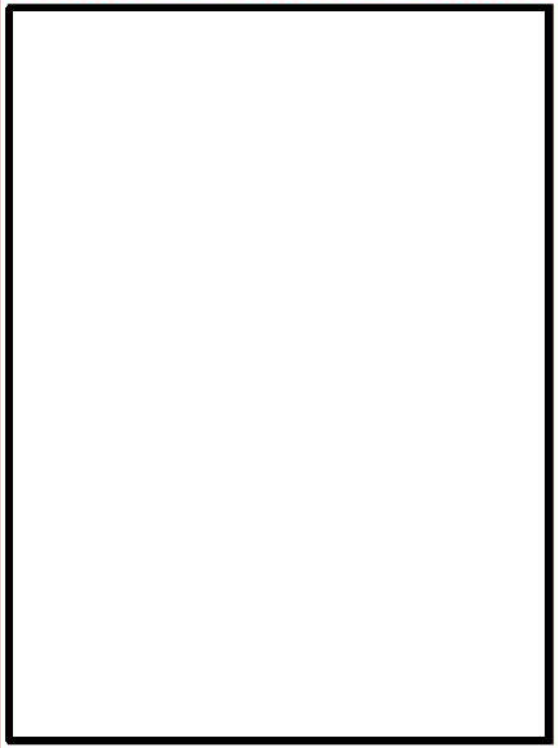


図１　構内調査エリア区分

女川原子力発電所２号炉

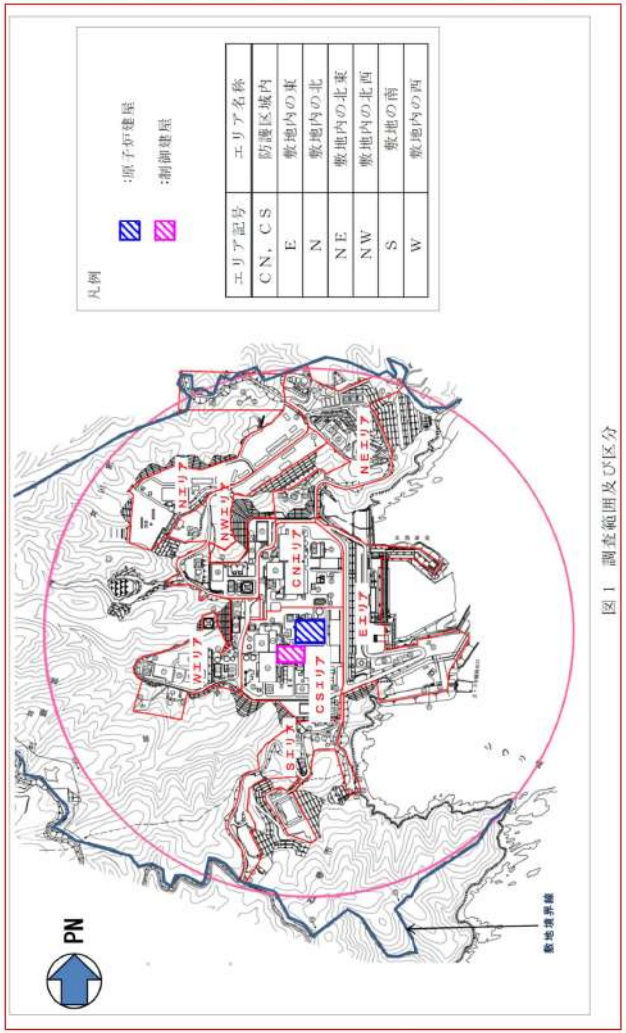


図１　調査範囲及び区分

泊発電所３号炉

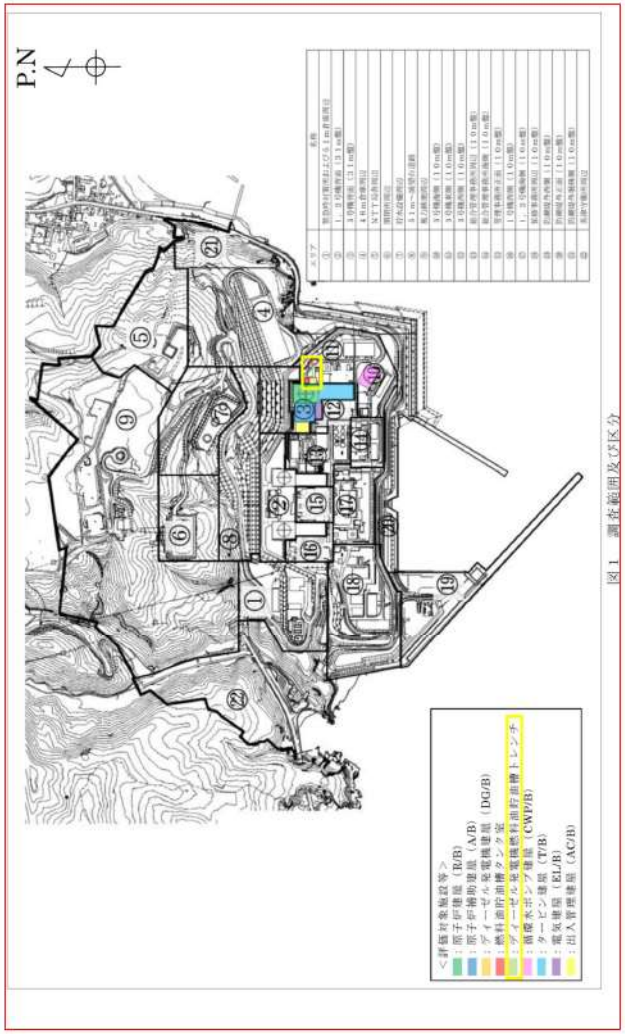


図１　調査範囲及び区分

相違理由

【大飯，女川】
敷地形状の相違

【女川】
設計方針の相違
・泊の調査範囲は，竜巻影響評価ガイドを参考としている。

大飯発電所３／４号炉	女川原子力発電所２号炉	泊発電所３号炉	相違理由

【6 竜巻-別添 1-添付 3.3-5 にて比較】

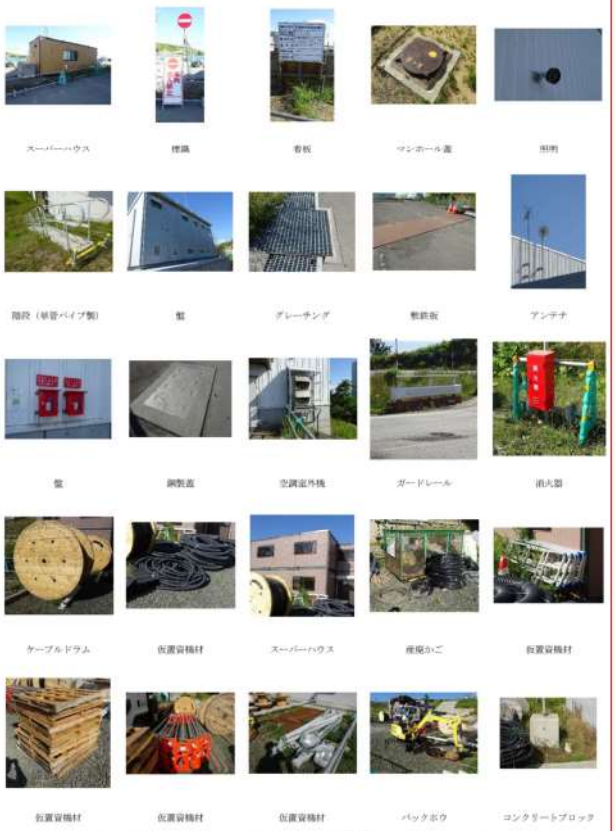
表 3 現地調査を踏まえた想定飛来物の分類結果

	飛来物			飛来物（一部開）		飛来物		
	小	中	大	大	極小	小	中
棒状	トラム缶 消火器	木材 ポース 植木かご 照明 カーブミラー	－	－	砂利	鋼製パイプ ハリケード、ポール スポーツ器具	－
板状	自転車 標識 いかだ	屋外屋根 フェンス ベンチ	－	－		クレーチング マンホール蓋	チェッカープレート 敷鉄板、スロープ 仮設足場 コンクリート板 鋼製材
塊状	分電盤 扇風機 カラーコーン スピーカ 時計	空調室外機 自動販売機 シンク アンテナ	土嚢 プレハブ小屋 倉庫、車庫、テント 物置 容器 コンテナ 鋼製ボックス 鋼製スラブ 鋼製階段 ケーブルトラム ケーブル、ケーブルカバー	建設重機 トラック バス 乗用車 （船） タンクローリ 仮設電源 コンプレッサー SA資機材		石	仮置資材 仮設タンク 仮設モニタリングポスト 検査用具 鋼材

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3.3）

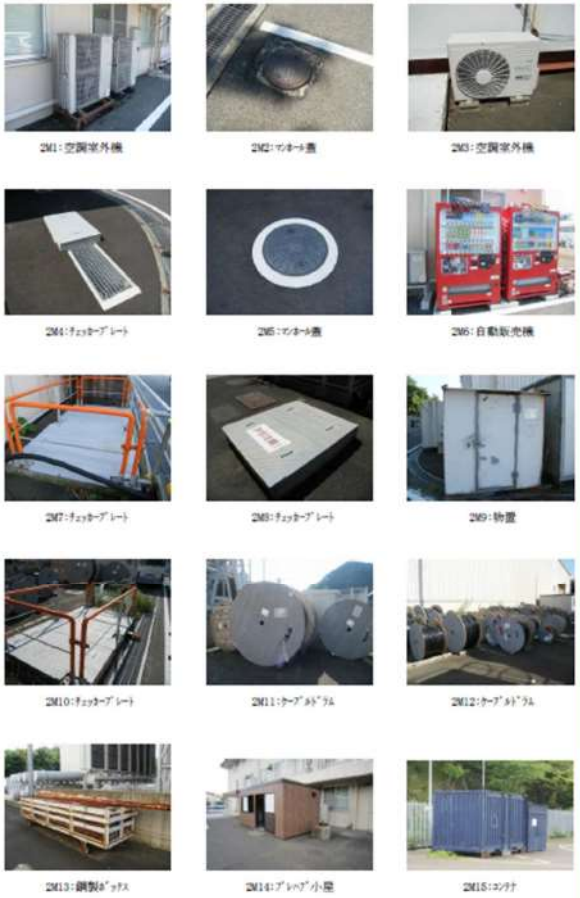
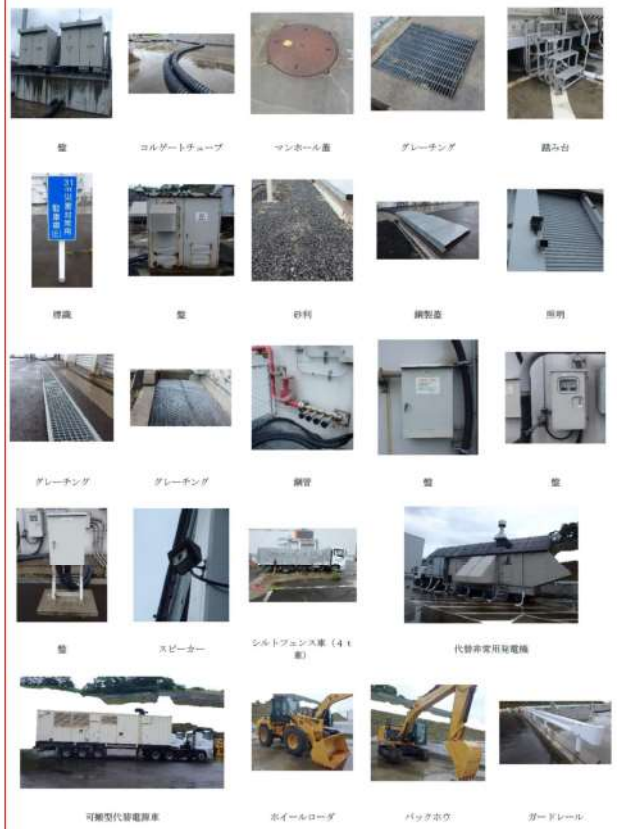
大飯発電所３／４号炉	女川原子力発電所２号炉	泊発電所３号炉	相違理由
想定飛来物源の調査結果をエリアごとに以下に示す。 1）エリア１（廃棄物庫、ＳＧ保管庫エリア）想定飛来物 1M1：仮置資材 1M2：鋼製ﾎﾞｯｸｽ 1M3：鋼製ﾎﾞｯｸｽ 1M4：ｺﾝﾃﾅ 1M5：ﾌﾞﾚﾊﾌﾞ小屋 1M6：木材 1M7：ﾄﾗｯｸ 1M8：資材 1M9：ﾌﾞﾚﾊﾌﾞ小屋 1M10：ﾁｪｯｶｰﾌﾟﾚｰﾄ 1M11：ﾁｪｯｶｰﾌﾟﾚｰﾄ 1M12：ﾌﾞﾚﾊﾌﾞ小屋 1M13：消火器 1M14：ﾎｰｽ 1M15：消火器	女川原子力発電所　想定飛来物：ＣＮ３エリア（１／２）　（３９個） CN3_標識(1) CN3_コンクリート板(1) CN3_マンホール蓋 CN3_エコック車 CN3_コーンバー CN3_標識(2) CN3_資材 CN3_単管バリケード CN3_消火器 CN3_仮置き資材(1) CN3_ボール CN3_鋼製ハッチカバー(1) CN3_チェッカープレート(1) CN3_消火器格納庫(1) CN3_鋼製ハッチカバー(2) CN3_鋼製ハッチカバー(3) CN3_チェッカープレート(2) CN3_鋼製ハッチカバー(4) CN3_壁掛け型ハンドセット(1) CN3_制御盤(1) CN3_壁掛け型ハンドセット(2) CN3_消火器格納庫(2) CN3_排気装置(1) CN3_分電盤(1) CN3_分電盤(2) 図２　飛来物（想定飛来物及び二次飛来物）の写真記録（1/53）	泊発電所　想定飛来物 エリア①：緊急時対策所および５１ｍ倉庫周辺（１／２）  スーパーハウス 標識 看板 マンホール蓋 照明 階段（単管パイプ製） 盤 グレーチング 敷鉄板 アンテナ 盤 鋼製蓋 空調室外機 ガードレール 消火器 ケーブルドラム 仮置資機材 スーパーハウス 産廃かご 仮置資機材 仮置資機材 仮置資機材 仮置資機材 バックホウ コンクリートブロック 図２　飛来物（想定飛来物及び二次飛来物）の写真記録（１／36）	【大飯，女川】 設計方針の相違 ・発電所敷地内の屋外物品の違いによる想定飛来物の相違

大飯発電所３／４号炉	女川原子力発電所２号炉	泊発電所３号炉	相違理由
 1M16：敷鉄板 1M17:ｶﾗｰｺｰﾝ 1M18:鋼製ﾏｯﾄ 1M19：消火器 1M20:鋼製ﾏｯﾄ 1M21：屋外屋根 1M22：仮設ｾﾝﾄﾘﾝｸﾞﾎﾞｽﾄ 1M23：ﾄﾗｯｸ 1M24：仮置資材 1M25：SA資機材(電源車) 1M26：鋼製ﾎﾞｯｸｽ 1M27:鋼製ﾎﾞｯｸｽ	女川原子力発電所　想定飛来物：ＣＮ３エリア（２／２） CN3_操作盤　CN3_壁掛け型ハンドセット(3)　CN3_制御盤(3)　CN3_チェッカープレート(3)　CN3_鋼製かご CN3_資材類(1)　CN3_仮設足場板(1)　CN3_仮置き資材(2)　CN3_資材類(2)　CN3_鋼製屋根 CN3_コンクリート板(2)　CN3_鋼製看板（非固定）　CN3_仮設足場板(2)　CN3_排気装置(2) 図２　飛来物（想定飛来物及び二次飛来物）の写真記録（2/53）	泊発電所　想定飛来物 エリア①：緊急時対策所および５１ｍ倉庫周辺（２／２） 消火栓　A型バリケード　コンクリート蓋　仮置資機材　仮置資機材 発電機　盤　分電盤　プレハブ車庫　コンクリートブロック 仮置資機材　表示器　カーブミラー　コンクリートブロック　砂箱 図２　飛来物（想定飛来物及び二次飛来物）の写真記録（２／36）	【大飯，女川】 設計方針の相違 ・発電所敷地内の屋外物品の違いによる想定飛来物の相違

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）

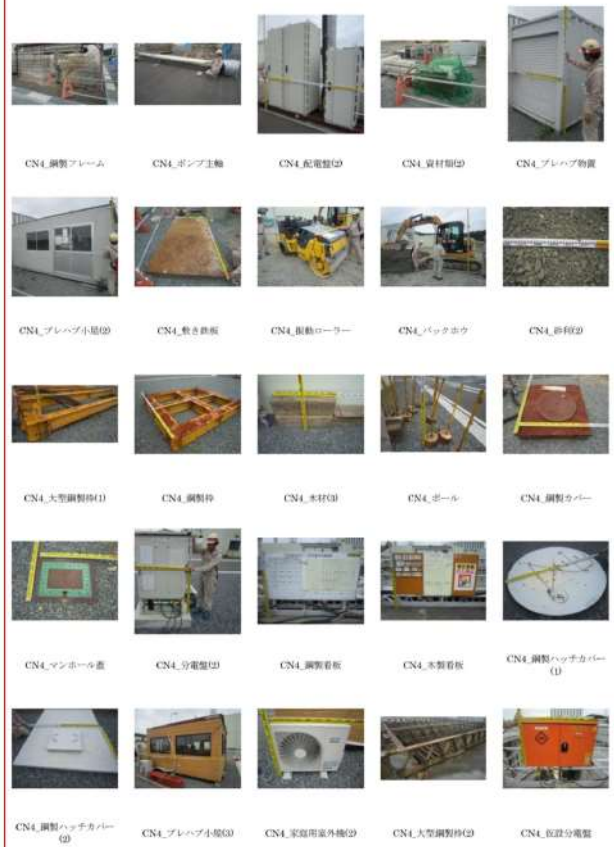
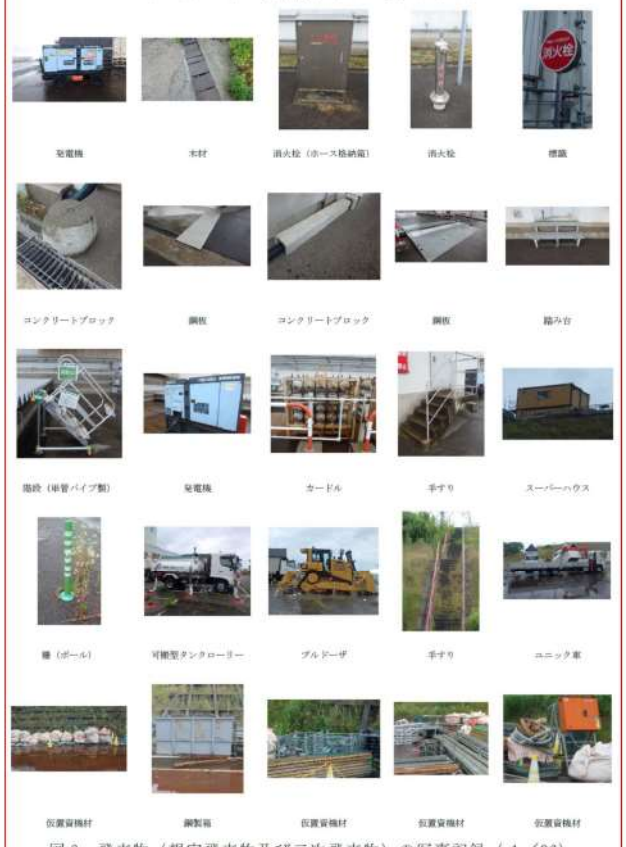
第６条　外部からの衝撃による損傷の防止（竜巻：別添資料１　添付資料3.3）

大飯発電所３／４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）エリア２（物揚岸壁エリア）想定飛来物  2M1：空調室外機 2M2：マンホール蓋 2M3：空調室外機 2M4：チェッカープレート 2M5：マンホール蓋 2M6：自動販売機 2M7：チェッカープレート 2M8：チェッカープレート 2M9：物置 2M10：チェッカープレート 2M11：ケーブルトラム 2M12：ケーブルトラム 2M13：鋼製ボックス 2M14：プレハブ小屋 2M15：コンテナ 図２　飛来物（想定飛来物及び二次飛来物）の写真記録（3/53）	女川原子力発電所　想定飛来物：ＣＮ４エリア（１／３）　（７０個） CN4_仮囲い CN4_仮設足場板 CN4_壁掛け型ハンドセット(1) CN4_配電盤(1) CN4_木材(1) CN4_制御盤 CN4_計測盤 CN4_鋼板（厚） CN4_鉄柱(1) CN4_鉄柱(2) CN4_鉄柱(3) CN4_形鋼 CN4_ホース格納箱 CN4_消火器格納庫(1) CN4_鉄材(1) CN4_排気口 CN4_分電盤(1) CN4_プレハブ小屋(1) CN4_仮設トイレ(1) CN4_家庭用室外機(1) CN4_木材(2) CN4_棒状鋼材(1) CN4_資材類(1) CN4_仮置き資材 CN4_鋼管 図２　飛来物（想定飛来物及び二次飛来物）の写真記録（3/53）	泊発電所　想定飛来物 エリア②：１，２号機背面（３１ｍ盤）（１／３）  盤 コルゲートチューブ マンホール蓋 グレーチング 踏み台 標識 盤 砂利 鋼製蓋 照明 グレーチング グレーチング 鋼管 盤 盤 盤 スピーカー シルトフェンス車（４ｔ車） 代替非常用発電機 可搬型代替電源車 ホイールローダ バックホウ ガードレール 図２　飛来物（想定飛来物及び二次飛来物）の写真記録（３／36）	【大飯，女川】 設計方針の相違 ・発電所敷地内の屋外物品の違いによる想定飛来物の相違

泊発電所３号炉　ＤＢ基準適合性　比較表

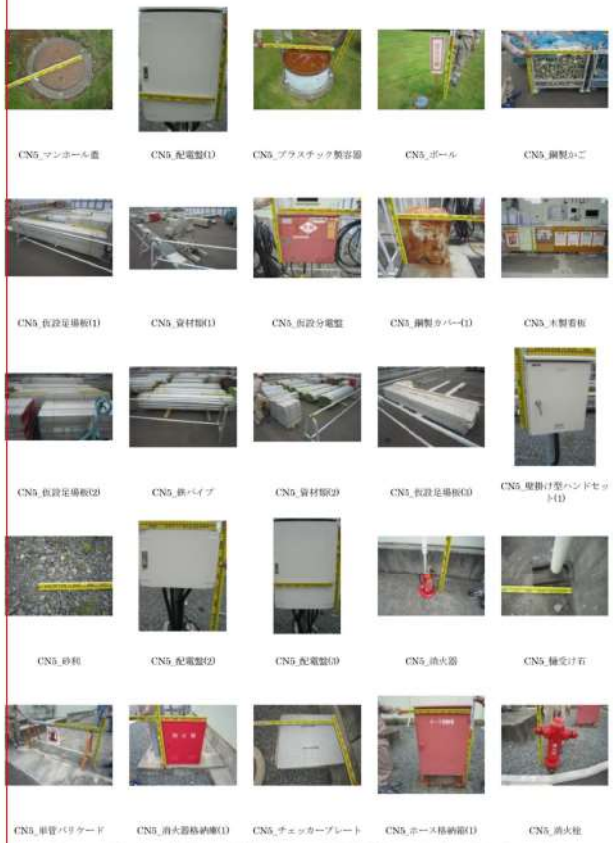
赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現，設備名称の相違（実質的な相違なし）

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3.3）

大飯発電所３／４号炉	女川原子力発電所２号炉	泊発電所３号炉	相違理由
 2M16:自転車 2M17:消火器 2M18:屋外屋根 2M19:屋外屋根 2M20:消火器 2M21:標識 2M22:屋外屋根 2M23:消火器 2M24:消火器 2M25:標識 2M26:いかだ 2M27:植木保護カバー 2M28:プレハブ小屋 2M29:ドレーンタンク 2M30:空調室外機	女川原子力発電所　想定飛来物：ＣＮ４エリア（２／３）  CN4_鋼製フレーム　CN4_ポンプ主軸　CN4_配電盤(2)　CN4_資材類(2)　CN4_プレハブ物置 CN4_プレハブ小屋(2)　CN4_敷き鉄板　CN4_振動ローラー　CN4_バックホウ　CN4_台車(2) CN4_大型鋼製枠(1)　CN4_鋼製枠　CN4_木材(3)　CN4_ポール　CN4_鋼製カバー CN4_マンホール蓋　CN4_分電盤(2)　CN4_鋼製看板　CN4_木製看板　CN4_鋼製ハッチカバー(1) CN4_鋼製ハッチカバー(2)　CN4_プレハブ小屋(3)　CN4_家庭用室外機(2)　CN4_大型鋼製枠(2)　CN4_仮設分電盤 図２　飛来物（想定飛来物及び二次飛来物）の写真記録（4/53）	泊発電所　想定飛来物 エリア②：１，２号機背面（３１ｍ盤）（２／３）  発電機　木材　消火栓（ホース格納箱）　消火栓　標識 コンクリートブロック　鋼板　コンクリートブロック　鋼板　踏み台 階段（単管パイプ製）　発電機　カードル　手すり　スーパーハウス 棒（ポール）　可搬型タンクローリー　ブルドーザ　手すり　ユニック車 仮置資機材　鋼製箱　仮置資機材　仮置資機材　仮置資機材 図２　飛来物（想定飛来物及び二次飛来物）の写真記録（４／36）	【大飯，女川】 設計方針の相違 ・発電所敷地内の屋外物品の違いによる想定飛来物の相違

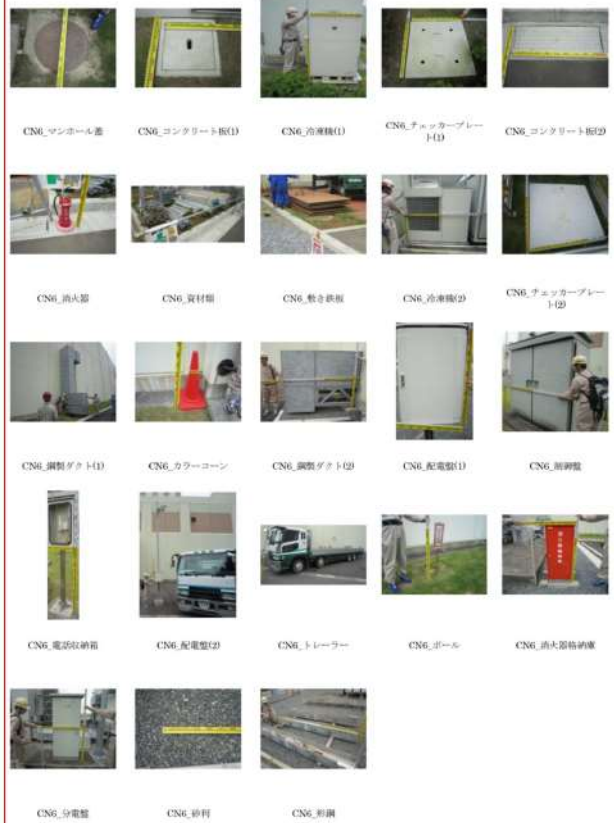
大飯発電所３／４号炉	女川原子力発電所２号炉	泊発電所３号炉	相違理由
 2M31：ﾏﾝﾎｰﾙ 2M32：ﾀﾝｸ 2M33：ｺﾝﾃﾅ 2M34：鋼製ﾎﾞｯｸｽ 2M35：ﾌﾟﾚﾊﾌﾞ小屋 2M36：空調室外機 2M37：ｺﾝﾃﾅ 2M38：検査用具 2M39：ﾌﾟﾚﾊﾌﾞ小屋 2M40：空調室外機 2M41：ﾌﾟﾚﾊﾌﾞ小屋 2M42：ﾌﾟﾚﾊﾌﾞ小屋 2M43：ﾌﾟﾚﾊﾌﾞ小屋	女川原子力発電所　想定飛来物：ＣＮ４エリア（３／３） 図２　飛来物（想定飛来物及び二次飛来物）の写真記録（5/53）	泊発電所　想定飛来物 エリア②：１，２号機背面（３１ｍ盤）（３／３） 図２　飛来物（想定飛来物及び二次飛来物）の写真記録（５／36）	【大飯，女川】 設計方針の相違 ・発電所敷地内の屋外物品の違いによる想定飛来物の相違

第６条　外部からの衝撃による損傷の防止（竜巻：別添資料１　添付資料3.3）

大飯発電所３／４号炉	女川原子力発電所２号炉	泊発電所３号炉	相違理由
3）エリア３（純水、淡水タンクエリア）想定飛来物 3M1:ｸﾞﾚｰﾁﾝｸﾞ　3M2:ﾏﾝﾎｰﾙ蓋　3M3:ﾏﾝﾎｰﾙ蓋 3M4:ﾁｪｯｶｰﾌﾟﾚｰﾄ　3M5:空調室外機　3M6:ﾁｪｯｶｰﾌﾟﾚｰﾄ 3M7:物置　3M8:物置　3M9:物置 3M10:鋼製ﾎﾞｯｸｽ　3M11:ｹｰﾌﾞﾙﾄﾞﾗﾑ　3M12:ｹｰﾌﾞﾙﾄﾞﾗﾑ 3M13:鋼製ﾎﾞｯｸｽ　3M14:ｸﾞﾚｰﾁﾝｸﾞ　3M15:ﾁｪｯｶｰﾌﾟﾚｰﾄ	女川原子力発電所　想定飛来物：ＣＮ５エリア（１／２）　（３３個）  CN5_ﾏﾝﾎｰﾙ蓋　CN5_配電盤(1)　CN5_ﾌﾟﾗｽﾁｯｸ製容器　CN5_ﾎﾞｰﾙ　CN5_鋼製かご CN5_仮設足場板(1)　CN5_資材類(1)　CN5_仮設分電盤　CN5_鋼製カバー(1)　CN5_木製看板 CN5_仮設足場板(2)　CN5_鉄パイプ　CN5_資材類(2)　CN5_仮設足場板(3)　CN5_壁掛け型ハンドセット(1) CN5_砂利　CN5_配電盤(2)　CN5_配電盤(3)　CN5_消火器　CN5_縁受け石 CN5_単管バリケード　CN5_消火器格納庫(1)　CN5_チェッカープレート　CN5_ホース格納箱(1)　CN5_消火栓 図２　飛来物（想定飛来物及び二次飛来物）の写真記録（6/53）	泊発電所　想定飛来物 エリア③：３号機背面（３１ｍ盤）（１／２） 鋼製蓋　鋼管　コルゲートチューブ　代替非常用発電機　コンテナ スピーカー　照明　ガードレール　盤　標識 標識　仮置資機材　鋼製箱　コーン　グレーチング 敷鉄板　階段（単管パイプ製）　コンクリート蓋　標識　A型バリケード 仮設信号機　消火器　盤　発電機　照明 図２　飛来物（想定飛来物及び二次飛来物）の写真記録（６／36）	【大飯，女川】 設計方針の相違 ・発電所敷地内の屋外物品の違いによる想定飛来物の相違

大飯発電所３／４号炉	女川原子力発電所２号炉	泊発電所３号炉	相違理由
 3M16:乗用車 3M17:鋼製ﾎﾞｯｸｽ 3M18:仮設電源 3M19:ﾀﾞﾚｰﾁﾝｸﾞ 3M20:ｺﾝﾃﾅ 3M21:鋼製ﾎﾞｯｸｽ 3M22:ﾌﾟﾚﾊﾌﾞ小屋 3M23:ﾌﾟﾚﾊﾌﾞ小屋 3M24:消火器 3M25:消火器 3M26:屋外屋根 3M27:消火器 3M28:消火器 3M29:消火器 3M30:消火器	女川原子力発電所　想定飛来物：ＣＮ５エリア（２／２） CN5_ホース格納箱(2)　CN5_消火器格納庫(2)　CN5_鋼製カバー(2)　CN5_接地極箱　CN5_壁掛け型ハンドセット(2) CN5_配電盤(4)　CN5_発電機　CN5_土嚢袋 図２　飛来物（想定飛来物及び二次飛来物）の写真記録（7/53）	泊発電所　想定飛来物 エリア③：３号機背面（３１ｍ盤）（２／２） 盤　可搬型大型送水ポンプ車　櫓（ベース）　空調室外機　スロープ 盤　消火器　発電機　放水砲　可搬型タンクローリー 車両進入防止バリケード　盤　コンクリート蓋　発電機　コンテナ 図２　飛来物（想定飛来物及び二次飛来物）の写真記録（７／36）	【大飯，女川】 設計方針の相違 ・発電所敷地内の屋外物品の違いによる想定飛来物の相違

第６条　外部からの衝撃による損傷の防止（竜巻：別添資料１　添付資料3.3）

大飯発電所３／４号炉	女川原子力発電所２号炉	泊発電所３号炉	相違理由
 3M01：消火器 3M02：消火器 3M03：分電盤 3M04：仮置資材 3M05：屋外屋根 3M06：マンホール蓋 3M07：空調室外機 3M08：空調室外機 3M09：空調室外機 3M10：マンホール蓋 3M11：マンホール蓋 3M12：プレハブ小屋 3M13：仮置資材 3M14：プレハブ小屋 3M15：プレハブ小屋	女川原子力発電所　想定飛来物：ＣＮ６エリア　（２３個）  CN6_マンホール蓋　CN6_コンクリート板(1)　CN6_冷凍機(1)　CN6_チェッカープレート(1)　CN6_コンクリート板(2) CN6_消火器　CN6_資材箱　CN6_敷き鉄板　CN6_冷凍機(2)　CN6_チェッカープレート(2) CN6_鋼製ダクト(1)　CN6_カラーコーン　CN6_鋼製ダクト(2)　CN6_配電盤(1)　CN6_照明盤 CN6_電話収納箱　CN6_配電盤(2)　CN6_トレーラー　CN6_ポール　CN6_消火器格納庫 CN6_分電盤　CN6_砂利　CN6_形鋼 図２　飛来物（想定飛来物及び二次飛来物）の写真記録（8/53）	泊発電所　想定飛来物 エリア④：４６ｍ倉庫周辺（１／２） 照明　階段（H鋼製）　木材　マンホール蓋　グレーチング 標識　コーン　盤　踏み台　ガードレール コンクリート蓋　鋼製蓋　鋼製箱　鋼管　砂利 仮置資機材　仮置資機材　消火器　カーブミラー　コーン 仮置資機材　仮置資機材　鋼板　盤　コンクリート蓋 図２　飛来物（想定飛来物及び二次飛来物）の写真記録（８/36）	【大飯，女川】 設計方針の相違 ・発電所敷地内の屋外物品の違いによる想定飛来物の相違

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3.3）

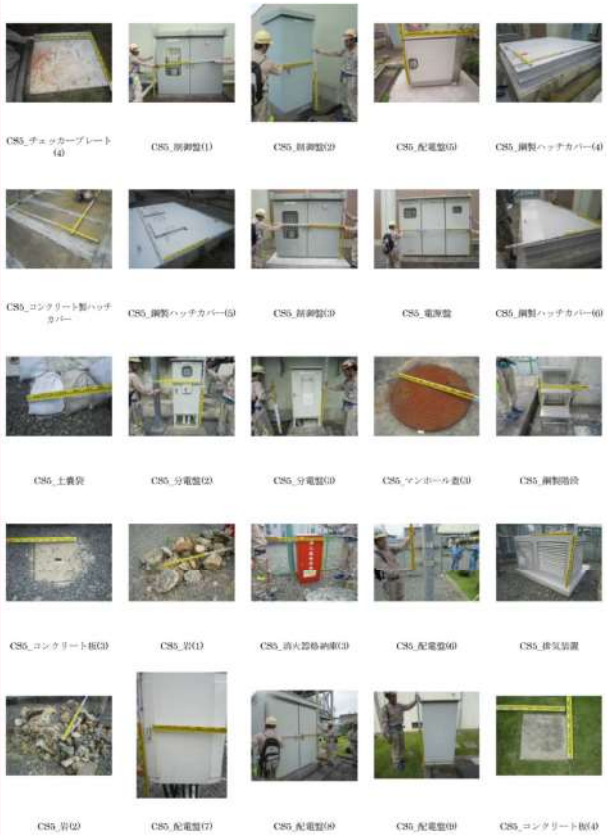
大飯発電所３／４号炉	女川原子力発電所２号炉	泊発電所３号炉	相違理由
	 図２　飛来物（想定飛来物及び二次飛来物）の写真記録（9/53）	 図２　飛来物（想定飛来物及び二次飛来物）の写真記録（９/36）	【大飯，女川】 設計方針の相違 ・発電所敷地内の屋外物品の違いによる想定飛来物の相違

第６条　外部からの衝撃による損傷の防止（竜巻：別添資料１　添付資料3.3）

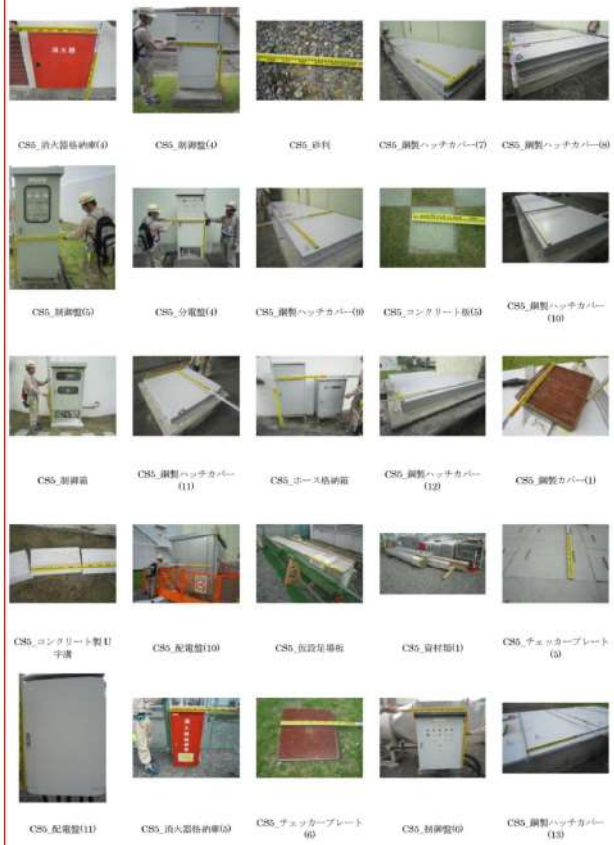
大飯発電所３／４号炉	女川原子力発電所２号炉	泊発電所３号炉	相違理由
 3M61：倉庫	女川原子力発電所　想定飛来物：ＣＳ２エリア　（１５個） CS2_タイル(1)　CS2_仮囲い(1)　CS2_木板(1)　CS2_ガラリ　CS2_タイル(2) CS2_鋼製建具　CS2_仮置き資材　CS2_仮設足場板　CS2_タイル(3)　CS2_仮囲い(2) CS2_仮囲い(3)　CS2_木板(2)　CS2_タイル(4)　CS2_木板(3)　CS2_仮囲い(4) 図２　飛来物（想定飛来物及び二次飛来物）の写真記録（10/53）	泊発電所　想定飛来物 エリア⑤：NTT 局舎周辺（１／１） コンクリートブロック　盤　空調室外機　盤　マンホール蓋 A 型バリケード　グレーチング　コーン　盤　ガードレール コンクリートブロック　看板　投光器　鋼製箱　仮置資機材 図２　飛来物（想定飛来物及び二次飛来物）の写真記録（10/36）	【大飯，女川】 設計方針の相違 ・発電所敷地内の屋外物品の違いによる想定飛来物の相違

大飯発電所３／４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）エリア４（焼却炉エリア）想定飛来物 OM1：仮置資材 OM2：ｶｰﾌﾞﾐﾗｰ OM3：ｶｰﾌﾞﾐﾗｰ OM4：ﾁｪｯｶｰﾌﾟﾚｰﾄ OM5：鋼製ﾎﾞｯｸｽ OM6：ﾎﾞﾝﾍﾞﾕﾆｯﾄ OM7：物置 OM8：ﾁｪｯｶｰﾌﾟﾚｰﾄ OM9：鋼製ﾎﾞｯｸｽ OM10：鋼製材 OM11：ﾁｪｯｶｰﾌﾟﾚｰﾄ OM12：鋼製ﾎﾞｯｸｽ OM13：消火器 OM14 消火器 OM15：消火器	女川原子力発電所　想定飛来物：ＣＳ５エリア（１／４）　（８６個） CS5_チェッカープレート(1) CS5_鋼製ハッチカバー(1) CS5_鋼製ハッチカバー(2) CS5_鋼製ハッチカバー(3) CS5_チェッカープレート(2) CS5_配電盤(1) CS5_マンホール蓋(1) CS5_プラスチック製容器 CS5_消火器格納庫(1) CS5_ガスボンベ CS5_折板屋根 CS5_鉄パイプ CS5_鋼製かご CS5_コンクリート板(1) CS5_チェッカープレート(3) CS5_配電盤(2) CS5_配電盤(3) CS5_電気防食装置 CS5_配電盤(4) CS5_現場盤 CS5_鋼製看板 CS5_消火器格納庫(2) CS5_分電盤(1) CS5_コンクリート板(2) CS5_マンホール蓋(2) 図２　飛来物（想定飛来物及び二次飛来物）の写真記録（11/53）	泊発電所　想定飛来物 エリア⑥：開閉所周辺（１／１） コンクリートブロック グレーチング カーブミラー 盤 標識 敷鉄板 砂利 スーパーハウス 仮置資機材 消火栓 仮置資機材 鋼製盾 空調室外機 産廃かご 自動販売機 盤 ケーブルドラム 図２　飛来物（想定飛来物及び二次飛来物）の写真記録（11/36）	【大飯，女川】 設計方針の相違 ・発電所敷地内の屋外物品の違いによる想定飛来物の相違

第６条　外部からの衝撃による損傷の防止（竜巻：別添資料１　添付資料3.3）

大飯発電所３／４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２　飛来物（想定飛来物及び二次飛来物）の写真記録（12/53）	 図２　飛来物（想定飛来物及び二次飛来物）の写真記録（12/36）	【大飯，女川】 設計方針の相違 ・発電所敷地内の屋外物品の違いによる想定飛来物の相違

第６条　外部からの衝撃による損傷の防止（竜巻：別添資料１　添付資料3.3）

大飯発電所３／４号炉	女川原子力発電所２号炉	泊発電所３号炉	相違理由
5）エリア５（倉庫エリア）想定飛来物 SM1:自動販売機　SM2:空調室外機　SM3:仮置資材 SM4:物置　SM5:物置　SM6:ケーブルドラム SM7:グレーチング　SM8:チェッカープレート　SM9:屋外屋根 SM10:屋外屋根　SM11:消火器　SM12:消火器 SM13:消火器　SM14:屋外屋根　SM15:屋外屋根	女川原子力発電所　想定飛来物：ＣＳ５エリア（３／４）  CS5_消火器格納庫(4)　CS5_制御盤(4)　CS5_砂利　CS5_鋼製ハッチカバー(7)　CS5_鋼製ハッチカバー(6) CS5_制御盤(5)　CS5_分電盤(4)　CS5_鋼製ハッチカバー(9)　CS5_コンクリート板(5)　CS5_鋼製ハッチカバー(10) CS5_制御箱　CS5_鋼製ハッチカバー(11)　CS5_ホース格納箱　CS5_鋼製ハッチカバー(12)　CS5_鋼製カバー(1) CS5_コンクリート製U字溝　CS5_配電盤(10)　CS5_仮設足場板　CS5_資材類(1)　CS5_チェッカープレート(5) CS5_配電盤(11)　CS5_消火器格納庫(5)　CS5_チェッカープレート(6)　CS5_制御盤(9)　CS5_鋼製ハッチカバー(13) 図２　飛来物（想定飛来物及び二次飛来物）の写真記録（13/53）	泊発電所　想定飛来物 エリア⑧：５１ｍ～展望台道路（１／１） コンクリートブロック　柵（木）　ガードレール　マンホール蓋　鋼板 ユニック車　可搬型タンクローリー　トラック　大規模損壊対応用変圧器車　コンテナ コンテナ式避難車　ローン　標識　階段（単管パイプ製）　盤 クッションドラム　スーパーハウス 図２　飛来物（想定飛来物及び二次飛来物）の写真記録（13/36）	【大飯，女川】 設計方針の相違 ・発電所敷地内の屋外物品の違いによる想定飛来物の相違

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3.3）

大飯発電所３／４号炉	女川原子力発電所２号炉	泊発電所３号炉	相違理由
 SM16:空調室外機 SM17:ﾏﾝﾎｰﾙ蓋 SM18:ｼﾝｸ SM19:ﾌﾟﾚﾊﾌﾞ小屋 SM20:ｸﾞﾚｰﾁﾝｸﾞ	 女川原子力発電所　想定飛来物：ＣＳ５エリア（４／４） CS5_鋼製カバー(2)　CS5_マンホール蓋(4)　CS5_コンクリート板(6)　CS5_チェッカープレート(7)　CS5_資材箱(9) CS5_配電盤(12)　CS5_鋼製ハッチカバー(14)　CS5_分電盤(5)　CS5_チェッカープレート(8)　CS5_配電盤(13) CS5_鋼製ハッチカバー(15) 図２　飛来物（想定飛来物及び二次飛来物）の写真記録（14/53）	 泊発電所　想定飛来物 エリア⑧：風力跡地周辺（１／２） プレハブ小屋　マンホール蓋　ドラム缶　コーン　グレーチング グレーチング　プレハブ小屋　標識　コンクリートブロック　カーブミラー 手すり　盤　盤　盤　A型バリケード ガードレール　発電機　スーパーハウス　投光器　仮置資機材 可搬型大容量海水送水ポンプ車　コンテナ式運搬車　重機　ホース延長・回収車（送水車用）　可搬型大型送水ポンプ車 図２　飛来物（想定飛来物及び二次飛来物）の写真記録（14/36）	【大飯，女川】 設計方針の相違 ・発電所敷地内の屋外物品の違いによる想定飛来物の相違

第６条　外部からの衝撃による損傷の防止（竜巻：別添資料１　添付資料3.3）

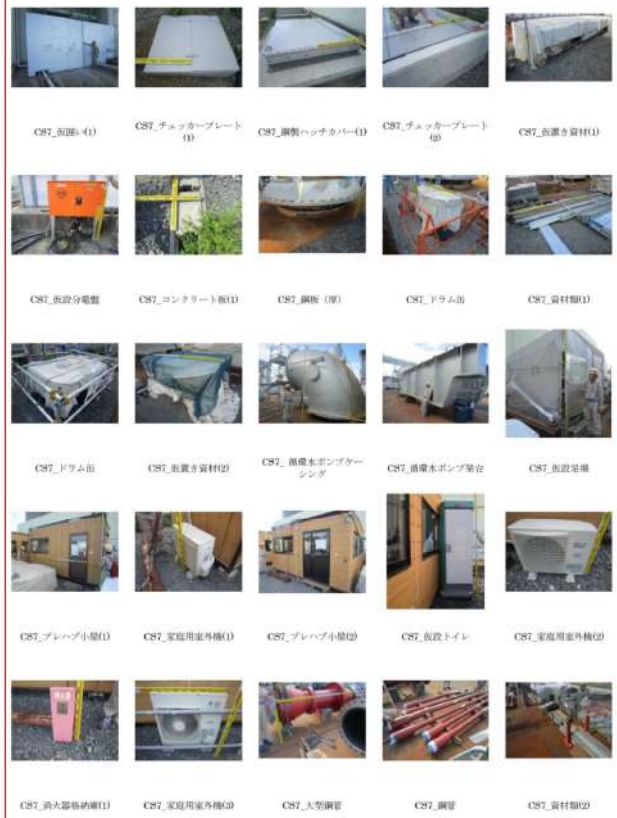
大飯発電所３／４号炉	女川原子力発電所２号炉	泊発電所３号炉	相違理由
6）エリア６（ヘリポートエリア）想定飛来物 6M1：自動販売機　6M2：鋼製ﾎﾞｯｸｽ　6M3：物置 6M4：仮置資材　6M5：物置　6M6：物置 6M7：乗用車　6M8：建設重機　6M9：ﾊﾞｽ 6M10：自動販売機　6M11：ｸﾞﾚｰﾁﾝｸﾞ　6M12：ｸﾞﾚｰﾁﾝｸﾞ 6M13：空調室外機　6M14：ｺﾝﾃﾅ　6M15：ﾁｪｯｶｰﾌﾟﾚｰﾄ	女川原子力発電所　想定飛来物：ＣＳ６エリア（１／２）　（３３個） CS6_マンホール蓋(1)　CS6_配電盤(1)　CS6_配電盤(2)　CS6_チェッカープレート(1)　CS6_排気鋼材 CS6_コンクリート板(1)　CS6_鋼製ハッチカバー　CS6_鋼製架台(1)　CS6_鋼製架台(2)　CS6_鋼製架台(3) CS6_鋼製架台(4)　CS6_分電盤　CS6_コンクリート板(2)　CS6_配電盤(3)　CS6_マンホール蓋(2) CS6_チェッカープレート(2)　CS6_形鋼　CS6_鋼製カバー　CS6_コンクリート製台盤　CS6_木製看板 CS6_消火器格納庫(1)　CS6_配電盤(4)　CS6_ホース格納箱(1)　CS6_配電盤(5)　CS6_消火器格納庫(2) 図２　飛来物（想定飛来物及び二次飛来物）の写真記録（15/53）	泊発電所　想定飛来物 エリア⑤：風力跡地周辺（２／２） 発電機　物置　可搬型大容量海水送水ポンプ車　ガードレール 図２　飛来物（想定飛来物及び二次飛来物）の写真記録（15/36）	【大飯，女川】 設計方針の相違 ・発電所敷地内の屋外物品の違いによる想定飛来物の相違

泊発電所３号炉　ＤＢ基準適合性　比較表

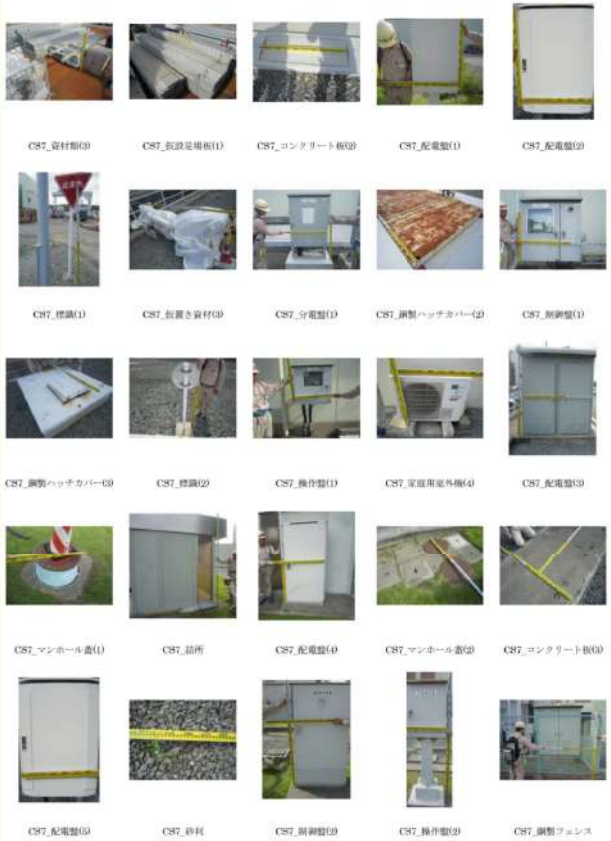
赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）
青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）
緑字：記載表現，設備名称の相違（実質的な相違なし）

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3.3）

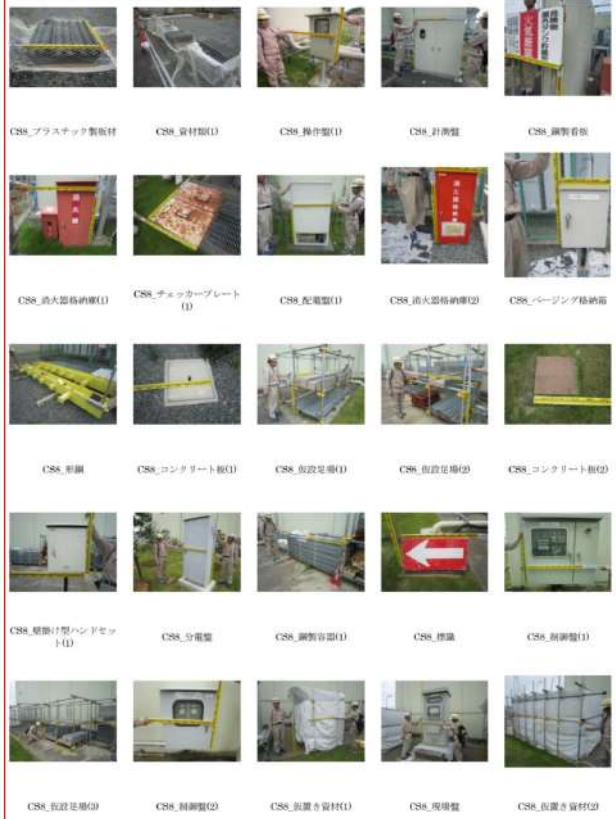
大飯発電所３／４号炉	女川原子力発電所２号炉	泊発電所３号炉	相違理由
	 図２　飛来物（想定飛来物及び二次飛来物）の写真記録（16/53）	 図２　飛来物（想定飛来物及び二次飛来物）の写真記録（16/36）	【大飯，女川】 設計方針の相違 ・発電所敷地内の屋外物品の違いによる想定飛来物の相違

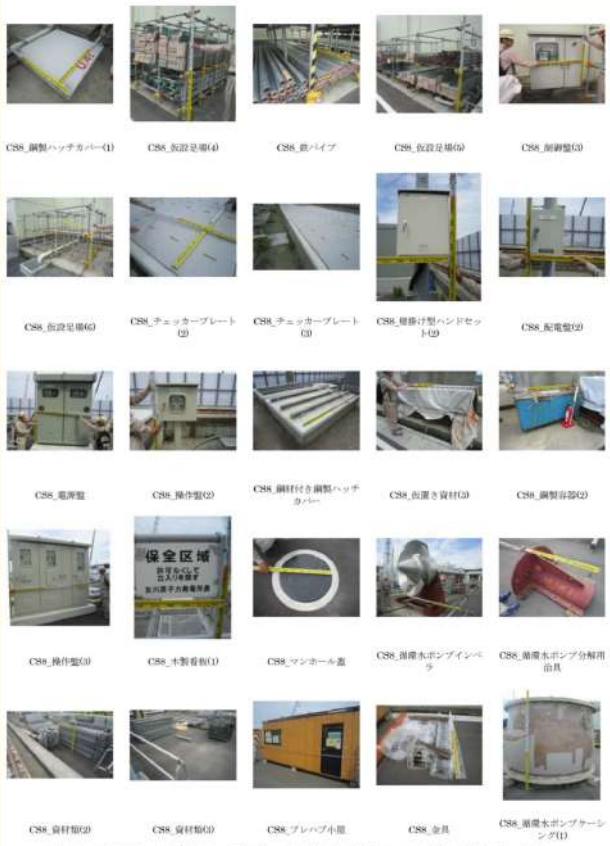
大飯発電所３／４号炉	女川原子力発電所２号炉	泊発電所３号炉	相違理由
	女川原子力発電所　想定飛来物：ＣＳ７エリア（１／３）　（７５個）  図２　飛来物（想定飛来物及び二次飛来物）の写真記録（17/53）	泊発電所　想定飛来物 エリア⑩：３号機海側（１０ｍ盤）（２／２） 図２　飛来物（想定飛来物及び二次飛来物）の写真記録（17/36）	【大飯，女川】 設計方針の相違 ・発電所敷地内の屋外物品の違いによる想定飛来物の相違

第６条　外部からの衝撃による損傷の防止（竜巻：別添資料１　添付資料3.3）

大飯発電所３／４号炉	女川原子力発電所２号炉	泊発電所３号炉	相違理由
 6M45:ﾊﾞｰﾍﾞｷｭｰ器具 6M47:ｸﾞﾚｰﾁﾝｸﾞ 6M48:ﾁｪｯｶｰﾌﾟﾚｰﾄ 6M49:ｼﾝｸ 6M50:船	女川原子力発電所　想定飛来物：ＣＳ７エリア（２／３）  図２　飛来物（想定飛来物及び二次飛来物）の写真記録（18/53）	泊発電所　想定飛来物 エリア①：３号機東側（１０ｍ盤）（１／２） 図２　飛来物（想定飛来物及び二次飛来物）の写真記録（18/36）	【大飯，女川】 設計方針の相違 ・発電所敷地内の屋外物品の違いによる想定飛来物の相違

大飯発電所３／４号炉	女川原子力発電所２号炉	泊発電所３号炉	相違理由
7）エリア７（取水口エリア）想定飛来物 7M1:物置　7M2:仮置資材　7M3:鋼製ﾎﾞｯｸｽ 7M4:ﾁｪｯｶｰﾌﾟﾚｰﾄ　7M5:標識　7M6:ﾊﾞﾘｹｰﾄﾞ 7M7:自転車　7M8:ﾌﾟﾚﾊﾌﾞ小屋　7M9:ﾌﾟﾚﾊﾌﾞ小屋 7M10:仮置資材　7M11:仮置資材	女川原子力発電所　想定飛来物：ＣＳ７エリア（３／３） CS7_制御盤(3)　CS7_制御盤(4)　CS7_形鋼　CS7_中継端子箱　CS7_消火器格納庫(2) CS7_分電盤(2)　CS7_敷き鉄板　CS7_壁掛け型ハンドセット　CS7_家庭用室外機(5)　CS7_分電盤(3) CS7_コンクリート製U字溝　CS7_マンホール蓋(3)　CS7_消火器格納庫(3)　CS7_消火器格納庫(4)　CS7_鋼製看板(1) CS7_鋼製看板(2)　CS7_計測箱　CS7_現場盤　CS7_配電盤(6)　CS7_仮囲い(2) CS7_鋼板（薄）　CS7_チェッカープレート(2)　CS7_仮囲い(3)　CS7_骨かご　CS7_仮設足場板(2) 図２　飛来物（想定飛来物及び二次飛来物）の写真記録（19/53）	泊発電所　想定飛来物 エリア⑪：３号機東側（１０ｍ盤）（２／２） A型バリケード　コンクリート蓋　鋼管　仮置資機材　プレハブ車庫 空調室外機 図２　飛来物（想定飛来物及び二次飛来物）の写真記録（19/36）	【大飯，女川】 設計方針の相違 ・発電所敷地内の屋外物品の違いによる想定飛来物の相違

大飯発電所３／４号炉	女川原子力発電所２号炉	泊発電所３号炉	相違理由
8）エリア８（特高開閉所、中央道路エリア）想定飛来物 SM1:ｺﾝﾌﾞﾚｯｻｰ　SM2:石　SM3:土嚢 SM4:ﾁｪｯｶｰﾌﾟﾚｰﾄ　SM5:屋外屋根　SM6:標識 SM7:屋外屋根　SM8:消火器　SM9:ｱﾝﾃﾅ SM10:屋外屋根　SM11:消火器　SM12:屋外屋根 SM13:ﾌﾟﾚﾊﾌﾞ小屋　SM14:ﾁｪｯｶｰﾌﾟﾚｰﾄ　SM15:乗用車 SM16:ﾌﾟﾚﾊﾌﾞ小屋　SM17:車庫　SM18:ｸﾞﾚｰﾁﾝｸﾞ	女川原子力発電所　想定飛来物：ＣＳ８エリア（１／３）　（６２個）  CS8_プラスチック製板材　CS8_資材類(1)　CS8_操作盤(1)　CS8_計測盤　CS8_鋼製看板 CS8_消火器格納庫(1)　CS8_チェッカープレート(1)　CS8_配電盤(1)　CS8_消火器格納庫(2)　CS8_ベージング格納箱 CS8_形鋼　CS8_コンクリート板(1)　CS8_仮設足場(1)　CS8_仮設足場(2)　CS8_コンクリート板(2) CS8_壁掛け型ハンドセット(1)　CS8_分電盤　CS8_鋼製容器(1)　CS8_標識　CS8_制御盤(1) CS8_仮設足場(3)　CS8_制御盤(2)　CS8_仮置き資材(1)　CS8_現場盤　CS8_仮置き資材(2) 図２　飛来物（想定飛来物及び二次飛来物）の写真記録（20/53）	泊発電所　想定飛来物 エリア⑫：３号機西側（１０ｍ盤）（１／２） グレーチング　グレーチング　マンホール蓋　標識　標識 コンクリートブロック　鋼製蓋　鋼製蓋　自動車　ローン カーポート　消火栓　標識　コンクリート蓋　照明 ガラリ　空調室外機　敷鉄板　消火器　A型バリケード 盤　コーン　砂利　盤　盤 図２　飛来物（想定飛来物及び二次飛来物）の写真記録（20/36）	【大飯，女川】 設計方針の相違 ・発電所敷地内の屋外物品の違いによる想定飛来物の相違

大飯発電所３／４号炉	女川原子力発電所２号炉	泊発電所３号炉	相違理由
9）エリア9（建屋周辺エリア）想定飛来物 9M1：鋼製ﾎﾞｯｸｽ　9M2：仮設電源　9M3：鋼製ﾊﾟｲﾌﾟ 9M4：鋼製ﾎﾞｯｸｽ　9M5：乗用車　9M6：ﾄﾞﾗﾑ缶 9M7：SA資機材（空冷式非常用電源）　9M8：ｺﾝｸﾘｰﾄ板　9M9：鋼製ﾊﾟｲﾌﾟ 9M10：ﾁｪｯｶｰﾌﾟﾚｰﾄ　9M11：建設重機　9M12：ｺﾝﾃﾅ 9M13：SA資機材（電源車）　9M14：SA資機材（可搬式代替低圧注水P）　9M15：ﾀﾝｸﾛｰﾘ	女川原子力発電所　想定飛来物：ＣＳ８エリア（２／３）  CS8_鋼製ハッチカバー(1)　CS8_仮設足場(4)　CS8_鉄パイプ　CS8_仮設足場(5)　CS8_制御盤(3) CS8_仮設足場(6)　CS8_チェッカープレート(2)　CS8_チェッカープレート(3)　CS8_壁掛け型ハンドセット(2)　CS8_配電盤(2) CS8_電源盤　CS8_操作盤(2)　CS8_鋼材付き鋼製ハッチカバー　CS8_仮置き資材(3)　CS8_鋼製容器(2) CS8_操作盤(3)　CS8_木製看板(1)　CS8_マンホール蓋　CS8_循環水ポンプインペラ　CS8_循環水ポンプ分解用治具 CS8_資材類(2)　CS8_資材類(3)　CS8_プレハブ小屋　CS8_金具　CS8_循環水ポンプケーシング(1) 図２　飛来物（想定飛来物及び二次飛来物）の写真記録（21/53）	泊発電所　想定飛来物 エリア⑮：３号機西側（１０ｍ盤）（２／２） マット　照明　コンクリートブロック　盤　コーン 発電機　かご　空調室外機　鋼製蓋　階段（単管パイプ製） コンクリートブロック　仮置資機材　仮置資機材　仮置資機材　マット 発電機　看板　盤 図２　飛来物（想定飛来物及び二次飛来物）の写真記録（21/36）	【大飯，女川】 設計方針の相違 ・発電所敷地内の屋外物品の違いによる想定飛来物の相違

第６条　外部からの衝撃による損傷の防止（竜巻：別添資料１　添付資料3.3）

大飯発電所３／４号炉	女川原子力発電所２号炉	泊発電所３号炉	相違理由
 9M16:SA資機材(大容量ﾎﾟ) 9M17:屋外屋根 9M18:消火器 9M19:ﾎｰｽ 9M20:屋外屋根 9M21:鋼製階段 9M22:仮設足場 9M23:検査用具 9M24:鋼製ﾎﾞｯｸｽ 9M25:仮設電源 M26:ﾁｪｯｶｰﾌﾟﾚｰﾄ 9M27:屋外屋根 9M28:仮設電源 9M29:ｹｰﾌﾞﾙ 9M30:ｹｰﾌﾞﾙ	女川原子力発電所　想定飛来物：ＣＳ８エリア（３／３） CS8_ｺﾙｹﾞｰﾄ管 CS8_循環水ポンプケーシング(2) CS8_鋼製架台(1) CS8_鋼製架台(2) CS8_鋼製枠付きグレーチング CS8_木製看板(2) CS8_分電盤(1) CS8_分電盤(2) CS8_ランマー CS8_鋼製ハッチカバー(2) CS8_操作盤(4) CS8_配電盤(3) 図２　飛来物（想定飛来物及び二次飛来物）の写真記録（22/53）	泊発電所　想定飛来物 エリア⑬：総合管理事務所周辺（１０ｍ盤）（１／２） 標識 鋼製蓋 マンホール蓋 グレーチング 標識 消火柱（ホース格納箱） 盤 鋼製蓋 コンクリート蓋 マンホール蓋 グレーチング 鋼製蓋 コンクリートブロック 盤 スーパーハウス 発電機 敷鉄板 空調室外機 コーン 発電機 クッションドラム アーケード屋根 レンガ 図２　飛来物（想定飛来物及び二次飛来物）の写真記録（22/36）	【大飯，女川】 設計方針の相違 ・発電所敷地内の屋外物品の違いによる想定飛来物の相違

第６条　外部からの衝撃による損傷の防止（竜巻：別添資料１　添付資料3.3）

大飯発電所３／４号炉	女川原子力発電所２号炉	泊発電所３号炉	相違理由
			【大飯，女川】 設計方針の相違 ・発電所敷地内の屋外物品の違いによる想定飛来物の相違

図２　飛来物（想定飛来物及び二次飛来物）の写真記録（23/53）

図２　飛来物（想定飛来物及び二次飛来物）の写真記録（23/36）

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

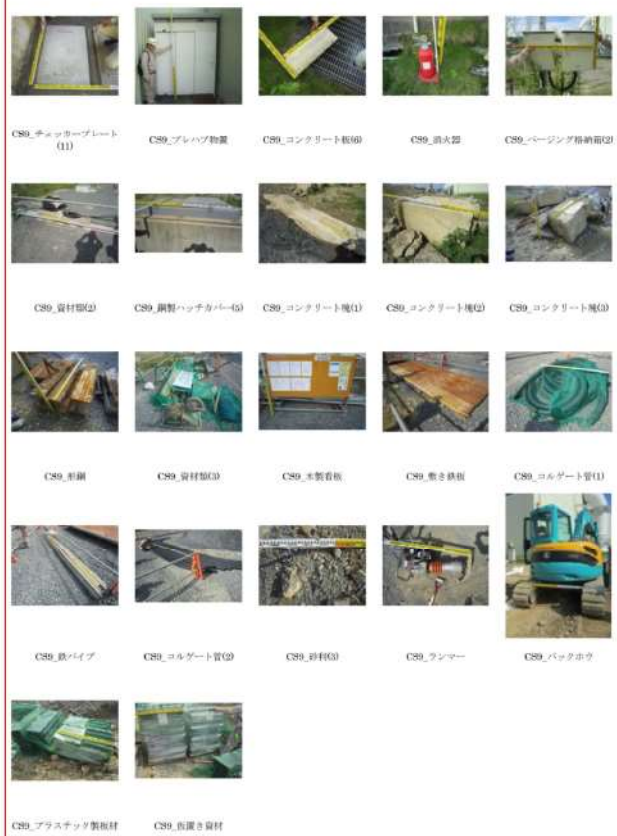
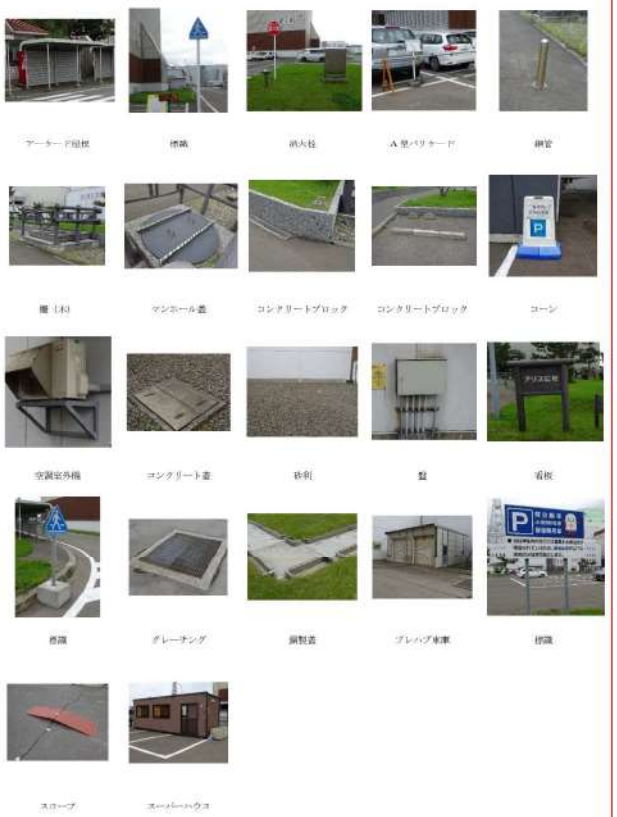
第６条　外部からの衝撃による損傷の防止（竜巻：別添資料１　添付資料 3.3）

大飯発電所３／４号炉	女川原子力発電所２号炉	泊発電所３号炉	相違理由
１０）エリア１０（正門前エリア）想定飛来物 10M1:ｸﾞﾚｰﾁﾝｸﾞ 10M2:ﾁｪｯｶｰﾌﾟﾚｰﾄ 10M3:ﾄﾗｯｸ 10M4:ﾌｪﾝｽ 10M5:消火器 10M6:照明 10M7:ﾌｪﾝｽ 10M8:照明 10M9:標識 10M10:ｶｰﾌﾞﾐﾗｰ 10M11:ﾍﾞﾝﾁ 10M12:標識 10M13:時計 10M14:標識 10M15:消火器 10M16:ﾍﾞﾘｹｰﾄﾞ 10M17:ﾁｪｯｶｰﾌﾟﾚｰﾄ 10M18:ｸﾞﾚｰﾁﾝｸﾞ	女川原子力発電所　想定飛来物：ＣＳ９エリア（２／３） CS9_鋼製ハッチカバー(4) CS9_電光表示板 CS9_チェッカープレート(5) CS9_チェッカープレート(6) CS9_分電盤(1) CS9_カラーコーン CS9_配電盤(3) CS9_配電盤(4) CS9_チェッカープレート(7) CS9_チェッカープレート(8) CS9_チェッカープレート(9) CS9_警報表示箱 CS9_ページング格納箱(1) CS9_屋外照明 CS9_コンクリート板(3) CS9_制御盤(2) CS9_コンクリート板(4) CS9_制御盤(3) CS9_折板屋根 CS9_ガスボンベ CS9_手押し車 CS9_コンクリート板(5) CS9_チェッカープレート(10) CS9_砂利(2) CS9_配電盤(5) 図２　飛来物（想定飛来物及び二次飛来物）の写真記録（24/53）	泊発電所　想定飛来物 エリア⑭：総合管理事務所海側（１０ｍ盤）（１／１） 標識 クッションドラム コーン 空調室外機 看板 仮置資機材 敷鉄板 仮置資機材 仮置資機材 鋼製蓋 蒸煙罐 空調室外機 アーケード屋根 発電機 標識 スーパーハウス マンホール蓋 鋼製蓋 消火栓 H鋼 仮置資機材 砂利 グレーチング 図２　飛来物（想定飛来物及び二次飛来物）の写真記録（24/36）	【大飯，女川】 設計方針の相違 ・発電所敷地内の屋外物品の違いによる想定飛来物の相違

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3.3）

大飯発電所３／４号炉	女川原子力発電所２号炉	泊発電所３号炉	相違理由
１１）エリア１１（放水口通路エリア）想定飛来物 11M1:鋼製ﾎﾞｯｸｽ　11M2:物置　11M3:鋼製ﾎﾞｯｸｽ 11M4:ｸﾞﾚｰﾁﾝｸﾞ　11M5:仮設電源　11M6:ｸﾞﾚｰﾁﾝｸﾞ 11M7:ｶｰﾌﾞﾐﾗｰ　11M8:消火器　11M9:標識 11M10:ｶｰﾌﾞﾐﾗｰ　11M11:標識　11M12:ﾏﾝﾎｰﾙ蓋 11M13:ﾏﾝﾎｰﾙ蓋　11M14:ﾌｪﾝｽ	女川原子力発電所　想定飛来物：ＣＳ９エリア（３／３）  CS9_チェッカープレート(11)　CS9_プレハブ物置　CS9_コンクリート板(6)　CS9_消火器　CS9_ベージング格納箱(2) CS9_資材類(2)　CS9_鋼製ハッチカバー(5)　CS9_コンクリート塊(1)　CS9_コンクリート塊(2)　CS9_コンクリート塊(3) CS9_形鋼　CS9_資材類(3)　CS9_木製看板　CS9_敷き鉄板　CS9_コルゲート管(1) CS9_鉄パイプ　CS9_コルゲート管(2)　CS9_砂利(3)　CS9_ランマー　CS9_バックホウ CS9_プラスチック製板材　CS9_仮置き資材 図２　飛来物（想定飛来物及び二次飛来物）の写真記録（25/53）	泊発電所　想定飛来物 エリア⑮：管理事務所正面（１０ｍ盤）（１／１）  ｱｰﾁｰﾄﾞ標識　標識　消火栓　A型バリケード　鋼管 樹（木）　マンホール蓋　コンクリートブロック　コンクリートブロック　コーン 空調室外機　コンクリート壁　砂利　盤　看板 看板　グレーチング　鋼製蓋　プレハブ倉庫　標識 スロープ　スーパーハウス 図２　飛来物（想定飛来物及び二次飛来物）の写真記録（25/36）	【大飯，女川】 設計方針の相違 ・発電所敷地内の屋外物品の違いによる想定飛来物の相違

大飯発電所３／４号炉

【6 竜巻-別添 1-添付 3.3-1 にて比較】

（３）設計飛来物の設定について

竜巻影響評価に用いる設計飛来物は、上記の大飯発電所における飛来物調査結果と竜巻影響評価ガイドに記載の飛来物を基に設定した。以下の図２ に設計飛来物の抽出フローを示す。

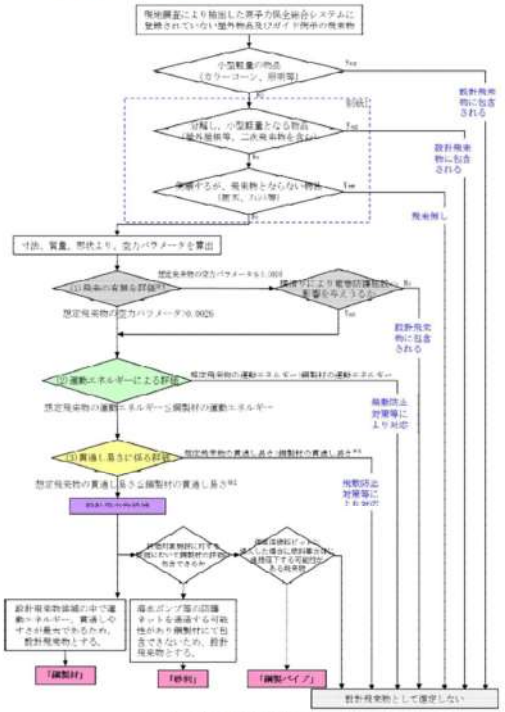


図２ 設計飛来物抽出フロー

※1：飛来の有無に係る判断基準については、補足説明資料-9 に記載。

※2：想定飛来物の貫通しやすさに係る鋼板の貫通限界厚さについては、BRL 式の等価直径ｄを衝突面の接触面積と等価な円の直径とし算出する。また、ガイド鋼製材の貫通しやすさに係る鋼板の貫通限界厚さについては、BRL 式の等価直径ｄを衝突面の投影面積と等価な円の直径とし算出する。

図２ のフローに従い、(1)飛来の有無、(2)運動エネルギーによる評価、(3)貫通しやすさに係る評価を行った結果を以下の表４ に示す。

女川原子力発電所２号炉

女川原子力発電所　想定飛来物：Ｅ１エリア（１／２）　（２８個）

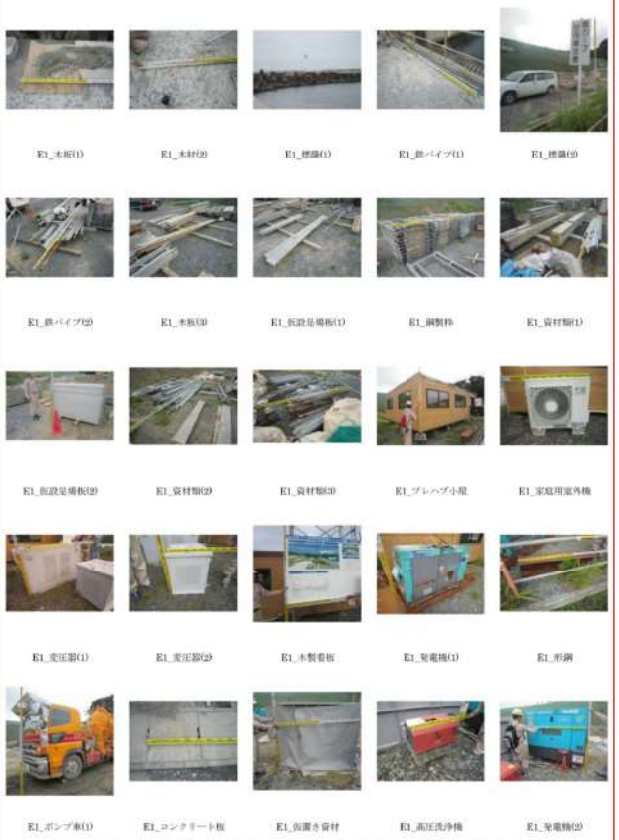


図２　飛来物（想定飛来物及び二次飛来物）の写真記録（26/53）

泊発電所３号炉

泊発電所　想定飛来物

エリア⑩：１号機西側（１０ｍ盤）（１／１）

図２　飛来物（想定飛来物及び二次飛来物）の写真記録（26/36）

相違理由

【女川】

設計方針の相違

・発電所敷地内の屋外物品の違いによる想定飛来物の相違

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 3.3）

大飯発電所３／４号炉	女川原子力発電所２号炉	泊発電所３号炉	相違理由

【6 竜巻-別添 1-添付 3.3-13 にて比較】

表４ 設計飛来物の抽出について

No	対象物名	仕様				空力ﾊﾟﾗﾒｰﾀ	運動ｴﾈﾙｷﾞｰ
		長さ[m]	幅[m]	高さ[m]	質量[kg]	$C_DA/m[m^2/kg]$	ｷﾞｰ[kJ]
9M23	検査用具	5.534	0.55	0.55	7500	0.00021	135
8M3	土嚢	0.8	0.8	0.8	1200	0.00106	271
9M11	鋼設重機	6.2	2.5	3.285	21220	0.00137	8015
9M36	鋼設重機	3.61	2.49	2.875	12100	0.00145	8285
9M8	ｺﾝｸﾘｰﾄ板	2.7	0.75	0.19	923	0.00173	507
6M8	鋼設重機	4.3	2.9	3	12100	0.00186	7168
10M3	ﾄﾗｯｸ	6.25	2.35	1.3	9170	0.00196	5442
ﾎﾞｲﾄﾞ	ｺﾝｸﾘｰﾄ板	1.5	1	0.15	540	0.0021	358
8M7	SA(空冷 DG)	15.45	2.99	4.1	38025	0.00211	25313
9M36	SA(大容量P)	12.69	2.495	3.5	24230	0.00231	17288
8M2	石	0.3	0.3	0.3	76	0.00236	55
3M18	仮設電源	2.95	1.24	1.6	2660	0.00257	2045
1M7	ﾄﾗｯｸ	8.03	2.35	2.95	12630	0.00259	9745
ﾎﾞｲﾄﾞ	ﾄﾗｯｸ	5	1.9	1.3	4750	0.00260	2746
9M13	SA(電源車)	11.5	2.49	3.555	17195	0.00301	14532
6M9	ﾊﾟｴ	10.25	2.49	3.17	13465	0.00323	11831
9M40	中圧ﾎﾞﾝﾍﾞ	9.4	2.5	3.5	12070	0.00356	11149
1M25	SA(電源車)	8.74	2.49	3.05	11630	0.00318	10131
9M31	鋼設重機	7.29	2.68	3.29	12355	0.00280	10008
3M61	食車	9	5.5	5	4950	0.01627	8751
4M1	仮置資材	4	10	1.2	7802	0.00481	8265
7M2	仮置資材	4.4	4.4	3.195	6940	0.00458	7100
2M53	ｺﾝﾃﾅ	10	10	2	3000	0.03080	6957
7M9	仮置資材	4	4	2.6	6845	0.00355	6311
9M14	SA(代替 P)	8.455	2.23	2.465	5744	0.00519	6290
9M15	ｵﾝｸﾞﾚｰﾄ	6.755	2.2	2.4	4300	0.00558	4853
ﾎﾞｲﾄﾞ	ｺﾝﾃﾅ	2.4	2.6	6	2300	0.01050	4140
1M5	ﾌﾟﾚﾊﾌﾞ小屋	6	2.4	2.6	2300	0.01040	3360
2M15	ｺﾝﾃﾅ	6	2.4	2.6	2300	0.01040	3360
2M20	ｺﾝﾃﾅ	6	2.4	2.6	2300	0.01040	3360

(1)飛来の有無の評価
空力ﾊﾟﾗﾒｰﾀが 0.0025 以下であり、飛来しない想定飛来物
（横滑り考慮エリアに設置されており、設計飛来物に包含できない場合は飛散防止対策等により飛来物源とならないようにする。）

(2)運動ｴﾈﾙｷﾞｰによる評価
ﾎﾞｲﾄﾞ記載の鋼製材よりも運動ｴﾈﾙｷﾞｰが大きな想定飛来物(220kJ 以上)であり、これらについて飛散防止対策等により飛来物源とならないようにする。

女川原子力発電所　想定飛来物：Ｅ１エリア（２／２）

E1_バックホウ　E1_ポンプ車(2)　E1_鋼製容器

図２　飛来物（想定飛来物及び二次飛来物）の写真記録（27/53）

泊発電所　想定飛来物
エリア⑰：１，２号機海側（１０ｍ盤）（１／２）

図２　飛来物（想定飛来物及び二次飛来物）の写真記録（27/36）

【女川】
設計方針の相違
・発電所敷地内の屋外物品の違いによる想定飛来物の相違

大飯発電所３／４号炉

【6 竜巻-別添 1-添付 3.3-14 にて比較】

No	対象物名	仕様				空力パラメータ	運動エネルギー
		長さ[m]	幅[m]	高さ[m]	質量[kg]	CA/m[m²/kg]	[kJ]
1M23	ﾘﾌﾄ	4.99	1.69	1.94	3700	0.00382	3034
2M35	ｺﾝﾃﾅ	7	3	2.5	1750	0.01735	3191
2M41	ｸﾚｰﾝ小屋	5	4	2	2000	0.01254	3163
2M42	ｸﾚｰﾝ小屋	5	4	2	2000	0.01254	3163
2M32	ｸﾚｰﾝ小屋	5	4	2	2000	0.01254	3163
1M26	鋼製ﾎﾞｯｸｽ	4	5	1.5	2100	0.01053	3084
1M27	鋼製ﾎﾞｯｸｽ	5	3	2	2100	0.00974	2969
2M38	検査用具9	7	2.5	1.7	1940	0.01145	2951
2M38	検査用具10	7	2.5	1.7	1940	0.01145	2951
2M38	検査用具11	7	2.5	1.7	1940	0.01145	2951
9M31	ｸﾚｰﾝ小屋	1.96	3.06	2.78	2800	0.00469	2935
9M32	ｸﾚｰﾝ小屋	1.96	3.06	2.78	2800	0.00469	2935
9M33	ｸﾚｰﾝ小屋	1.96	3.06	2.78	2800	0.00469	2935
3M49	ｸﾚｰﾝ小屋	6	3	2	1800	0.01320	2910
3M45	ｸﾚｰﾝ小屋	6	3	2	1800	0.01320	2910
3M47	ｸﾚｰﾝ小屋	6	3	2	1800	0.01320	2910
2M43	ｸﾚｰﾝ小屋	5.5	3	2.5	1650	0.01510	2825
3M23	ｸﾚｰﾝ小屋	5.45	2.45	2.4	1800	0.01185	2779
9M5	発電室	4.6	1.7	1.3	2960	0.00357	2737
6M42	ｺﾝﾃﾅ	3.7	2.5	2.4	2100	0.00758	2891
3M12	ﾄﾗﾌﾞﾙﾎﾞｯｸｽ	3	3	2.5	1800	0.00976	2459
3M46	ｸﾚｰﾝ小屋	5	3	2	1500	0.01364	2459
2M30	検査用具12	7	2.5	1.2	1370	0.01215	2460
2M34	鋼製ﾎﾞｯｸｽ1	4	2	2	2000	0.00660	2420
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
6M16	ｸﾚｰﾝ小屋	5.4	2.4	2.7	1296	0.01733	2355
1M24	仮置資材	4.2	1.8	1.8	2090	0.00606	2336
1M5	ｸﾚｰﾝ小屋	5.6	2.3	2.6	1280	0.01715	2328
1M12	ｸﾚｰﾝ小屋	5.7	2.3	2.4	1311	0.01627	2318
2M39	物置	5	2.5	2.7	1250	0.01729	2269
7M1	物置	2	2	2.5	2300	0.00602	2250
3M45	ｸﾚｰﾝ小屋	5	2.5	2.5	1250	0.01650	2224
6M12	ｸﾚｰﾝ小屋	2.3	5.4	2.4	1242	0.01042	2205

(2)運動ｴﾈﾙｷﾞｰによる評価
ｶﾞｲﾄﾞ記載の鋼製材よりも運動ｴﾈﾙｷﾞｰが大きな想定飛来物(220kJ 以上)であり，これらについて飛散防止対策等により飛来物源とならないようにする。

女川原子力発電所２号炉

女川原子力発電所　想定飛来物：Ｅ２エリア（１／３）　（６１個）

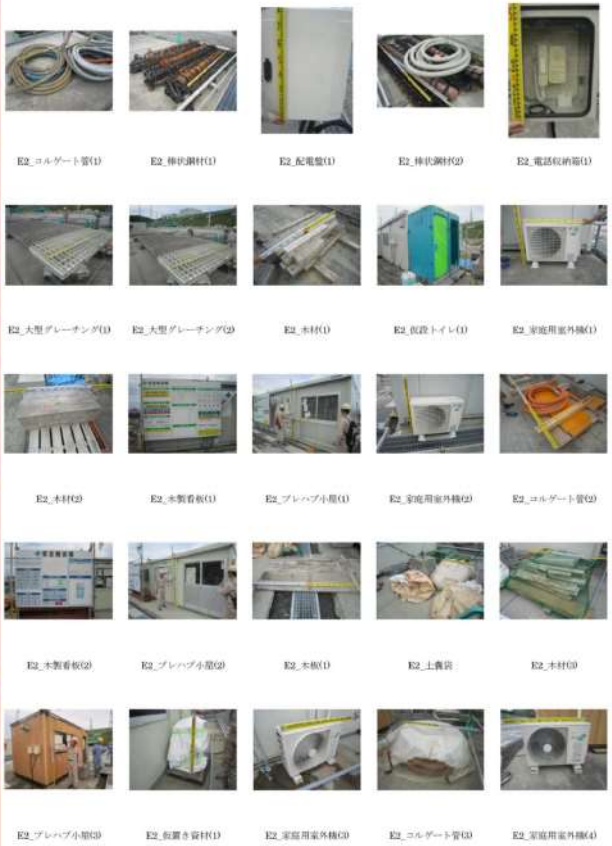


図２　飛来物（想定飛来物及び二次飛来物）の写真記録（28/53）

泊発電所３号炉

泊発電所　想定飛来物
エリア⑪：１，２号機海側（１０ｍ盤）（２／２）

図２　飛来物（想定飛来物及び二次飛来物）の写真記録（28/36）

相違理由

【女川】
設計方針の相違
・発電所敷地内の屋外物品の違いによる想定飛来物の相違

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 3.3）

大飯発電所３／４号炉

【6 竜巻-別添 1-添付 3.3-15 にて比較】

No	対象物名	仕様				空力パラメータ	運動エネルギー
		高さ[m]	幅[m]	高さ[m]	質量[kg]	$C_dA/m[m^2/kg]$	[kJ]
6M17	鋼製ドッグス	3.65	2.42	2.36	1500	0.01019	2173
3M42	ハウサ	5	2.5	2	1250	0.01452	2105
2M37	ハウサ	3	3.5	3	1150	0.01714	2089
2M28	プレハブ小屋	4	2.5	2.5	1250	0.01386	2063
1M1	仮置資材	3	1.5	1.305	2520	0.00278	2033
2M38	検査用具13	7	2.5	0.7	1270	0.01255	2009
3M7	物置	4	3	2	1200	0.01430	2007
7M8	プレハブ小屋	2	4.25	2.1	1350	0.01051	1993
6M7	乗用車	4.48	1.745	1.3	1675	0.00627	1984
2M39	プレハブ小屋	3	3.5	3	1000	0.01886	1979
3M16	乗用車	4.68	1.73	1.3	1510	0.00718	1892
2M14	プレハブ小屋	4.55	2.2	2.4	1001	0.01728	1817
3M21	鋼製ドッグス	3.7	2.1	1.8	1310	0.00917	1816
4M5	鋼製ドッグス	3.7	2.1	1.8	1310	0.00917	1816
4M9	鋼製ドッグス	3.7	2.1	1.8	1310	0.00917	1816
6M2	鋼製ドッグス	3.7	2.1	1.8	1310	0.00917	1816
8M15	乗用車	4.48	1.745	1.49	1350	0.00836	1801
4M7	物置	2.5	3.6	2	1080	0.01296	1732
3M56	ハウサ	3	3	3	900	0.01980	1732
5M19	プレハブ小屋	4.1	2.3	2.3	943	0.01690	1696
9M25	仮設電源	2.65	1.1	1.5	1940	0.00291	1606
2M11	ケーブルドラム	2.2	2.2	1.2	1500	0.00445	1537
6M50	船	7.24	2.11	0.81	820	0.01839	1529
3M9	物置	3	3	1.5	900	0.01320	1455
2M38	検査用具6	2.5	2	2	1000	0.00924	1391
1M4	ハウサ	3.2	1.6	1.05	1200	0.00559	1356
3M50	プレハブ小屋	3.6	2.7	1.9	684	0.02093	1348
4M18	コンテナ	4.5	4	0.005	702	0.01695	1264
3M22	プレハブ小屋	2.2	3.1	2.1	682	0.01737	1241
11M1	鋼製ドッグス	3	1.5	1.8	807	0.01030	1175
9M12	ハウサ	2.23	1.22	2.45	877	0.00841	1173
5M4	物置	3.5	2	2	600	0.01980	1155
6M6	物置	3.1	1.9	2.2	589	0.01893	1112

②運動エネルギーによる評価
ﾎﾞｲﾄﾞ記載の鋼製材よりも運動エネルギーが大きな想定飛来物(220kJ 以上)であり、これらについて飛散防止対策等により飛来物源とならないようにする。

女川原子力発電所２号炉

女川原子力発電所　想定飛来物：Ｅ２エリア（２／３）

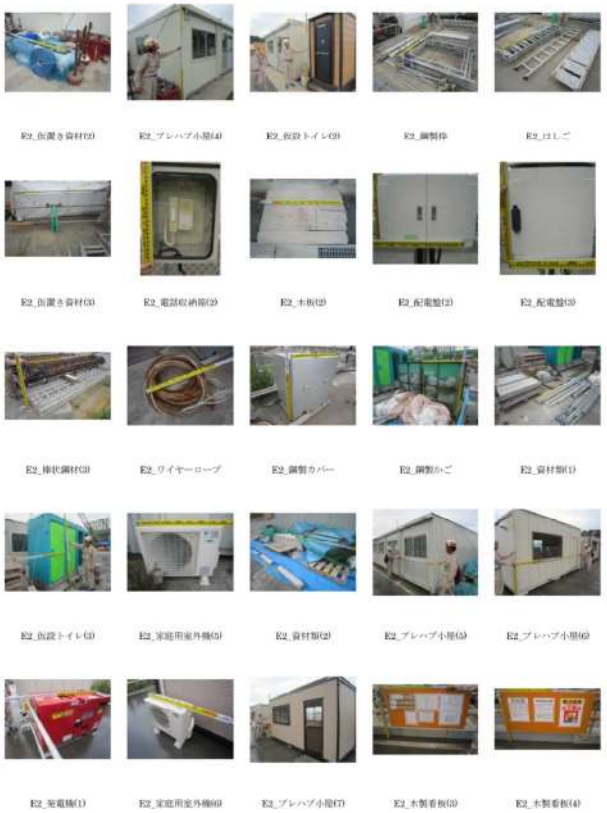


図２　飛来物（想定飛来物及び二次飛来物）の写真記録（29/53）

泊発電所３号炉

泊発電所　想定飛来物
エリア⑱：保修事務所周辺（１０ｍ盤）（１／３）

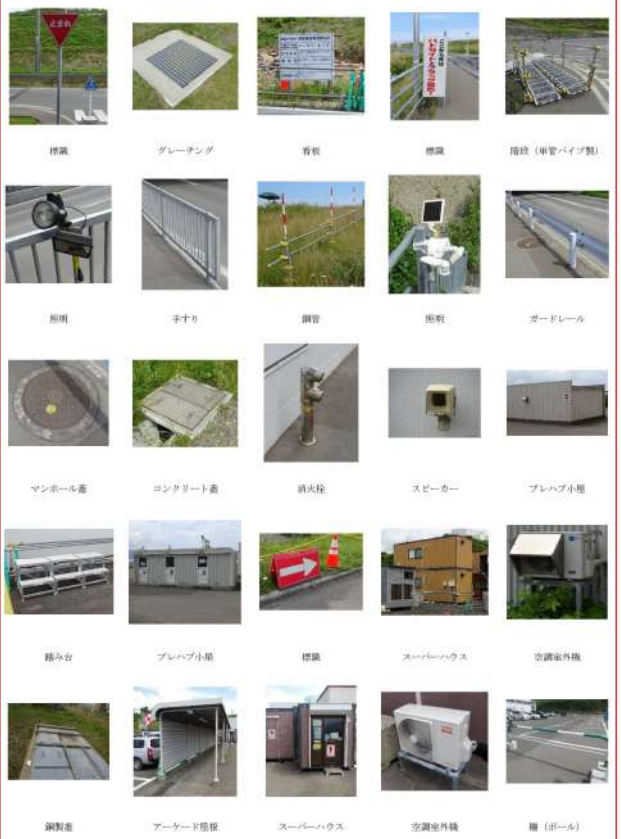


図２　飛来物（想定飛来物及び二次飛来物）の写真記録（29/36）

相違理由

【女川】
設計方針の相違
・発電所敷地内の屋外物品の違いによる想定飛来物の相違

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 3.3）

大飯発電所３／４号炉

【6 竜巻-別添 1-添付 3.3-16 にて比較】

No	対象物名	仕様				空力ﾊﾟﾗﾒｰﾀ	運動ｴﾈﾙｷﾞｰ
		長さ[m]	幅[m]	高さ[m]	質量[kg]	C_dA/m[m²/kg]	ｷﾞｰ[kJ]
6M43	鋼材	4.9	2.5	0.3	693	0.01294	1111
2M9	物置	3	2	2	600	0.01760	1098
3M44	ﾌﾞﾚｰｶﾞ小屋	3	2	2	600	0.01760	1098
6M5	物置	2.2	2.5	2.5	550	0.02070	1079
6M19	ﾌﾞﾚｰｶﾞ小屋	3	1.8	2.2	540	0.01901	1033
M9	ｱﾝｻﾝﾌﾟﾙ	4.12	4.12	2.105	330	0.06964	1031
6M4	仮置資材	6	0.3	0.6	1123	0.00328	995
7M10	鋼材	1.2	2.5	1	938	0.00471	986
4M2	ﾀｰﾌﾞﾎﾞﾃﾞﾙ	1.8	1.8	0.9	960	0.00446	984
2M38	検査用具８	2	1.8	1.5	720	0.00853	969
5M5	物置	2.2	2.2	2.5	484	0.02160	967
2M38	検査用具７	2.5	2.5	1.5	480	0.01891	906
6M43	鋼材	4.7	2.8	0.2	468	0.01983	901
6M44	鋼材	4.7	2.8	0.2	468	0.01983	901
6M38	食車	4	2.1	1.1	440	0.02267	897
9M28	仮設電源	1.85	0.88	1.25	965	0.00338	896
2M38	検査用具３	2.8	1.2	1.2	630	0.00855	849
6M3	物置	2	2	2.5	400	0.02310	823
2M13	鋼製ﾎﾞｯｸｽ	5	1	1	429	0.01682	772
8M16	ﾌﾞﾚｰｶﾞ小屋	1.75	1.75	3.1	350	0.02624	760
6M14	ﾊﾝｻﾝﾌﾟﾙ	1.6	1.6	1.3	528	0.00841	706
11M3	鋼製ﾎﾞｯｸｽ	2	1.2	1.5	468	0.01015	677
2M38	検査用具14	7	0.5	0.5	440	0.01088	655
3M17	鋼製ﾎﾞｯｸｽ	1.5	1.5	1.5	439	0.01015	635
5M1	自動販売機	1.5	0.75	2	450	0.00825	597
6M1	自動販売機	1.5	0.75	2	450	0.00825	597
6M10	自動販売機	1.4	0.8	1.9	450	0.00777	583
9M1	鋼製ﾎﾞｯｸｽ	4.6	0.72	0.72	336	0.01401	558
9M29	ﾀｰﾌﾞﾙ	1.4	0.86	1.4	405	0.00712	506
9M30	ﾀｰﾌﾞﾙ	1.4	0.86	1.4	405	0.00712	506
9M34	ﾀｰﾌﾞﾙ	1.4	0.86	1.4	405	0.00712	506
9M35	ﾀｰﾌﾞﾙ	1.4	0.86	1.4	405	0.00712	506
8M1	ｺﾝﾌﾟﾚｯｻｰ	1.74	0.75	0.865	475	0.00481	504

(2)運動ｴﾈﾙｷﾞｰによる評価
ｽﾞｲﾄﾞ記載の鋼製材よりも運動ｴﾈﾙｷﾞｰが大きな想定飛来物(220kJ 以上)であり、これらについて飛散防止対策等により飛来物源とならないようにする。

女川原子力発電所２号炉

女川原子力発電所　想定飛来物：Ｅ２エリア（３／３）

図２　飛来物（想定飛来物及び二次飛来物）の写真記録（30/53）

泊発電所３号炉

泊発電所　想定飛来物
エリア⑱：保修事務所周辺（１０ｍ盤）（２／３）

図２　飛来物（想定飛来物及び二次飛来物）の写真記録（30/36）

相違理由

【女川】
設計方針の相違
・発電所敷地内の屋外物品の違いによる想定飛来物の相違

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 3.3）

大飯発電所３／４号炉

【6 竜巻-別添 1-添付 3.3-17 にて比較】

No	対象物名	仕様				空力パラメータ	運動エネルギー
		高さ[m]	幅[m]	高さ[m]	質量[kg]	$C_dA/m[m^2/kg]$	[kJ]
3M13	鋼製ボックス	1.5	1.5	2	250	0.02175	502
2M38	検査用具１	3	0.8	0.8	330	0.01069	492
2M6	自動販売機	1.2	0.735	1.8	381	0.00756	488
11M5	仮設電源	1.4	0.69	0.93	492	0.00390	475
3M9	物置	1.6	0.7	1.9	304	0.01192	471
2M38	検査用具６	2	1	1	300	0.01300	449
3M10	鋼製ボックス	1	2.5	1	222	0.01781	409
7M3	鋼製ボックス	1.5	0.7	1.9	245	0.01401	409
1M2	鋼製ボックス	1.34	1.34	1.006	270	0.01098	404
1M3	鋼製ボックス	1.34	1.34	1.006	270	0.01098	404
4M3	ケーブルドラム	1.2	1.2	0.7	300	0.00686	369
3M60	物置	1.7	1.5	1	150	0.02530	321
11M2	物置	1.5	1	1.5	150	0.02310	309
3M38	空調室外機	2.1	1.8	0.8	120	0.03795	303
3M39	空調室外機	2.1	1.8	0.8	120	0.03795	303
2M12	ケーブルドラム	1	1	0.6	250	0.00581	297
3M53	物置	2	1.5	0.8	120	0.03190	283
6M48	チェッカーブレート	1.7	1.2	0.015	239	0.00571	273
1M16	敷鉄板	1.829	0.914	0.019	249	0.00451	257
5M6	ケーブルドラム	0.6	1	1	200	0.00726	252
2M38	検査用具４	2	0.6	0.6	160	0.01139	243
3M51	鋼製ボックス	3	1.4	1.3	71	0.09221	243
5M5	仮置資材	0.8	1.2	0.8	162	0.01041	238
2M38	検査用具２	1.2	1	0.5	170	0.00893	234
3M11	ケーブルドラム	0.8	0.8	0.5	220	0.05432	223
4M10	鋼製材	3.8	0.2	0.2	190	0.00431	192
2M32	マンドウレール	21.9	0.09	0.09	219	0.00419	219
9M10	チェッカーブレート	1.65	1.5	0.006	121	0.01360	196
6M4	チェッカーブレート	1.8	0.3	0.006	21	0.01701	39
3M54	照明機器	7	0.15	0.05	30	0.01095	45
6M15	チェッカーブレート	1.8	0.75	0.009	66	0.01364	109
3M3	マンホール蓋	1.5	0.7	0.01	62	0.00657	111

貫通厚さ[mm]	
鋼板	RC
24.1	276
22.6	240
24.9	309
20.3	183
19.9	168
19.2	249
19.1	252

(2)運動エネルギーによる評価
ボイド記載の鋼製材よりも運動エネルギーが大きな想定飛来物(220kJ 以上)であり、これらについて飛散防止対策等により飛来物源とならないようにする。

(3)貫通し易さに係る評価
ボイド記載の鋼製材よりも貫通しやすい想定飛来物であり、これらについて飛散防止対策等により飛来物源とならないようにする。(貫通し易さは鋼板及び鉄筋コンクリートに対する貫通限界厚から算定)
未記の飛来物が設計飛来物より貫通しやすいと判定された飛来物

女川原子力発電所２号炉

女川原子力発電所　想定飛来物：Ｅ３エリア（１／３）　（７１個）

図２　飛来物（想定飛来物及び二次飛来物）の写真記録（31/53）

泊発電所３号炉

泊発電所　想定飛来物
エリア⑱：保修事務所周辺（１０ｍ盤）（３／３）

図２　飛来物（想定飛来物及び二次飛来物）の写真記録（31/36）

相違理由

【女川】
設計方針の相違
・発電所敷地内の屋外物品の違いによる想定飛来物の相違

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 3.3）

大飯発電所３／４号炉	女川原子力発電所２号炉	泊発電所３号炉	相違理由

【6 竜巻-別添 1-添付 3.3-18 にて比較】

No	対象飛来	仕様				空力パラメータ	運動ｴﾈﾙｷﾞｰ	貫通厚さ[mm]	
		長さ[m]	幅[m]	高さ[m]	質量[kg]	$C_dA/m[m^2/kg]$	$\frac{1}{2}mV^2$ [kJ]	鋼板	RC
4M11	ﾁｪｯｸﾌﾟﾚｰﾄ	0.8	0.9	0.006	35	0.01367	58	10.4	198
9M9	鋼製ﾊﾟｲﾌﾟ	4	0.049	0.049	11	0.00876	15	10.9	121
1M11	ﾁｪｯｸﾌﾟﾚｰﾄ	0.8	0.9	0.006	35	0.01369	58	14.9	197
6M8	ﾁｪｯｸﾌﾟﾚｰﾄ	2	1	0.015	69	0.01939	132	14.7	255
9M3	鋼製ﾊﾟｲﾌﾟ	3	0.05	0.05	11	0.00645	14	14.9	118
8M15	ﾁｪｯｸﾌﾟﾚｰﾄ	2	1	0.014	60	0.02228	122	14.4	247
1M10	ﾁｪｯｸﾌﾟﾚｰﾄ	2	1	0.014	60	0.02228	122	14.4	247
7M4	ﾁｪｯｸﾌﾟﾚｰﾄ	2	1	0.014	60	0.02228	122	14.4	247
5M8	ﾁｪｯｸﾌﾟﾚｰﾄ	2	0.94	0.014	56	0.02245	114	14.2	242
9M39	ﾏﾝﾎｰﾙ蓋	1.02	1.02	0.02	140	0.00802	152	13.9	272
3M2	ﾏﾝﾎｰﾙ蓋	1.02	1.02	0.02	140	0.00802	152	13.9	269
3M4	ﾁｪｯｸﾌﾟﾚｰﾄ	1.6	0.9	0.02	75	0.01463	126	13.9	247
2M7	ﾁｪｯｸﾌﾟﾚｰﾄ	1.7	1	0.02	78	0.01462	133	12.7	249
2M5	ﾏﾝﾎｰﾙ蓋	0.7	0.7	0.01	39	0.00843	53	11.6	188
2M39	ﾏﾝﾎｰﾙ蓋	0.7	0.7	0.01	39	0.00843	53	11.6	188
3M11	ﾏﾝﾎｰﾙ蓋	0.7	0.7	0.01	39	0.00843	53	11.6	188
6M17	ﾏﾝﾎｰﾙ蓋	0.7	0.7	0.01	39	0.00843	53	11.6	188
11M13	ﾏﾝﾎｰﾙ蓋	0.7	0.7	0.01	39	0.00843	53	11.6	188
9M26	ﾁｪｯｸﾌﾟﾚｰﾄ	1.7	0.43	0.014	22	0.02247	45	11.3	178
10M2	ﾁｪｯｸﾌﾟﾚｰﾄ	0.7	0.5	0.01	27	0.00858	38	10.9	167
2M31	ﾏﾝﾎｰﾙ蓋	0.7	0.3	0.008	8	0.01757	15	10.7	121
10M17	ﾁｪｯｸﾌﾟﾚｰﾄ	1.5	0.8	0.02	47	0.01717	86	10.6	210
2M10	ﾁｪｯｸﾌﾟﾚｰﾄ	1.5	0.8	0.02	47	0.01717	86	10.6	210
ﾎﾞｲﾗﾞ	鋼製材	4.2	0.3	0.2	135	0.00890	220	10.4	273
2M8	ﾁｪｯｸﾌﾟﾚｰﾄ	1.3	0.8	0.02	48	0.01470	81	10.3	206
2M4	ﾁｪｯｸﾌﾟﾚｰﾄ	1.2	0.7	0.015	29	0.01952	56	9.9	162
3M15	ﾁｪｯｸﾌﾟﾚｰﾄ	1.2	0.8	0.02	44	0.01471	71	9.7	199
6M10	ﾁｪｯｸﾌﾟﾚｰﾄ	0.995	0.4	0.05	27	0.01059	41	8.9	146
2M2	ﾏﾝﾎｰﾙ蓋	0.5	0.5	0.01	19	0.00889	28	8.6	144
3M40	ﾏﾝﾎｰﾙ蓋	0.5	0.5	0.01	19	0.00889	28	8.6	144
11M12	ﾏﾝﾎｰﾙ蓋	0.5	0.5	0.01	19	0.00889	28	8.6	144
10M16	ﾊﾟﾅｿﾆｯｸ	2.5	0.05	0.05	7	0.00849	10	7.0	103
7M6	ﾊﾟﾅｿﾆｯｸ	2.5	0.05	0.05	7	0.00849	10	7.0	103

(5)貫通し易さに係る評価
ﾎﾞｲﾗﾞ記載の鋼製材よりも貫通しやすい想定飛来物であり、これらについて飛散防止対策等により飛来物源とならないようにする。(貫通し易さは鋼板及び鉄筋コンクリートに対する貫通限界厚から算定)
未記の飛来物が設計飛来物より貫通しやすいと判定された飛来物

設計飛来物候補の中で運動ｴﾈﾙｷﾞｰ及び貫通しやすさともに最大であり、設計飛来物とする。

設計飛来物候補

女川原子力発電所　想定飛来物：Ｅ３エリア（２／３）

図２　飛来物（想定飛来物及び二次飛来物）の写真記録（32/53）

泊発電所　想定飛来物
エリア⑲：防潮堤外西側（１０ｍ盤）（１／１）

図２　飛来物（想定飛来物及び二次飛来物）の写真記録（32/36）

【女川】
設計方針の相違
・発電所敷地内の屋外物品の違いによる想定飛来物の相違

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 3.3）

大飯発電所３／４号炉	女川原子力発電所２号炉	泊発電所３号炉	相違理由

【6 竜巻-別添 1-添付 3.3-19 にて比較】

No	対象物名	仕様				空力パラメータ	運動エネルギー	貫通厚さ[mm]	
		長さ[m]	幅[m]	高さ[m]	質量[kg]	$C_dA/m[m^2/kg]$	E^*[kJ]	鋼板	RC
3M43	仮置資材	4	0.05	0.05	5	0.01881	10	7.0	101
9M22	仮設足場	1.929	0.5	0.03	15.6	0.04046	41	6.7	157
3M5	ﾁｪｯｸｰﾌﾟﾚｰﾄ	0.7	0.7	0.02	23	0.01484	39	6.7	149
11M5	ﾌﾞﾚｰﾁﾝｸﾞ	1	1	0.09	97	0.00754	124	5.8	196
8M18	ﾌﾞﾚｰﾁﾝｸﾞ	0.995	0.4	0.05	27	0.01075	40	5.7	145
3M1	ﾌﾞﾚｰﾁﾝｸﾞ	0.995	0.4	0.05	27	0.01075	40	5.7	145
3M14	ﾌﾞﾚｰﾁﾝｸﾞ	0.995	0.4	0.05	27	0.01075	40	5.7	145
3M19	ﾌﾞﾚｰﾁﾝｸﾞ	0.995	0.4	0.05	27	0.01075	40	5.7	145
6M12	ﾌﾞﾚｰﾁﾝｸﾞ	0.995	0.4	0.05	27	0.01075	40	5.7	145
10M1	ﾌﾞﾚｰﾁﾝｸﾞ	0.995	0.4	0.05	27	0.01075	40	5.7	145
2M29	ﾌﾞﾚｰﾁﾝｸﾞ	1	0.365	0.03	13	0.01978	25	5.7	126
6M11	ﾌﾞﾚｰﾁﾝｸﾞ	1	0.365	0.03	13	0.01978	25	5.7	126
11M4	ﾌﾞﾚｰﾁﾝｸﾞ	1	0.365	0.03	13	0.01978	25	5.7	126
5M20	ﾌﾞﾚｰﾁﾝｸﾞ	1	0.365	0.03	13	0.01978	25	5.7	126
6M47	ﾌﾞﾚｰﾁﾝｸﾞ	1	0.365	0.03	13	0.01978	25	5.7	126
1M5	木材	2	0.2	0.2	48	0.00440	49	5.3	76
9M4	鋼製ﾎﾞｯｸｽ	2	0.5	0.5	106	0.01401	176	4.4	99
6M13	空調室外機	1.5	0.9	0.3	100	0.01300	168	4.0	94
3M5	空調室外機	1.4	0.9	0.3	97	0.01327	158	3.9	92
9M2	仮設電源	0.91	0.74	0.527	190	0.00506	206	3.9	192
2M1	空調室外機	1.3	1	0.4	119	0.01231	187	3.6	93
2M30	空調室外機	1.2	1.2	0.4	120	0.01320	194	3.4	92
4M17	ﾌﾞﾚｰﾁﾝｸﾞ	0.5	0.5	0.05	13	0.01422	22	3.4	105
4M19	ﾌﾞﾚｰﾁﾝｸﾞ	0.5	0.5	0.05	13	0.01422	22	3.4	105
10M18	ﾌﾞﾚｰﾁﾝｸﾞ	0.5	0.5	0.05	13	0.01422	22	3.4	105
6M41	容器	2	0.8	0.7	100	0.02350	208	3.3	91
6M5	ﾎﾞﾝﾌﾞﾎﾞﾝﾍﾞﾝﾍﾞﾝ	1	0.6	0.4	70	0.01169	108	3.2	151
2M30	空調室外機	0.9	0.75	0.3	60	0.01287	96	3.1	75
3M37	空調室外機	0.9	0.75	0.3	60	0.01287	96	3.1	75
6M20	空調室外機	0.9	0.75	0.3	60	0.01287	96	3.1	75
5M16	空調室外機	0.9	0.75	0.3	60	0.01287	96	3.1	75
5M2	空調室外機	0.9	0.75	0.3	60	0.01287	96	3.1	75
2M40	空調室外機	1.5	1	0.5	60	0.03025	139	2.6	76

設計飛来物追補

女川原子力発電所　想定飛来物：Ｅ３エリア（３／３）

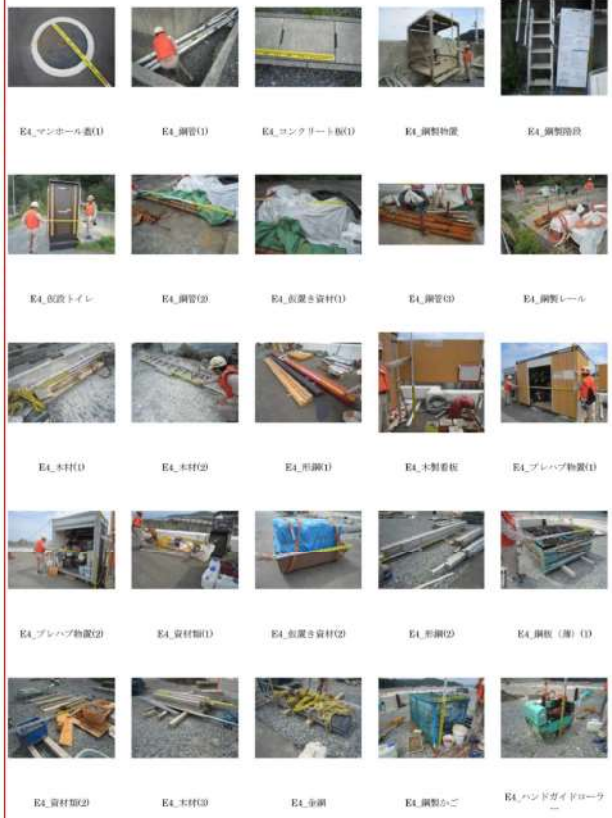
図２　飛来物（想定飛来物及び二次飛来物）の写真記録（33/53）

泊発電所　想定飛来物
エリア⑳：防潮堤外正面（１０ｍ盤）（１／１）

図２　飛来物（想定飛来物及び二次飛来物）の写真記録（33/36）

【女川】
設計方針の相違
・発電所敷地内の屋外物品の違いによる想定飛来物の相違

第６条　外部からの衝撃による損傷の防止（竜巻：別添資料１　添付資料3.3）

大飯発電所３／４号炉	女川原子力発電所２号炉	泊発電所３号炉	相違理由
【6 竜巻-別添 1-添付 3.3-20 にて比較】 設計飛来物候補 防護ネットを通過する可能性があり，鋼製材にて包含できないため，設計飛来物とする。	女川原子力発電所　想定飛来物：Ｅ４エリア（１／４）　（８０個）  図２　飛来物（想定飛来物及び二次飛来物）の写真記録（34/53）	泊発電所　想定飛来物 エリア㉔：防潮堤堀株側（１０ｍ盤）（１／１） 図２　飛来物（想定飛来物及び二次飛来物）の写真記録（34/36）	【女川】 設計方針の相違 ・発電所敷地内の屋外物品の違いによる想定飛来物の相違

大飯発電所３／４号炉

【6 竜巻-別添 1-添付 3.3-21, 22 にて比較】

図２ のフロー及び表４ の評価結果より、大飯発電所における設計飛来物については、以下の表５ のとおりとする。鋼製材については、設計飛来物候補の中で運動エネルギー、貫通しやすさともに最大であり、防護対象施設の評価において鋼製材の評価に包含できないものとして、海水ポンプの防護ネットを通過する可能性がある砂利を選定する。また、鋼製パイプについては、使用済燃料ピットに侵入した場合に燃料集合体に直接落下する可能性がある飛来物として選定する。

表５ 大飯発電所における設計飛来物選定結果

飛来物名称	仕様				空力パラメータ	速度	運動エネルギー
	長さ[m]	幅[m]	高さ[m]	質量[kg]	C_DA/m[m^2/kg]	[m/s]	[kJ]
砂利	0.04	0.04	0.04	0.18	0.0176	62	0.346
鋼製パイプ	2	0.05	0.05	8.4	0.0057	49	10
鋼製材	4.2	0.3	0.2	135	0.0089	57	220

図３ 鋼製材のイメージ

なお、表５ に示した鋼製材及び鋼製パイプの水平、鉛直速度については、竜巻風速場をＬＥＳによる乱流場とし飛来物速度を求めた竜巻影響評価ガイドの値を用いることとする。また、砂利については、竜巻影響評価ガイドに記載がないことから、竜巻風速場をランキン渦モデルとした場合の飛来物の運動方程式である補足説明資料９ の(1)式を離散化することにより水平速度を求め、鉛直速度については竜巻影響評価ガイドに基づき水平速度を2/3 とすることにより求めることとする。
また、設計飛来物の選定における貫通し易さについては、今後、新知見等の収集に努め、新たな知見の適用が認められた場合もしくは解析等により、想定飛来物の貫通限界厚さがガイド鋼製材の貫通限界厚さに包含できることを確認した場合については、その成果を適用することとする。

女川原子力発電所２号炉

女川原子力発電所　想定飛来物：Ｅ４エリア（２／４）

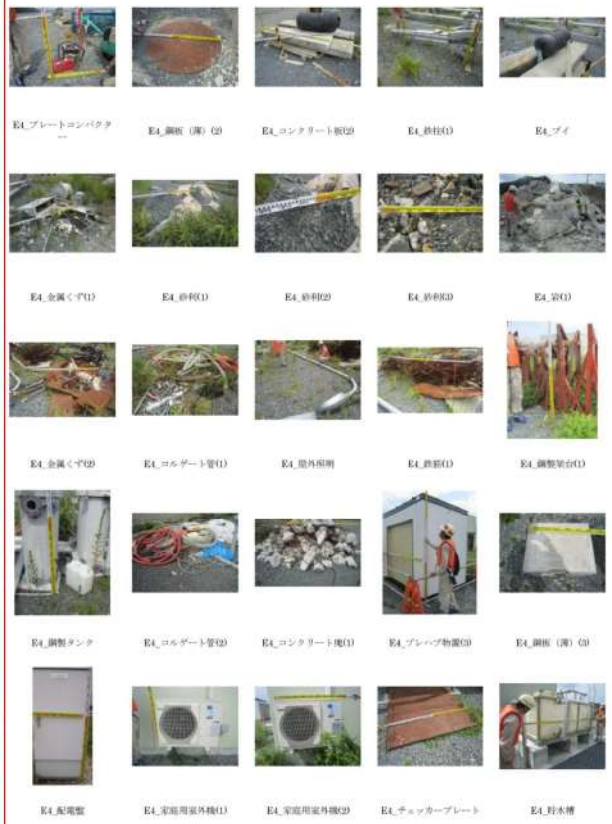


図２　飛来物（想定飛来物及び二次飛来物）の写真記録（35/53）

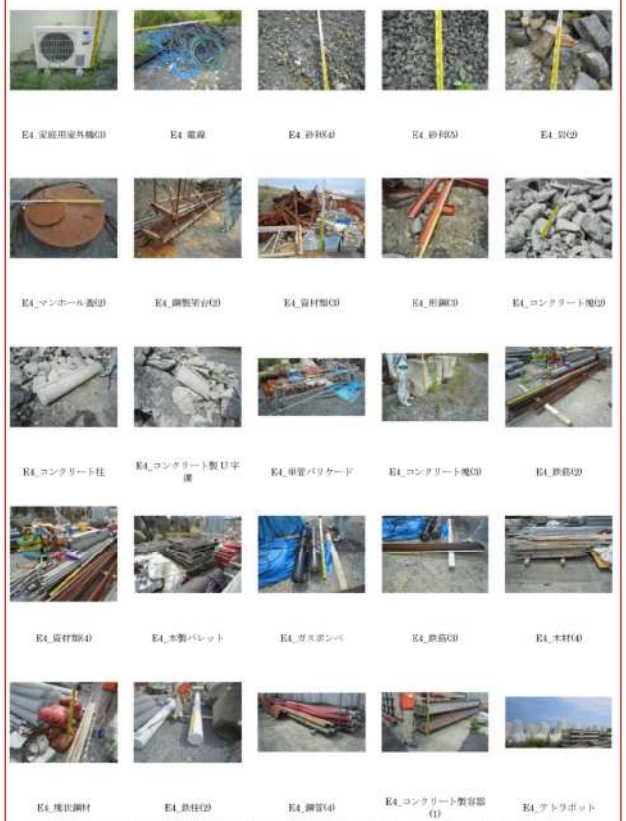
泊発電所３号炉

泊発電所　想定飛来物
エリア㉒：茶津守衛所周辺（１／１）

図２　飛来物（想定飛来物及び二次飛来物）の写真記録（35/36）

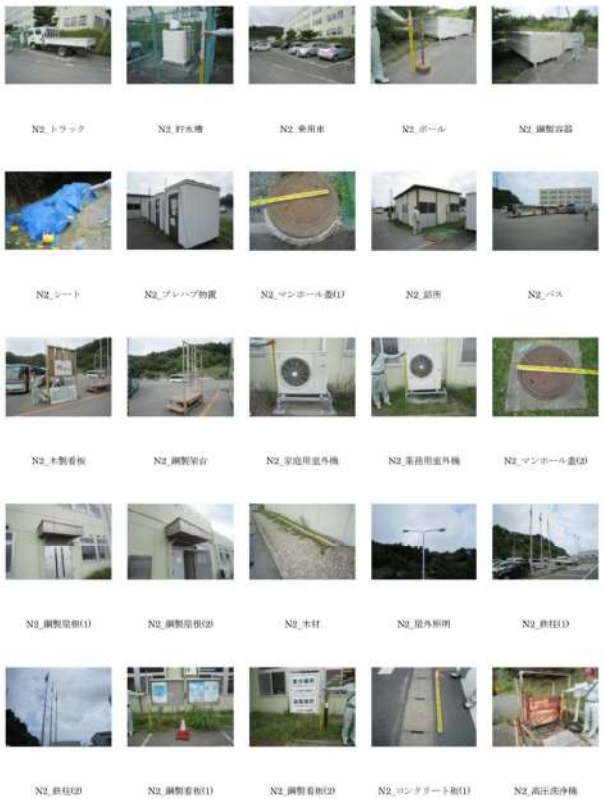
相違理由

【女川】
設計方針の相違
・発電所敷地内の屋外物品の違いによる想定飛来物の相違

大飯発電所３／４号炉	女川原子力発電所２号炉	泊発電所３号炉	相違理由
	女川原子力発電所　想定飛来物：Ｅ４エリア（３／４）  図２　飛来物（想定飛来物及び二次飛来物）の写真記録（36/53）		【女川】 設計方針の相違 ・発電所敷地内の屋外物品の違いによる想定飛来物の相違

大飯発電所３／４号炉	女川原子力発電所２号炉	泊発電所３号炉	相違理由
	女川原子力発電所　想定飛来物：Ｅ４エリア（４／４） E4_コンクリート製容器(2)　E4_鋼管(5)　E4_形鋼(4)　E4_鋼板（薄）(4)　E4_仮設足場板 図２　飛来物（想定飛来物及び二次飛来物）の写真記録（37/53）		【女川】 設計方針の相違 ・発電所敷地内の屋外物品の違いによる想定飛来物の相違

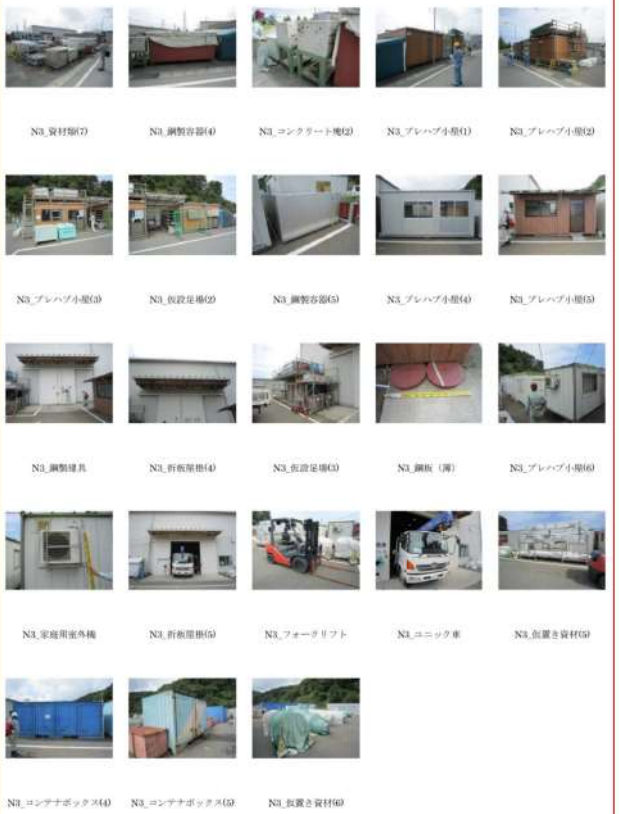
大飯発電所３／４号炉	女川原子力発電所２号炉	泊発電所３号炉	相違理由
	女川原子力発電所　想定飛来物：Ｎ１エリア　（２３個） 図２　飛来物（想定飛来物及び二次飛来物）の写真記録（38/53）		【女川】 設計方針の相違 ・発電所敷地内の屋外物品の違いによる想定飛来物の相違

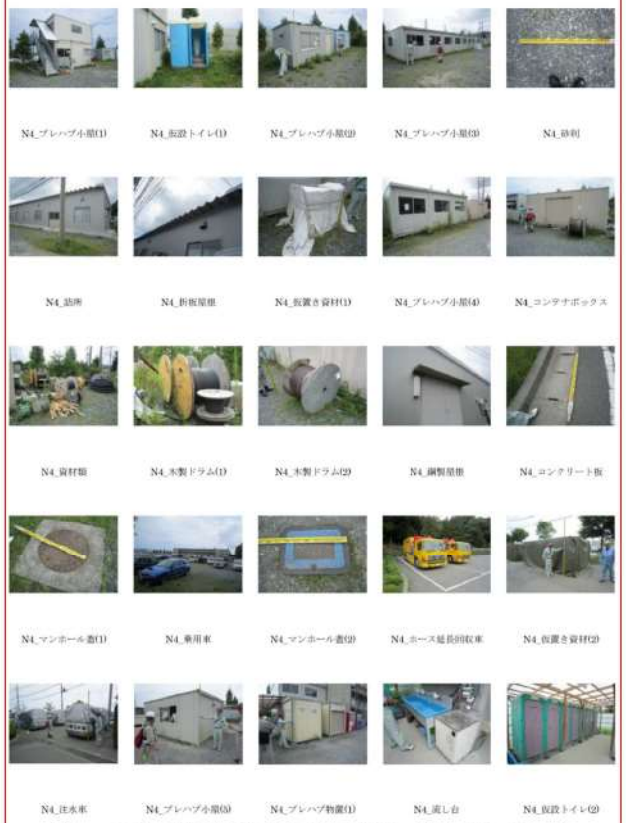
大飯発電所３／４号炉	女川原子力発電所２号炉	泊発電所３号炉	相違理由
	女川原子力発電所　想定飛来物：Ｎ２エリア（１／２）　（２９個）  N2_トラック　N2_貯水槽　N2_乗用車　N2_ポール　N2_鋼製容器 N2_シート　N2_プレハブ物置　N2_マンホール蓋(1)　N2_話所　N2_バス N2_木製看板　N2_鋼製架台　N2_室内用室外機　N2_業務用室外機　N2_マンホール蓋(2) N2_鋼製屋根(1)　N2_鋼製屋根(2)　N2_木材　N2_屋外照明　N2_鉄柱(1) N2_鉄柱(2)　N2_鋼製看板(1)　N2_鋼製看板(2)　N2_コンクリート板(1)　N2_高圧洗浄機 図２　飛来物（想定飛来物及び二次飛来物）の写真記録（39/53）		【女川】 設計方針の相違 ・発電所敷地内の屋外物品の違いによる想定飛来物の相違

大飯発電所３／４号炉	女川原子力発電所２号炉	泊発電所３号炉	相違理由
	女川原子力発電所　想定飛来物：Ｎ２エリア（２／２） N2_コンクリートB(2)　N2_ポリバケツ　N2_駐輪場　N2_鋼製フェンス 図２　飛来物（想定飛来物及び二次飛来物）の写真記録（40/53）		【女川】 設計方針の相違 ・発電所敷地内の屋外物品の違いによる想定飛来物の相違

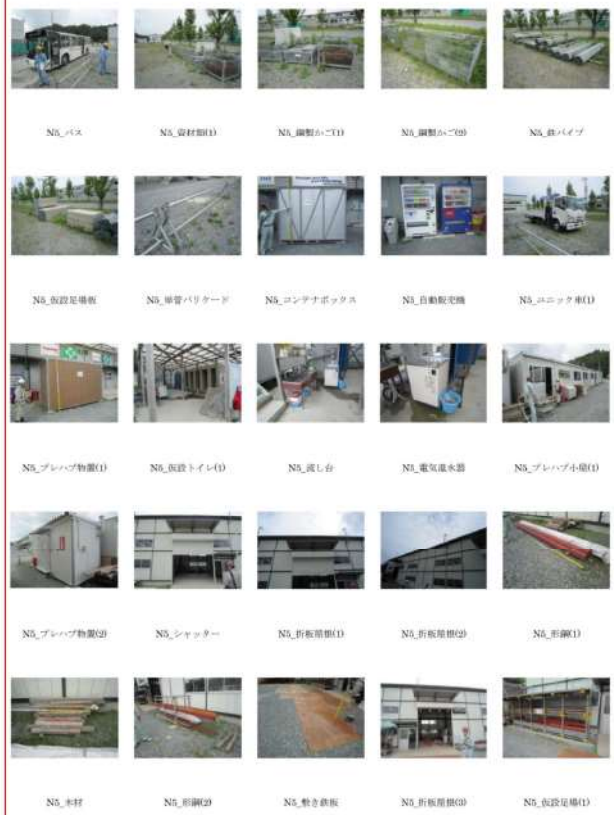
大飯発電所３／４号炉	女川原子力発電所２号炉	泊発電所３号炉	相違理由
	女川原子力発電所　想定飛来物：Ｎ３エリア（１／３）　（７３個） 図２　飛来物（想定飛来物及び二次飛来物）の写真記録（41/53）		【女川】 設計方針の相違 ・発電所敷地内の屋外物品の違いによる想定飛来物の相違

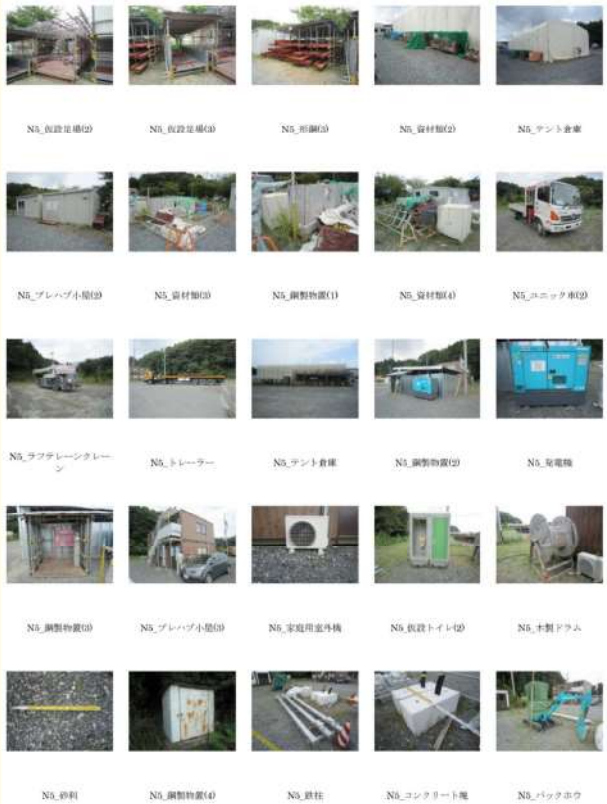
大飯発電所３／４号炉	女川原子力発電所２号炉	泊発電所３号炉	相違理由
	女川原子力発電所　想定飛来物：Ｎ３エリア（２／３） 図２　飛来物（想定飛来物及び二次飛来物）の写真記録（42/53）		【女川】 設計方針の相違 ・発電所敷地内の屋外物品の違いによる想定飛来物の相違

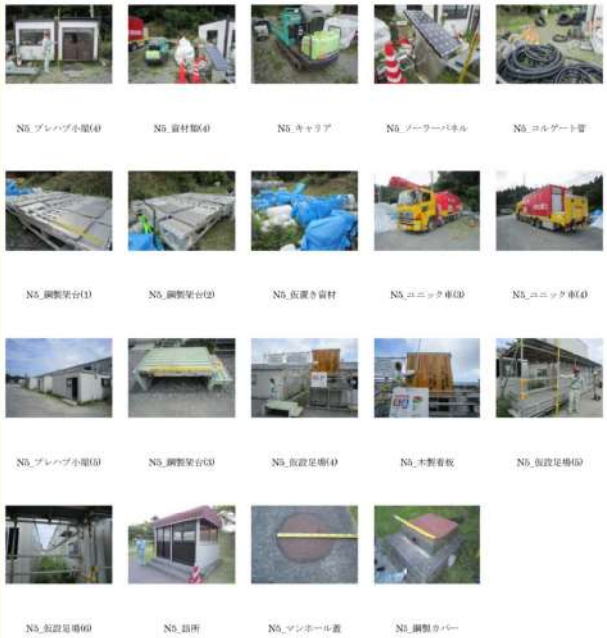
大飯発電所３／４号炉	女川原子力発電所２号炉	泊発電所３号炉	相違理由
	女川原子力発電所　想定飛来物：Ｎ３エリア（３／３）  図２　飛来物（想定飛来物及び二次飛来物）の写真記録（43/53）		【女川】 設計方針の相違 ・発電所敷地内の屋外物品の違いによる想定飛来物の相違

大飯発電所３／４号炉	女川原子力発電所２号炉	泊発電所３号炉	相違理由
	女川原子力発電所　想定飛来物：Ｎ４エリア（１／２）　（３３個）  図２　飛来物（想定飛来物及び二次飛来物）の写真記録（44/53）		【女川】 設計方針の相違 ・発電所敷地内の屋外物品の違いによる想定飛来物の相違

大飯発電所３／４号炉	女川原子力発電所２号炉	泊発電所３号炉	相違理由
	女川原子力発電所　想定飛来物：Ｎ４エリア（２／２） 図２　飛来物（想定飛来物及び二次飛来物）の写真記録（45/53）		【女川】 設計方針の相違 ・発電所敷地内の屋外物品の違いによる想定飛来物の相違

大飯発電所３／４号炉	女川原子力発電所２号炉	泊発電所３号炉	相違理由
	女川原子力発電所　想定飛来物：Ｎ５エリア（１／３）　（６９個）  図２　飛来物（想定飛来物及び二次飛来物）の写真記録（46/53）		【女川】 設計方針の相違 ・発電所敷地内の屋外物品の違いによる想定飛来物の相違

大飯発電所３／４号炉	女川原子力発電所２号炉	泊発電所３号炉	相違理由
	女川原子力発電所　想定飛来物：Ｎ５エリア（２／３）  図２　飛来物（想定飛来物及び二次飛来物）の写真記録（47/53）		【女川】 設計方針の相違 ・発電所敷地内の屋外物品の違いによる想定飛来物の相違

大飯発電所３／４号炉	女川原子力発電所２号炉	泊発電所３号炉	相違理由
	女川原子力発電所　想定飛来物：Ｎ５エリア（３／３）  N5_プレハブ小屋(4)　N5_資材類(4)　N5_キャリア　N5_ソーラーパネル　N5_コルゲート管 N5_鋼製架台(1)　N5_鋼製架台(2)　N5_仮置き資材　N5_ユニック車(3)　N5_ユニック車(4) N5_プレハブ小屋(5)　N5_鋼製架台(3)　N5_仮設足場(4)　N5_木製看板　N5_仮設足場(5) N5_仮設足場(6)　N5_詰所　N5_マンホール蓋　N5_鋼製カバー 図２　飛来物（想定飛来物及び二次飛来物）の写真記録（48/53）		【女川】 設計方針の相違 ・発電所敷地内の屋外物品の違いによる想定飛来物の相違

大飯発電所３／４号炉	女川原子力発電所２号炉	泊発電所３号炉	相違理由
	女川原子力発電所　想定飛来物：Ｎ６エリア　（１４個） 図２　飛来物（想定飛来物及び二次飛来物）の写真記録（49/53）		【女川】 設計方針の相違 ・発電所敷地内の屋外物品の違いによる想定飛来物の相違

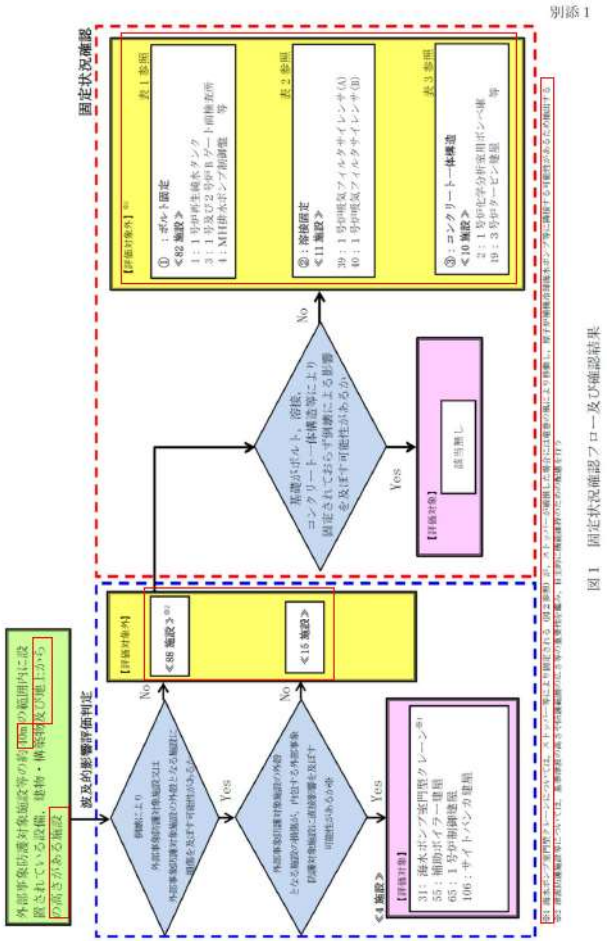
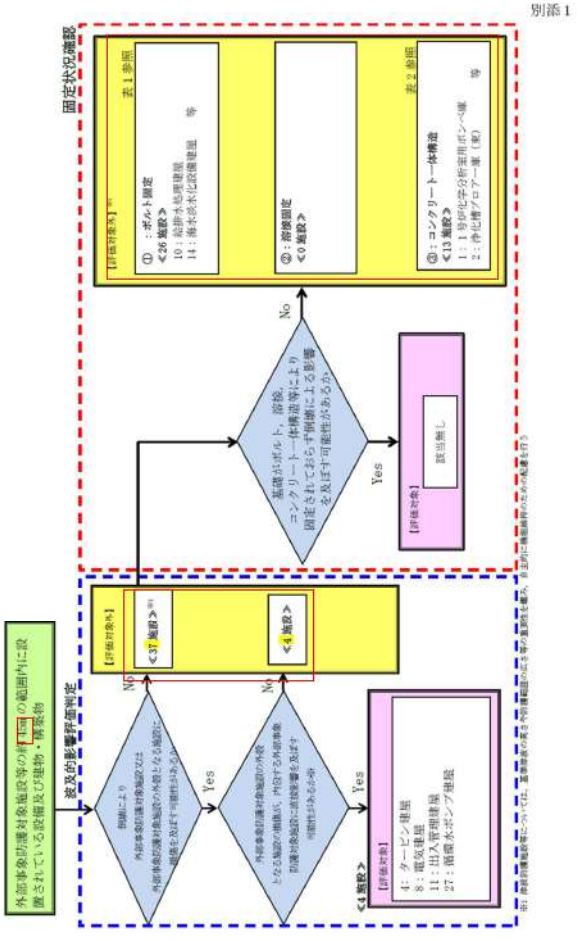
大飯発電所３／４号炉	女川原子力発電所２号炉	泊発電所３号炉	相違理由
	女川原子力発電所　想定飛来物：ＮＥ１エリア（１／３）　（５４個） 図２　飛来物（想定飛来物及び二次飛来物）の写真記録（50/53）		【女川】 設計方針の相違 ・発電所敷地内の屋外物品の違いによる想定飛来物の相違

大飯発電所３／４号炉	女川原子力発電所２号炉	泊発電所３号炉	相違理由
	女川原子力発電所　想定飛来物：ＮＥ１エリア（２／３） 図２　飛来物（想定飛来物及び二次飛来物）の写真記録（51/53）		【女川】 設計方針の相違 ・発電所敷地内の屋外物品の違いによる想定飛来物の相違

大飯発電所３／４号炉	女川原子力発電所２号炉	泊発電所３号炉	相違理由
	女川原子力発電所　想定飛来物：ＮＥ１エリア（３／３） NE1_プラスチック製パレット　NE1_仮置き資材(6)　NE1_シャッター(2)　NE1_マンホール蓋 図２　飛来物（想定飛来物及び二次飛来物）の写真記録（52/53）		【女川】 設計方針の相違 ・発電所敷地内の屋外物品の違いによる想定飛来物の相違

第６条　外部からの衝撃による損傷の防止（竜巻：別添資料１　添付資料3.3）

大飯発電所３／４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２　飛来物（想定飛来物及び二次飛来物）の写真記録（53/53）	 図２　飛来物（想定飛来物及び二次飛来物）の写真記録（36/36）	【大飯】 記載方針の相違 ・女川審査実績の反映 【女川】 設計方針の相違 ・発電所敷地内の建物・構築物の違いによる相違（女川と同様のものを抽出）

大飯発電所３／４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１　固定状況確認フロー及び確認結果		【女川】 設備の相違 ・女川では，外部事象防護対象施設等の周りの最も高い建物である事務建屋の高さを基準として調査範囲を定めており，泊も考え方は同じであるが，周りの最も高い構築物である補助ボイラー煙突（約43m）を基準としているため，調査範囲が異なっている。 ・確認フローは同じであるが，調査範囲内に設置されている常設物の相違により結果が異なっている。 ・泊では，原子炉補機冷却海水ポンプ等は，メンテナンス用クレーンを含め屋内設置であり，屋外に対象となるクレーンは無い。 ・泊では，地上から高さがある施設として，他号炉の排気筒は原子炉建屋の屋上から外部しゃへい外壁に沿わせて設置されていること，また最も近い送電鉄塔の高さは約29mであり，かつ距離が離れている（約400m）ことから，波及的影響を及ぼし得る可能性はないため記載していない。

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 3.3）

大飯発電所３／４号炉

女川原子力発電所２号炉

表１　固定状況確認による評価対象一覧表（ボルト固定）【82 施設】

No.	施設名	No.	施設名	No.	施設名
1	１号炉再生純水タンク	36	１号炉主復水器電解鉄イオン注入装置電解槽Ａ	77	起動変圧器中性点接地装置　２－１
3	１号及び２号炉Ｂゲート前検査所	37	１号炉主復水器電解鉄イオン注入装置電解槽Ｂ	78	起動変圧器中性点接地装置　２－２
4	ＭＨ排水ポンプ制御盤	38	１号炉主復水器電解鉄イオン供給装置直流電源装置盤	79	復水脱塩装置薬液貯槽現場盤
5	窒素ガス供給装置制御盤	43	１号炉排気サイレンサ（Ａ）	80	苛性ソーダ貯槽
6	窒素貯槽	44	１号炉排気サイレンサ（Ｂ）	81	硫酸計量槽
7	常時補給用液体窒素蒸発器（送ガス）	45	１号炉中央制御室用凝縮機（Ａ）	82	硫酸貯槽
8	常時補給用液体窒素蒸発器（加圧用）	46	１号炉中央制御室用凝縮機（Ｂ）	83	１号炉鉄イオン供給装置現場盤
9	パージ用液体窒素蒸発器	47	１号炉ＣＶＣＦ設置エリア用屋外機（Ａ－１）	84	１号炉主復水器連続洗浄装置電気防食装置直流電源盤
10	計器収納箱（Ａ）	48	１号炉ＣＶＣＦ設置エリア用屋外機（Ａ－２）	85	１号炉主復水器電解鉄イオン供給装置制御盤
11	計器収納箱（Ｂ）	49	１号炉ＣＶＣＦ設置エリア用屋外機（Ｂ－１）	86	１号炉主復水器連続洗浄装置制御盤
12	空冷チラーユニット	50	１号炉ＣＶＣＦ設置エリア用屋外機（Ｂ－２）	87	１号炉№８揚水井戸制御盤
13	固化系固化系固化剤タンク	51	１号炉給湯系統高置水槽	93	３号炉起動変圧器３Ａ冷却制御盤
14	固化系固化系固化剤ポンプ(A)	52	１号炉給水系統高置水槽	94	３号炉起動変圧器３Ａ中性点接地装置（２次側）
15	固化系固化系固化剤ポンプ(B)	53	補助ボイラーサイレンサー	95	３号炉起動変圧器３Ａ中性点接地装置（３次側）
16	ＳＯＬ固化剤タンク水位計架台	56	原子炉建屋避雷針	97	３号炉起動変圧器３Ｂ冷却制御盤
17	屋外作業用分電盤	57	タービン建屋避雷針	98	３号炉起動変圧器３Ｂ中性点接地装置（２次側）
18	PLR-VVP 入力変圧器	58	制御建屋避雷針	99	３号炉起動変圧器３Ｂ中性点接地装置（３次側）
20	３号炉硫酸貯槽	59	空冷チリングユニット	100	３号炉ＧＩＳ２号送電線ユニット制御盤
21	３号炉苛性ソーダ貯槽	60	主復水器連続洗浄装置制御盤	101	３号炉ＧＩＳ主変圧器ユニット制御盤
24	泡消火設備現場盤	64	励磁電源変圧器	102	３号炉ＧＩＳ起動変圧器３Ｂユニット制御盤
25	揚水ポンプ操作盤（№8）	67	主変圧器制御盤	103	３号炉開閉所電源盤
26	揚水ポンプ操作盤（№9）	68	屋外変圧器消火制御盤	104	３号炉ＣＶケーブル洞道出入口
27	揚水ポンプ操作盤（№11）	69	所内変圧器２Ａ冷却器制御盤	105	３号炉ＣＶケーブル洞道冷却制御盤
28	№９揚水ポンプ遠方操作盤	70	所内変圧器２Ｂ冷却器制御盤	107	１号炉排気筒
29	屋外作業用電源盤	71	所内変圧器２Ａ中性点接地装置	108	松島幹線Ｎｏ．１送電鉄塔
30	泡薬剤タンク	72	所内変圧器２Ｂ中性点接地装置	109	杜塚幹線Ｎｏ．１送電鉄塔
32	補助ボイラー変圧器クーラ制御盤（Ａ）	74	屋外作業用分電盤	-	-
33	補助ボイラー変圧器クーラ制御盤（Ｂ）	76	起動変圧器制御盤	-	-

表２　固定状況確認による評価対象一覧表（溶接固定）【11 施設】

No.	施設名	No.	施設名	No.	施設名
34	補助ボイラー用変圧器（Ａ）	41	１号炉吸気フィルタサイレンサ（Ｃ）	75	起動変圧器
35	補助ボイラー用変圧器（Ｂ）	42	１号炉吸気フィルタサイレンサ（Ｄ）	92	３号炉起動変圧器Ａ
39	１号炉吸気フィルタサイレンサ（Ａ）	66	主変圧器	96	３号炉起動変圧器Ｂ
40	１号炉吸気フィルタサイレンサ（Ｂ）	73	所内変圧器	-	-

表３　固定状況確認による評価対象一覧表（コンクリート一体構造）【10 施設】

No.	施設名	No.	施設名	No.	施設名
2	１号炉化学分析室用ボンベ庫	54	渡り廊下	90	スタック放射線モニタ建屋
19	３号炉タービン建屋	63	放水路サンプリング建屋	91	３号炉スタック放射線モニタ建屋
22	３号炉ガスボンベ庫	88	１号炉ガスボンベ庫	-	-
23	除塵装置電源室	89	事務本館	-	-

泊発電所３号炉

表１　固定状況確認による評価対象一覧表（ボルト固定）【26 施設】

No.	施設名	No.	施設名	No.	施設名
3	電気防食装置	23	油計量タンク（避雷針含む）	35	制制御盤（ＰＰＡ２５６）
10	給排水処理建屋	24	制制御盤（ＰＰＡ２１７）	36	制制御盤（ＰＰＡ２５３）
14	海水淡水化設備建屋	25	連絡装置収納盤（ＳＴ２２２）	37	中継盤（ＰＰＪ２０１）
17	電気防食装置	26	小屋	39	Ｈダクト排気塔（タービン建屋南）
18	３号機発電機ガスボンベ貯蔵庫	30	３－スクリーン室機形クレーン電源盤	42	電気盤
19	電気防食装置	31	代替給電用接続盤３(1)(2)	43	タービン建屋避雷針
20	３号機補助ボイラー燃料タンク	32	代替給電用接続盤３(3)(4)	44	循環水ポンプ建屋避雷針
21	補助ボイラー煙突	33	３－代替非常用発電機保守分電盤(1)	45	原子炉建屋避雷針
22	補助ボイラー建屋	34	３号機移動用発電機車用保守分電盤		

表２　固定状況確認による評価対象一覧表（コンクリート一体構造）【13 施設】

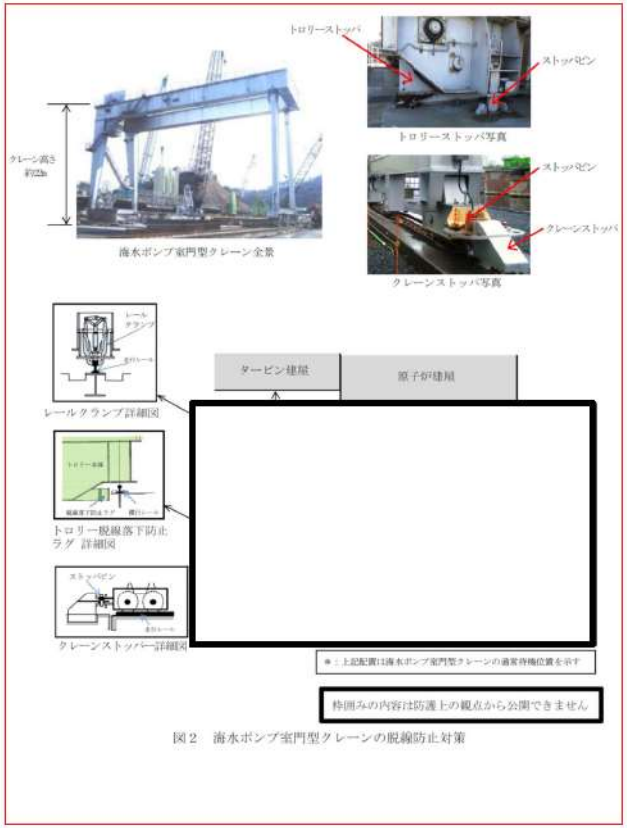
No.	施設名	No.	施設名	No.	施設名
1	Ａダクト給気塔	9	Ｆダクト給気塔	38	Ｈダクト給気塔（タービン建屋南）
2	浄化槽ブロアー室（東）	12	洞道冷却ファン建屋	40	Ｆダクト排気塔（出入管理建屋南）
5	Ｄダクト排気塔	13	Ｅダクト給気塔	41	Ｈ３号出入管理建屋
6	Ａダクト排気塔	15	Ｇダクト排気塔		
7	ＣＶケーブルダクト排気塔	16	Ｇダクト給気塔		

相違理由

【女川】
設備の相違
・確認フローは同じであるが，調査範囲内に設置されている常設物の相違により結果が異なっている。

【女川】
設備の相違
・固定状況の確認において，溶接固定の評価対象はなかった。

【女川】
設備の相違
・確認フローは同じであるが，調査範囲内に設置されている常設物の相違により結果が異なっている。

大飯発電所３／４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２　海水ポンプ室門型クレーンの脱線防止対策		【女川】 設備の相違 ・泊では，原子炉補機冷却海水ポンプ等は，メンテナンス用クレーンを含め屋内設置であり，屋外に対象となるクレーンは無い。

大飯発電所３／４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 分解され小型軽量となる物品及び倒壊するが飛来物とならない物品について 設計飛来物の抽出フローにおいて、「分解し小型軽量となる物品」は設計飛来物に包含されるため、「倒壊するが、飛来物とならない物品」は飛来無しのため設計飛来物として選定しないとしている。 これは、過去の主な竜巻の被害概要を調査結果から、分解され小型軽量となる物品及び倒壊するが飛来物とならない物品について検討を行った結果より判断した。 以下に平成２年以降の主な竜巻による被害概要を調査した文献から検討を行った結果を示す。「分解され小型軽量となる物品」、「倒壊するが飛来物とならない物品」は大飯発電所における調査結果を念頭に被害状況を示す。 （１）　分解され小型軽量となる物品（屋外屋根、シャッター、ガラス窓） 竜巻の被害概要調査結果において分解され小型軽量となる物品で、大飯発電所に設置の類似品として屋外屋根、シャッター、ガラス窓が確認できた。屋外屋根、シャッター、ガラス窓の被害状況は以下のとおり。 ａ．屋外屋根の被害状況 別図１～５に屋外屋根の被害状況を示す。これらより、屋外屋根については、F0～F3 の被害状況において形を保ったままではなく、分解された状態で飛来していることが分かる。また、厚みが薄く、受風面積が大きいため風の影響を受けやすいことから形状が変形しており（柔飛来物）、衝突の際に与える衝撃荷重ついては、設計飛来物である鋼製材（剛飛来物）の評価で包含できると考える。	別紙２ 分解し小型軽量となる物品及び倒壊するが飛来物とはならない物品等について 設計飛来物の抽出において，「分解し小型軽量となる物品」は設計飛来物のうち鋼製材に包絡されること，また「倒壊するが飛来物とはならない物品」は飛散しないことから，設計飛来物として選定しないこととしている。 これは，過去の主な竜巻の被害概要の調査結果等から，このような物品の状況について検討を行った結果より判断している。 以下に平成２年以降の主な竜巻による被害概要を調査した文献から検討を行った結果を示す。「分解し小型軽量となる物品」，「倒壊するが飛来物とはならない物品」は女川原子力発電所におけるウォークダウン結果を念頭に状況を示す。 １．分解し小型軽量となる物品（確認対象：屋外屋根，シャッター，ガラス窓，仮設足場） 女川原子力発電所におけるウォークダウンの結果，過去の竜巻の被害概要調査結果において，分解し小型軽量となり得た物品に類似するものとして，屋外屋根，シャッター，ガラス窓，仮設足場を確認した。過去の実績における屋外屋根，シャッター，ガラス窓，仮設足場の被害状況は以下のとおり。 (1) 屋外屋根の被害状況 図１～５に屋外屋根の被害状況を示す。これらより，屋外屋根については，F0～F3 の被害状況において形を保ったままではなく，分解された状態で飛来していることが分かる。また，厚みが薄く，受風面積が大きいため風の影響を受けやすいことから形状が変形（柔飛来物）しており，剛飛来物に比べ，貫通等の影響が小さくなると考えられる。	別紙２ 分解し小型軽量となる物品及び倒壊するが飛来物とはならない物品等について 設計飛来物の抽出において，「分解し小型軽量となる物品」は設計飛来物のうち鋼製材に包絡されること，また「倒壊するが飛来物とはならない物品」は飛散しないことから，設計飛来物として選定しないこととしている。 これは，過去の主な竜巻の被害概要の調査結果等から，このような物品の状況について検討を行った結果より判断している。 以下に平成２年以降の主な竜巻による被害概要を調査した文献から検討を行った結果を示す。「分解し小型軽量となる物品」，「倒壊するが飛来物とはならない物品」は泊発電所におけるウォークダウン結果を念頭に状況を示す。 １．分解し小型軽量となる物品（確認対象：屋外屋根，シャッター，ガラス窓，仮設足場） 泊発電所におけるウォークダウンの結果，過去の竜巻の被害概要調査結果において，分解し小型軽量となり得た物品に類似するものとして，屋外屋根，シャッター，ガラス窓，仮設足場を確認した。過去の実績における屋外屋根，シャッター，ガラス窓，仮設足場の被害状況は以下のとおり。 (1) 屋外屋根の被害状況 図１～５に屋外屋根の被害状況を示す。これらより，屋外屋根については，F0～F3 の被害状況において形を保ったままではなく，分解された状態で飛来していることが分かる。また，厚みが薄く，受風面積が大きいため風の影響を受けやすいことから形状が変形（柔飛来物）しており，剛飛来物に比べ，貫通等の影響が小さくなると考えられる。	【大飯，女川】 記載表現の相違 【大飯】 記載方針の相違 ・女川審査実績の反映

第６条　外部からの衝撃による損傷の防止（竜巻：別添資料１　添付資料 3.3）

大飯発電所３／４号炉	女川原子力発電所２号炉	泊発電所３号炉	相違理由
 牛舎の屋根は東方向，柱・トタン板は西方向に飛散している 別図１ 平成 16 年６月 27 日佐賀県にて発生した F2 竜巻による屋外屋根の被害状況[※1]	 牛舎の屋根東方向，柱・トタン板は西方向に飛散している 図１ 平成 16 年６月 27 日 佐賀県で発生した F2 竜巻による野外屋根の被害状況[1]	 牛舎の屋根東方向，柱・トタン板は西方向に飛散している 図１ 平成 16 年６月 27 日 佐賀県で発生した F2 竜巻による野外屋根の被害状況[1]	【大飯】 記載表現の相違
 写真 13　屋外トイレ屋根の損傷 写真 14　カーポート屋根の飛散及び骨組の損傷 写真 15　カーポート屋根の破損 別図２ 平成 18 年９月 17 日宮崎県延岡市で発生した F2 竜巻による屋外屋根の被害状況[※4]	 カーポート屋根の飛散及び骨組の損傷 カーポート屋根の破損 屋外トイレ屋根の損傷 図２ 平成 18 年９月 17 日 宮崎県延岡市で発生した F2 竜巻による屋外屋根の被害状況[2]	 カーポート屋根の飛散及び骨組の損傷 カーポート屋根の破損 屋外トイレ屋根の損傷 図２ 平成 18 年９月 17 日 宮崎県延岡市で発生した F2 竜巻による屋外屋根の被害状況[2]	
 写真 22　折板の損傷 写真 36　カーポートの被害 別図３ 平成 21 年 10 月８日茨城県土浦市で発生した F1 竜巻による屋外屋根の被害状況[※5]	 折板の損傷 カーポートの被害 図３ 平成 21 年 10 月８日 茨城県土浦市で発生した F1 竜巻による屋外屋根の被害状況[3]	 折板の損傷 カーポートの被害 図３ 平成 21 年 10 月８日 茨城県土浦市で発生した F1 竜巻による屋外屋根の被害状況[3]	

大飯発電所３／４号炉	女川原子力発電所２号炉	泊発電所３号炉	相違理由
 写真 17　周囲の田に散乱した屋根ふき材 別図４ 平成 24 年２月１日島根県出雲市にて発生した F0 竜巻による屋外屋根の被害状況[80]	 周囲の田に散乱した屋根ふき材 図４ 平成 24 年２月１日 島根県出雲市で発生した F0 竜巻による屋外屋根の被害状況[4]	 周囲の田に散乱した屋根ふき材 図４ 平成 24 年２月１日 島根県出雲市で発生した F0 竜巻による屋外屋根の被害状況[4]	【大飯】 記載表現の相違

大飯発電所３／４号炉	女川原子力発電所２号炉	泊発電所３号炉	相違理由
   写真 3.4-5　電線等に引っ掛かった飛来物（鋼板製屋根材） 写真 3.4-6　飛来物（鋼板製屋根材）の衝突 写真 3.4-8　飛散した折板屋根の状況 写真 3.5-1　ガソリンスタンドの折板屋根の損傷 写真 3.5-2　駐機場の折板屋根の著しい変形 別図５　平成 24 年５月６日茨城県つくば市で発生した F3 竜巻による屋外屋根の被害状況[※7] ｂ．シャッター 別図６～１０にはシャッターの被害状況を示す。これらよりシャッターについては、F1(F2)、F3、EF5 の竜巻において形状は変形しているが、固定部が外れていないことが確認できる。 なお、外れて飛来物となったとしても衝突の際に与える衝撃荷重については、上記の屋外屋根と同様に設計飛来物である鋼製材の評価で包含できると考える。	 飛散した鋼板製屋根材　飛散した折板屋根の状況 電線等に引っ掛かった飛来物（鋼板製屋根材） 図５　平成 24 年５月６日 茨城県つくば市で発生した F3 竜巻による屋外屋根の被害状況[(5)] (2) シャッターの被害状況 図６～１０にシャッターの被害状況を示す。これらより，シャッターについては，F1～F3，EF5※1 の竜巻において形状は変形しているが，固定部が外れていないことが確認できる。 ※1 改良藤田スケール（Enhanced Fujita scale）。EF5 は風速 90m/s 以上。	 飛散した鋼板製屋根材　飛散した折板屋根の状況 電線等に引っ掛かった飛来物（鋼板製屋根材） 図５　平成 24 年５月６日 茨城県つくば市で発生した F3 竜巻による屋外屋根の被害状況[(5)] (2) シャッターの被害状況 図６～１０にシャッターの被害状況を示す。これらより，シャッターについては，F1～F3，EF5※1 の竜巻において形状は変形しているが，固定部が外れていないことが確認できる。 ※1 改良藤田スケール（Enhanced Fujita scale）。EF5 は風速 90m/s 以上。	【大飯】 記載表現の相違 【大飯】 記載方針の相違 ・女川審査実績の反映

大飯発電所３／４号炉	女川原子力発電所２号炉	泊発電所３号炉	相違理由
 写真 33 別図 6　平成 20 年 5 月 25 日米国アイオワ州にて発生した EF5 竜巻によるｼｬｯﾀｰ被害状況[参4] 写真 10　シャッターの破損 別図 7　平成 21 年 10 月 8 日茨城県土浦市にて発生した F1 竜巻によるｼｬｯﾀｰの被害状況[参5] 写真 22　シャッターの外れ 別図 8　平成 21 年 7 月 27 日群馬県館林市で発生した F1(F2)竜巻によるｼｬｯﾀｰの被害状況[参9]	 シャッターの被害 図 6　平成 20 年 5 月 25 日 米国アイオワ州で発生した EF5 竜巻によるシャッター被害状況[10] シャッターの破損 図 7　平成 21 年 10 月 8 日 茨城県土浦市で発生した F1 竜巻によるシャッターの被害状況[3] シャッターの外れ 図 8　平成 21 年 7 月 27 日 群馬県館林市で発生した F1(F2)竜巻によるシャッターの被害状況[7]	 シャッターの被害 図 6　平成 20 年 5 月 25 日 米国アイオワ州で発生した EF5 竜巻によるシャッター被害状況[10] シャッターの破損 図 7　平成 21 年 10 月 8 日 茨城県土浦市で発生した F1 竜巻によるシャッターの被害状況[3] シャッターの外れ 図 8　平成 21 年 7 月 27 日 群馬県館林市で発生した F1(F2)竜巻によるシャッターの被害状況[7]	【大飯】 記載表現の相違

大飯発電所３／４号炉	女川原子力発電所２号炉	泊発電所３号炉	相違理由
 写真 3.4-37　消防団施設のシャッターの被害状況 別図９ 平成 24 年５月６日茨城県つくば市にて発生した F3 竜巻によるｼｬｯﾀｰの被害状況※7 写真 5.1.7　シャッターの被害 別図 10 平成 25 年９月２日埼玉県発生した F2 竜巻によるｼｬｯﾀｰの被害状況※10	 消防団施設のシャッターの被害状況 図９ 平成 24 年５月６日 茨城県つくば市で発生した F3 竜巻によるシャッターの被害状況[3] シャッターの被害 図１０ 平成 25 年９月２日 埼玉県で発生した F2 竜巻によるシャッターの被害状況[8]	 消防団施設のシャッターの被害状況 図９ 平成 24 年５月６日 茨城県つくば市で発生した F3 竜巻によるシャッターの被害状況[5] シャッターの被害 図１０ 平成 25 年９月２日 埼玉県で発生した F2 竜巻によるシャッターの被害状況[8]	【大飯，女川】 記載表現の相違
ｃ．ガラス窓 別図１１～１６ にはガラス窓の被害状況を示す。これらよりｶﾞﾗｽ窓については、F0～F3、EF5 の竜巻において損壊し、分解されていることが確認できる。分解された状態では、小型軽量となっており、設計飛来物である鋼製材もしくは砂利包含されると考えられる。 写真 8　エントランスの窓ガラスの破損 写真 25 破損した窓ガラス片の屋内壁面への突き刺さり（山下町） 別図 11 平成 18 年９月 17 日宮崎県延岡市で発生した F2 竜巻によるｶﾞﾗｽ窓の被害状況※4	(3) ガラス窓の被害状況 図１１～１６にガラス窓の被害状況を示す。これらより，ガラス窓については，F0～F3，EF5 の竜巻において損壊し，分解されていることが確認できる。分解された状態では，小型軽量となっており，設計飛来物である鋼製材もしくは砂利に包含されると考えられる。 エントランスの窓ガラスの破損 破損した窓ガラス片の屋内 （壁面への突き刺さり） 図１１ 平成 18 年９月 17 日 宮崎県延岡市で発生した F2 竜巻によるガラス窓の被害状況[2]	(3) ガラス窓の被害状況 図１１～１６にガラス窓の被害状況を示す。これらより，ガラス窓については，F0～F3，EF5 の竜巻において損壊し，分解されていることが確認できる。分解された状態では，小型軽量となっており，設計飛来物である鋼製材，鋼製パイプ又は砂利に包含されると考えられる。 エントランスの窓ガラスの破損 破損した窓ガラス片の屋内 （壁面への突き刺さり） 図１１ 平成 18 年９月 17 日 宮崎県延岡市で発生した F2 竜巻によるガラス窓の被害状況[2]	【女川】 設計方針の相違 ・設計飛来物の相違 ・泊では，使用済燃料ピット等に侵入した場合に燃料集合体に直接落下する可能性がある鋼製パイプを設計飛来物としている。

大飯発電所３／４号炉	女川原子力発電所２号炉	泊発電所３号炉	相違理由
 写真 44　バスの窓ガラス破損 別図 12　平成 20 年 5 月 25 日米国ｱｲｵﾜ州で発生した EF5 竜巻によるｶﾞﾗｽ窓の被害状況[※3] 写真 19　窓ガラスの損壊 写真 27　窓ガラスの飛来物衝突痕 別図 13 平成 21 年 7 月 27 日群馬県館林市で発生した F1(F2)竜巻でのｶﾞﾗｽ窓の被害状況[※4] 写真 8　倉庫の窓ガラスと屋根の被害状況 写真 16　窓ガラスの破損 写真 30　出隅部の窓ガラスの被害 別図 14 平成 21 年 10 月 8 日茨城県土浦市にて発生した F1 竜巻によるｶﾞﾗｽ窓の被害状況[※5]	 バスの窓ガラス破損 図１２　平成20年5月25日 米国アイオワ州で発生したEF5 竜巻によるガラス窓の被害状況[6] 窓ガラスの損壊 窓ガラスの飛来物衝突痕 図１３　平成21年7月27日 群馬県館林市で発生したF1(F2)竜巻によるガラス窓の被害状況[7] エントランスのガラス破損 倉庫の窓ガラスと屋根の被害状況 窓ガラスの破損 図１４　平成21年10月8日 茨城県土浦市で発生したF1 竜巻によるガラス窓の被害状況[3]	 バスの窓ガラス破損 図１２　平成20年5月25日 米国アイオワ州で発生したEF5 竜巻によるガラス窓の被害状況[6] 窓ガラスの損壊 窓ガラスの飛来物衝突痕 図１３　平成21年7月27日 群馬県館林市で発生したF1(F2)竜巻によるガラス窓の被害状況[7] エントランスのガラス破損 倉庫の窓ガラスと屋根の被害状況 窓ガラスの破損 図１４　平成21年10月8日 茨城県土浦市で発生したF1 竜巻によるガラス窓の被害状況[3]	【大飯】 記載表現の相違

大飯発電所３／４号炉	女川原子力発電所２号炉	泊発電所３号炉	相違理由
 写真 3　体育館窓ガラスの破損 写真 4　本館 4 階の廊下と教室内のガラス破片の散乱状況 別図 15　平成 24 年 2 月 1 日島根県出雲市にて発生した F0 竜巻によるｶﾞﾗｽ窓の被害状況[※6] 写真 3.4-21　店舗の窓ガラスの被害状況 写真 3.4-22　店舗の窓ガラスの被害状況 写真 3.4-35　ガラスへの飛来物の衝突痕 写真 3.4-36　ガラスへの飛来物の衝突痕 別図 16　平成 24 年 5 月 6 日茨城県つくば市で発生した F3 竜巻によるｶﾞﾗｽ窓の被害状況[※7]	 体育館窓ガラスの破損 (1) 教室　(2) 廊下　(3) 屋外に面した窓ガラス 本館 4 階の廊下と教室内のガラス破片の散乱状況 図１５　平成 24 年２月１日　島根県出雲市で発生した F0 竜巻によるガラス窓の被害状況[4] 店舗の窓ガラスの被害状況 ガラスへの飛来物の衝突痕 図１６　平成 24 年５月６日　茨城県つくば市で発生した F3 竜巻によるガラス窓の被害状況[5]	 体育館窓ガラスの破損 (1) 教室　(2) 廊下　(3) 屋外に面した窓ガラス 本館 4 階の廊下と教室内のガラス破片の散乱状況 図１５　平成 24 年２月１日　島根県出雲市で発生した F0 竜巻によるガラス窓の被害状況[4] 店舗の窓ガラスの被害状況 ガラスへの飛来物の衝突痕 図１６　平成 24 年５月６日　茨城県つくば市で発生した F3 竜巻によるガラス窓の被害状況[5]	【大飯】 記載表現の相違

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

大飯発電所３／４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) 仮設足場の被害状況 図１７に仮設足場の被害状況を示す。これらより，仮設足場については，F2 の竜巻において倒壊していることが確認できる。各足場パイプはクランプで固定されているため，足場パイプは容易に分解せず，仮設足場はほぼ組まれた状態で倒壊している。 仮設足場の倒壊 図１７ 平成 18 年 9 月 17 日 宮崎県延岡市で発生した F2 竜巻による仮設足場の被害状況[9]	(4) 仮設足場の被害状況 図１７に仮設足場の被害状況を示す。これらより，仮設足場については，F2 の竜巻において倒壊していることが確認できる。各足場パイプはクランプで固定されているため，足場パイプは容易に分解せず，仮設足場はほぼ組まれた状態で倒壊している。 仮設足場の倒壊 図１７ 平成 18 年 9 月 17 日 宮崎県延岡市で発生した F2 竜巻による仮設足場の被害状況[9]	【大飯】 記載方針の相違 ・女川審査実績の反映 ・大飯では，仮設足場の被害状況は考慮していない。
（２）大飯発電所の屋外屋根、シャッター、ガラス窓の状況 大飯発電所における屋外屋根の状況を別図 17、シャッターの状況を別図 18、ガラス窓の状況を別図 19 に示す。大飯発電所におけるこれらの物品の構造については、上記の被害にあった物品の構造と大きく変わらないことから、竜巻通過時には、同様の被害状況になると考えられる。 【比較のため 6 竜巻-別添 1-添付 3.3-94,95 の一部記載を再掲】 なお、これらの物品が仮に分解し、飛来物となったとしても別表 1 のとおり、設計飛来物である鋼製材の運動エネルギー、貫通し易さに包含される。 以上より、大飯発電所における屋外屋根やシャッター、ガラス窓は、竜巻により分解し、小型軽量となることから、設計飛来物（鋼製材）に包含できると判断した。また、上記の被害状況からこれらの物品については、飛来物により損壊し、2 次飛来物となる可能性があるが、分解状況から設計飛来物に包含されると考えられる。更に、屋外屋根を支持する柱、梁が損壊して 2 次飛来物となった場合においてもこれらの柱、梁についても設計飛来物である鋼製材に包含される。 別表１ 設計飛来物と屋外屋根、ｼｬｯﾀｰ、ｶﾞﾗｽ窓の比較 （下表）	２．女川原子力発電所の屋外屋根，シャッター，ガラス窓，仮設足場の状況 女川原子力発電所における屋外屋根の状況を図１８，シャッターの状況を図１９，ガラス窓の状況を図２０，仮設足場の状況を図２１に示す。女川原子力発電所におけるこれらの物品の構造については，上記１．の被害にあった物品の構造と大きく変わらないことから，竜巻通過時には，同様の被害状況になると考えられる。 そのため，上記１．の被害状況からこれらの物品については，飛散をしていないシャッターを除き，二次飛来物となる可能性があるが，ガラス窓は設計飛来物である鋼製材及び砂利に包含される。仮設足場はほぼ組まれた状態で倒壊していることを踏まえ，仮設足場の各部材が容易に飛散しないよう，足場材の緊結等の適切な飛散防止対策を行う運用とする。屋外屋根については，現場調査の結果等において，容易に飛散する状況でないことを確認している。屋外屋根は飛散したとしても変形し柔飛来物となるため，貫通等の影響は小さいと考えられる。	２．泊発電所の屋外屋根，シャッター，ガラス窓，仮設足場の状況 泊発電所における屋外屋根の状況を図１８，シャッターの状況を図１９，ガラス窓の状況を図２０，仮設足場の状況を図２１に示す。泊発電所におけるこれらの物品の構造については，上記１．の被害にあった物品の構造と大きく変わらないことから，竜巻通過時には，同様の被害状況になると考えられる。 そのため，上記１．の被害状況からこれらの物品については，飛散をしていないシャッターを除き，二次飛来物となる可能性があるが，ガラス窓は設計飛来物である鋼製材，鋼製パイプ又は砂利に包含される。仮設足場はほぼ組まれた状態で倒壊していることを踏まえ，仮設足場の各部材が容易に飛散しないよう，足場材の緊結等の適切な飛散防止対策を行う運用とする。屋外屋根については，現場調査の結果等において，容易に飛散する状況でないことを確認している。屋外屋根は飛散したとしても変形し柔飛来物となるため，貫通等の影響は小さいと考えられる。	【大飯，女川】 記載表現の相違 【大飯】 記載方針の相違 ・女川審査実績の反映 ・大飯では，仮設足場の被害状況は考慮していない。 【女川】 設計方針の相違 ・設計飛来物の相違 ・泊では，使用済燃料ピット等に侵入した場合に燃料集合体に直接落下する可能性がある鋼製パイプを設計飛来物としている。

別表１ 設計飛来物と屋外屋根、ｼｬｯﾀｰ、ｶﾞﾗｽ窓の比較

対象物名	仕様				空力ﾊﾟﾗﾒｰﾀ CdA/m[m²/kg]	速度 [m/s]	運動ｴﾈﾙｷﾞｰ [kJ]	Fc30 に係る必要壁厚 [cm]
	長さ[m]	幅[m]	高さ[m]	質量[kg]				
鋼製材	4.2	0.3	0.2	135	0.0089	57	220	27.2
屋外屋根、ｼｬｯﾀｰ※11	3	1.5	0.01	35	0.0849	82	117※12	23.8
ｶﾞﾗｽ窓	0.914	0.813	0.002	4	0.1229	86	15	11.9
屋外屋根の柱、梁	2	0.1	0.1	63	0.0043	45	64	20.1

※11：1 スパンで分解したと仮定。

※12：柔飛来物であるため、衝突した際に伝わる運動エネルギーはさらに低いと考えられる。

大飯発電所３／４号炉	女川原子力発電所２号炉	泊発電所３号炉	相違理由
別図 17　大飯発電所における屋外屋根の状況 別図 18　大飯発電所におけるｼｬｯﾀｰの状況	図１８　女川原子力発電所における屋外屋根の状況 図１９　女川原子力発電所におけるシャッターの状況	図１８　泊発電所における屋外屋根の状況 図１９　泊発電所におけるシャッターの状況	【大飯，女川】 設計方針の相違 ・発電所敷地内の建物・構築物の違いによる相違 【大飯，女川】 記載表現の相違

大飯発電所３／４号炉	女川原子力発電所２号炉	泊発電所３号炉	相違理由
別図 19 大飯発電所におけるｶﾞﾗｽ窓の状況	図２０ 女川原子力発電所におけるガラス窓の状況	図２０ 泊発電所におけるガラス窓の状況	【大飯，女川】 設計方針の相違 ・発電所敷地内の建物・構築物の違いによる相違 【大飯，女川】 記載表現の相違
図２１ 女川原子力発電所における仮設足場の状況	図２１ 泊発電所における仮設足場の状況	【女川】 設計方針の相違 ・発電所敷地内の仮設足場の違いによる相違 【大飯】 記載方針の相違 ・女川審査実績の反映 ・大飯では，仮設足場の被害状況は考慮していない。 【女川】 記載表現の相違

【6 竜巻-別添 1-添付 3.3-92 にて比較】

なお、これらの物品が仮に分解し、飛来物となったとしても別表１のとおり、設計飛来物である鋼製材の運動エネルギー、貫通し易さに包含される。
以上より、大飯発電所における屋外屋根やシャッター、ガラス窓は、竜巻により分解し、小型軽量となることから、設計飛来物（鋼製材）に包含できると判断した。また、上記の被害状況からこれら

大飯発電所３／４号炉	女川原子力発電所２号炉	泊発電所３号炉	相違理由

【6 竜巻-別添 1-添付 3.3-92 にて比較】

の物品については、飛来物により損壊し、2 次飛来物となる可能性があるが、分解状況から設計飛来物に包含されると考えられる。更に、屋外屋根を支持する柱、梁が損壊して 2 次飛来物となった場合においてもこれらの柱、梁についても設計飛来物である鋼製材に包含される。

別表 1 設計飛来物と屋外屋根、ｼｬｯﾀｰ、ｶﾞﾗｽ窓の比較

対象物名	仕様				空力ﾊﾟﾗﾒｰﾀ [CA/m(m²/kg)]	速度 [m/s]	運動ｴﾈﾙｷﾞｰ [kJ]	Fc30 に係る必要壁厚 [cm]
	長さ[m]	幅[m]	高さ[m]	質量[kg]				
鋼製材	4.2	0.3	0.2	135	0.0089	57	220	27.2
屋外屋根、ｼｬｯﾀｰ※11	3	1.5	0.01	35	0.0849	82	117※12	23.8
ｶﾞﾗｽ窓	0.914	0.813	0.002	4	0.1229	86	15	11.9
屋外屋根の柱，梁	2	0.1	0.1	63	0.0043	45	64	20.1

※11：1 スパンで分解したと仮定。

※12：飛来物であるため，衝突した際に伝わる運動エネルギーはさらに低いと考えられる。

（３）倒壊するが飛来物とならない物品（樹木、フェンス）

竜巻の被害概要調査結果において倒壊するが飛来物とならない物品で、大飯発電所に存在する類似品として樹木、フェンスが確認できた。樹木、フェンスの被害状況は以下のとおり。

ａ．樹木

別図２０～２６には樹木の被害状況を示す。これらより、樹木については、F1～F3 及び EF5 の被害状況において幹の折損、根の引き抜き等が見られるが折れた場合、引き抜かれた場合どちらにおいてもその場で倒壊しているのみであることが確認できる。これは竜巻の風荷重により、樹木が損壊を受けたあと、竜巻がすでに通り過ぎているためであると考えられ、樹木が折損、引き抜かれた後、さらに竜巻により巻き上げられ、飛来物となることは考え難い。

写真２　倒木(南から見る)
倒れなかった樹木も点在している。

写真３　倒木(北西からみる)

別図 20 平成 14 年 7 月 26 日群馬県境町で発生した F2 竜巻による樹木被害状況※14

３．倒壊するが飛来物とならない物品（確認対象：樹木，フェンス）

女川原子力発電所におけるウォークダウンの結果，過去の竜巻の被害概要調査結果において，倒壊するが飛来物とならない物品に類似するものとして，樹木，フェンスを確認した。過去の実績における樹木，フェンスの被害状況は以下のとおり。

(1) 樹木

図２２～２８に樹木の被害状況を示す。これらより，樹木については，F1～F3 及び EF5 の被害状況において幹の折損，根の引き抜き等が見られるが折れた場合，引き抜かれた場合どちらにおいてもその場で横倒れしているのみである。

倒木（南から見る）

倒木（北西から見る）

倒れなかった樹木も点在している。

図２２　平成 14 年 7 月 26 日　群馬県境町で発生した F2 竜巻による樹木被害状況[10]

３．倒壊するが飛来物とならない物品（確認対象：樹木，フェンス）

泊発電所におけるウォークダウンの結果，過去の竜巻の被害概要調査結果において，倒壊するが飛来物とならない物品に類似するものとして，樹木，フェンスを確認した。過去の実績における樹木，フェンスの被害状況は以下のとおり。

(1) 樹木

図２２～２８に樹木の被害状況を示す。これらより，樹木については，F1～F3 及び EF5 の被害状況において幹の折損，根の引き抜き等が見られるが折れた場合，引き抜かれた場合どちらにおいてもその場で横倒れしているのみである。

倒木（南から見る）

倒木（北西から見る）

倒れなかった樹木も点在している。

図２２　平成 14 年 7 月 26 日　群馬県境町で発生した F2 竜巻による樹木被害状況[10]

【大飯，女川】
記載表現の相違

【大飯】
記載方針の相違
・女川審査実績の反映

第６条　外部からの衝撃による損傷の防止（竜巻：別添資料１　添付資料 3.3）

大飯発電所３／４号炉	女川原子力発電所２号炉	泊発電所３号炉	相違理由
 写真 16　樹木の転倒 写真 38　樹木の転倒（緑ヶ丘） 別図 21　平成 18 年９月 17 日宮崎県延岡市で発生した F2 竜巻による樹木被害状況[※4] 写真 47　樹木の折損 別図 22　平成 20 年５月 25 日米国アイオワ州にて発生した EF5 竜巻による樹木被害状況[※9] 図 25　倒木（火打谷地区） 別図 23　平成 21 年７月 19 日岡山県美作市にて発生した F2 竜巻による樹木被害状況[※15] 写真 44　樹木の被害 別図 24　平成 21 年 10 月８日茨城県土浦市にて発生した F1 竜巻による樹木被害状況[※2]	 樹木の転倒 樹木の転倒（緑ヶ丘） 図２３　平成 18 年９月 17 日　宮崎県延岡市で発生した F2 竜巻による樹木被害状況[2] 樹木の折損 図２４　平成 20 年５月 25 日　米国アイオワ州で発生した EF5 竜巻による樹木被害状況[6] 倒木（火打谷地区） 図２５　平成 21 年７月 19 日　岡山県美作市で発生した F2 竜巻による樹木被害状況[11] 倒木の被害 図２６　平成 21 年 10 月８日　茨城県土浦市にて発生した F1 竜巻による樹木被害状況[3]	 樹木の転倒 樹木の転倒（緑ヶ丘） 図２３　平成 18 年９月 17 日　宮崎県延岡市で発生した F2 竜巻による樹木被害状況[2] 樹木の折損 図２４　平成 20 年５月 25 日　米国アイオワ州で発生した EF5 竜巻による樹木被害状況[6] 倒木（火打谷地区） 図２５　平成 21 年７月 19 日　岡山県美作市で発生した F2 竜巻による樹木被害状況[11] 倒木の被害 図２６　平成 21 年 10 月８日　茨城県土浦市にて発生した F1 竜巻による樹木被害状況[3]	【大飯】 記載表現の相違

大飯発電所３／４号炉	女川原子力発電所２号炉	泊発電所３号炉	相違理由
       別図 25 平成 24 年５月６日茨城県つくば市にて発生した F3 竜巻による樹木被害状況[97]	 倒木の折損　倒木の折損と鳥居の被害 樹木の倒木　倒木による社の倒壊 図２７　平成 24 年５月６日　茨城県つくば市で発生した F3 竜巻による樹木被害状況[53]	 倒木の折損　倒木の折損と鳥居の被害 樹木の倒木　倒木による社の倒壊 図２７　平成 24 年５月６日　茨城県つくば市で発生した F3 竜巻による樹木被害状況[53]	【大飯】 記載表現の相違

大飯発電所３／４号炉	女川原子力発電所２号炉	泊発電所３号炉	相違理由
 写真 5.1.12　樹木の倒壊 写真 5.1.13　樹木の倒壊による小屋組の被害 写真 5.2.14　樹木の被害 写真 5.2.15　樹木の被害 写真 5.2.16　樹木の被害 写真 5.2.17　樹木の被害 別図 26　平成 25 年９月２日埼玉県発生した F2 竜巻による樹木被害状況[※10]	 樹木の倒壊 樹木の倒壊による小屋組の被害 樹木の被害 樹木の被害 樹木の被害 樹木の被害 樹木の被害 図２８　平成 25 年９月２日　埼玉県で発生した F2 竜巻による樹木被害状況[(8)(12)]	 樹木の倒壊 樹木の倒壊による小屋組の被害 樹木の被害 樹木の被害 樹木の被害 樹木の被害 樹木の被害 図２８　平成 25 年９月２日　埼玉県で発生した F2 竜巻による樹木被害状況[(8)(12)]	【大飯】 記載表現の相違
ｂ．フェンス 別図２７～２９にはフェンスの被害状況を示す。これらよりフェンスについては、F1～F3 の被害状況において傾き、倒壊等が見られるが樹木と同様にその場で倒壊しているのみであり、倒壊した後、竜巻はすでに通り過ぎていると考えられ、竜巻により巻き上げられ、飛来物となることは考え難い。	(2) フェンス 図２９～３１にフェンスの被害状況を示す。これらよりフェンスについては，F1～F3 の被害状況において傾き，倒壊等が見られるが，樹木と同様にその場で倒壊しているのみである。	(2) フェンス 図２９～３１にフェンスの被害状況を示す。これらよりフェンスについては，F1～F3 の被害状況において傾き，倒壊等が見られるが，樹木と同様にその場で倒壊しているのみである。	【大飯】 記載表現の相違 【大飯】 記載方針の相違 ・女川審査実績の反映

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

第６条　外部からの衝撃による損傷の防止（竜巻：別添資料１　添付資料 3.3）

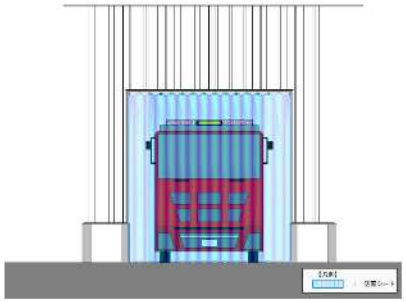
大飯発電所３／４号炉	女川原子力発電所２号炉	泊発電所３号炉	相違理由
 写真 20　フェンスの著しい変形 写真 31　フェンスの変形 別図 27　平成 21 年 7 月 27 日群馬県館林市にて発生した F1 (F2) 竜巻によるﾌｪﾝｽの被害状況 写真 3.5-10　フェンスの被害状況 別図 28　平成 24 年 5 月 6 日茨城県つくば市にて発生した F3 竜巻によるﾌｪﾝｽの被害状況[※7]	 フェンスの著しい変形 フェンスの変形 図２９　平成21年7月27日　群馬県館林市で発生したF1(F2)竜巻によるフェンスの被害状況[7] フェンスの被害状況 図３０　平成24年5月6日 茨城県つくば市で発生したF3竜巻によるフェンスの被害状況[8]	 フェンスの著しい変形 フェンスの変形 図２９　平成21年7月27日　群馬県館林市で発生したF1(F2)竜巻によるフェンスの被害状況[7] フェンスの被害状況 図３０　平成24年5月6日 茨城県つくば市で発生したF3竜巻によるフェンスの被害状況[8]	【大飯】 記載表現の相違

大飯発電所３／４号炉	女川原子力発電所２号炉	泊発電所３号炉	相違理由
 写真 4.1.9　フェンスの倒壊 写真 5.1.14　屋上フェンスの被害 写真 4.1.14　フェンスの倒壊 写真 4.1.15　支柱部の破断 写真 5.2.19　フェンスの被害（工事中の建築物） 写真 5.2.20　フェンスの被害 別図 29　平成 25 年 9 月 2 日埼玉県発生した F2 竜巻によるﾌｪﾝｽの被害状況[※10]	 フェンスの倒壊 屋上フェンスの被害 フェンスの倒壊 支柱部の破断 フェンスの被害（工事中の建築物） フェンスの被害 図３１　平成 25 年 9 月 2 日 埼玉県で発生した F2 竜巻によるフェンスの被害状況[※8]	 フェンスの倒壊 屋上フェンスの被害 フェンスの倒壊 支柱部の破断 フェンスの被害（工事中の建築物） フェンスの被害 図３１　平成 25 年 9 月 2 日 埼玉県で発生した F2 竜巻によるフェンスの被害状況[※8]	【大飯】 記載表現の相違
（４）大飯発電所のフェンスの状況 大飯発電所におけるフェンスの状況を別図 30 に示す。上記にて示した被害にあったフェンスの構造と大きく変わらないことから、竜巻通過時には、同様の被害状況になり変形もしくは倒壊すると考えられる。 【比較のため後述の記載を再掲】 以上より、樹木およびフェンスは、竜巻により倒壊するが、飛来せず設計飛来物として選定が不必要であると判断した。	４．女川原子力発電所の樹木，フェンスの状況 女川原子力発電所における樹木の状況を図３２，フェンスの状況を図３３に示す。 上記３．のとおり，被害にあった樹木・フェンスと規模，構造等に大きな差はないことから，竜巻通過時には同様の被害状況になり，折損等によりその場で横倒れすると考えられる。 また，被害状況からも分かるが，樹木等は竜巻により倒壊するものの，竜巻はすでに通り過ぎているため，巻き上げ等により飛来物となることは考えにくいことから，樹木及びフェンスは設計飛来物として選定しない。	４．泊発電所の樹木，フェンスの状況 泊発電所における樹木の状況を図３２，フェンスの状況を図３３に示す。 上記３．のとおり，被害にあった樹木・フェンスと規模，構造等に大きな差はないことから，竜巻通過時には同様の被害状況になり，折損等によりその場で横倒れすると考えられる。 また，被害状況からも分かるが，樹木等は竜巻により倒壊するものの，竜巻はすでに通り過ぎているため，巻き上げ等により飛来物となることは考えにくいことから，樹木及びフェンスは設計飛来物として選定しない。	【大飯，女川】 記載表現の相違 【大飯】 記載方針の相違 ・女川審査実績の反映

大飯発電所３／４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３２　女川原子力発電所における樹木の状況	 図３２　泊発電所における樹木の状況	【大飯】 記載方針の相違 ・女川審査実績の反映 【女川】 設計方針の相違 ・発電所敷地内の樹木の違いによる相違 【女川】 記載表現の相違
 別図 30　大飯発電所におけるﾌｪﾝｽの状況	 図３３　女川原子力発電所におけるフェンスの状況	 図３３　泊発電所におけるフェンスの状況	【女川】 設計方針の相違 ・発電所敷地内のフェンスの違いによる相違 【大飯，女川】 記載表現の相違
【6 竜巻-別 1-添付 3.3-100 にて比較】 以上より、樹木およびフェンスは、竜巻により倒壊するが、飛来せず設計飛来物として選定が不必要であると判断した。			
※3：「佐賀市・鳥栖市竜巻 現地被害調査報告」（平成 16 年 7 月 13 日） ※4：「2006 年台風 13 号 被害調査報告 延岡市の竜巻被害と飯塚市文化施設の屋根被害-」（平成 18 年 10 月 10 日） ※5：「平成 21 年 10 月 8 日茨城県土浦市竜巻被害調査報告」（平成 21 年 10 月 13 日） ※6：「平成 24 年 2 月 1 日島根県出雲市で発生した突風被害調査報告」（平成 24 年 2 月 14 日） ※7：「平成 24 年(2012 年)5 月 6 日に茨城県つくば市で発生した建築物等の竜巻被害調査報告」（ISSN1346-7328 国総研資料第 703 号 ISSN 0286-4630 建築研究資料 第 141 号 平成 25	参考文献 (1) 「佐賀市・鳥栖市竜巻現地被害調査報告」（平成 16 年 7 月 13 日） (2) 「2006 年台風 13 号被害調査報告－延岡市の竜巻被害と飯塚市文化施設の屋根被害－」（平成 18 年 10 月 10 日） (3) 「平成 21 年 10 月 8 日茨城県土浦市竜巻被害調告」（平成 21 年 10 月 13 日） (4) 「平成 24 年 2 月 1 日島根県出雲市で発生した突風被害調査報告」（平成 24 年 2 月 14 日） (5) 「平成 24 年（2012 年）5 月 6 日に茨城県つくば市で発生した建築物等の竜巻被害調査報告」（ISSN1346-7328 国総研資料第 703 号 ISSN0286-4630 建築研究資料第 141 号平成 25 年 1 月）	参考文献 (1) 「佐賀市・鳥栖市竜巻現地被害調査報告」（平成 16 年 7 月 13 日） (2) 「2006 年台風 13 号被害調査報告－延岡市の竜巻被害と飯塚市文化施設の屋根被害－」（平成 18 年 10 月 10 日） (3) 「平成 21 年 10 月 8 日茨城県土浦市竜巻被害調告」（平成 21 年 10 月 13 日） (4) 「平成 24 年 2 月 1 日島根県出雲市で発生した突風被害調査報告」（平成 24 年 2 月 14 日） (5) 「平成 24 年（2012 年）5 月 6 日に茨城県つくば市で発生した建築物等の竜巻被害調査報告」（ISSN1346-7328 国総研資料第 703 号 ISSN0286-4630 建築研究資料第 141 号平成 25 年 1 月）	【大飯】 記載表現の相違

大飯発電所３／４号炉	女川原子力発電所２号炉	泊発電所３号炉	相違理由
年１月） ※8：「米国アイオワ州におけるトルネード被害調査報告」（平成 20 年 6 月 9 日） ※9：「平成 21 年 7 月 27 日群馬県館林市竜巻被害調査報告」（平成 21 年 8 月 17 日 一部修正） ※10：「平成 25 年 9 月 2 日に発生した竜巻による埼玉県越谷市、北葛飾郡松伏町及び千葉県野田市での建築物等被害（速報）」（国土交通省国土技術政策総合研究所 独立行政法人建築研究所 平成 25 年 9 月 10 日 一部修正） ※14：「群馬県境町で発生した突風による建築物等の被害について」（平成 14 年 7 月 26 日 独立行政法人建築研究所） ※15：「平成 21 年 7 月 19 日岡山県美作市竜巻被害調査報告」（平成 21 年 8 月 4 日）	(6) 「米国アイオワ州におけるトルネード被害調査報告」（平成 20 年 6 月 9 日） (7) 「平成 21 年 7 月 27 日群馬県館林市竜巻被害調査報告」（平成 21 年 8 月 17 日一部修正） (8) 「平成 25 年 9 月 2 日に発生した竜巻による埼玉県越谷市，北葛飾郡松伏町及び千葉県野田市での建築物等被害（速報）」（国土交通省国土技術政策総合研究所独立行政法人建築研究所平成 25 年 9 月 10 日一部修正） (9) 「2006 年台風 13 号に伴って発生した竜巻による延岡市の建物被害」 (10)「群馬県境町で発生した突風による建築物等の被害について」（平成 14 年 7 月 26 日独立行法人建築研究所） (11) 「平成 21 年 7 月 19 日岡山県美作市竜巻被害調査報告」（平成 21 年 8 月 4 日） (12)「現地災害調査速報」（平成 25 年 9 月 13 日熊谷地方気象台・銚子地方気象台東京管区気象台）	(6) 「米国アイオワ州におけるトルネード被害調査報告」（平成 20 年 6 月 9 日） (7) 「平成 21 年 7 月 27 日群馬県館林市竜巻被害調査報告」（平成 21 年 8 月 17 日一部修正） (8) 「平成 25 年 9 月 2 日に発生した竜巻による埼玉県越谷市，北葛飾郡松伏町及び千葉県野田市での建築物等被害（速報）」（国土交通省国土技術政策総合研究所独立行政法人建築研究所平成 25 年 9 月 10 日一部修正） (9) 「2006 年台風 13 号に伴って発生した竜巻による延岡市の建物被害」 (10)「群馬県境町で発生した突風による建築物等の被害について」（平成 14 年 7 月 26 日独立行法人建築研究所） (11) 「平成 21 年 7 月 19 日岡山県美作市竜巻被害調査報告」（平成 21 年 8 月 4 日） (12)「現地災害調査速報」（平成 25 年 9 月 13 日熊谷地方気象台・銚子地方気象台東京管区気象台）	【大飯】 記載表現の相違 【大飯】 記載方針の相違 ・女川審査実績の反映

大飯発電所３／４号炉	女川原子力発電所２号炉	泊発電所３号炉	相違理由
19．アクセスルート設定に係る対策設備の評価について		別紙３ 屋外のアクセスルート設定に係る対策設備の評価について	【女川】 記載の充実 大飯審査実績の反映 【大飯】 記載表現の相違 （以下，同様の相違理由を省略する。）
シビアアクシデント事象発生時のアクセスルート確保のために実施している対策設備が、すでに実施している竜巻の評価に影響を与えないことを確認するため、以下のとおり評価した。		重大事故等時の屋外のアクセスルート確保のために今後配備する砕石及び防雪シートが，すでに実施している竜巻の評価に影響を与えないことを確認するため，以下のとおり評価した。	【大飯】 記載表現の相違 【大飯】 配備する設備の相違 （以下，同様の相違理由は省略する。）
（１）対策設備の抽出 アクセスルートに恒常的に設置する対策設備は以下のとおりであり、それぞれについて竜巻の評価への影響を評価する。 a．背面道路側溝への栗石の敷設 b．斜面監視装置の設置（センサ、伝送器、中継器）		（１）対策設備の抽出 屋外のアクセスルートに恒常的に設置する対策設備は以下のとおりであり，それぞれについて竜巻の評価への影響を評価する。 a．段差復旧用の砕石の配備 b．防雪シートの設置	
（２）影響評価 a．背面道路側溝への栗石の敷設 【竜巻の評価への影響】 背面道路の側溝に詰めた栗石の仕様については、約 4cm～15cm を想定しており、竜巻の評価にて、設計飛来物としている砂利、鋼製パイプ、鋼製材の評価に包含できることを確認した。 よって、栗石を敷き詰めたことによる、竜巻の評価への影響はない。		（２）影響評価 a．段差復旧用の砕石の配備 【竜巻の評価への影響】 段差復旧用の砕石の仕様については，最大で約 4cm を想定しており，竜巻の評価にて，設計飛来物としている砂利，鋼製パイプ，鋼製材の評価に包含できることを確認した。 よって，段差復旧用の砕石を配備することによる，竜巻の評価への影響はない。	【大飯】 設備仕様の相違
 栗石イメージ		 段差復旧用の砕石イメージ	

大飯発電所３／４号炉	女川原子力発電所２号炉	泊発電所３号炉	相違理由
【評価概要】 以下のとおり、栗石の大きさを想定し影響評価を実施した。 ○栗石【小】（約 4cm×約 4cm×約 4cm 重さ約 0.18kg） ：飛散した場合を考慮すると、防護ネットをすり抜ける可能性がある。よって、同様に防護ネットをすり抜ける可能性がある設計飛来物の砂利（4cm×4cm×4cm、重さ 0.18kg）の評価に包含できることを確認した。		【評価概要】 以下のとおり，砕石の大きさを想定し影響評価を実施した。 ○砕石（約 4cm×約 4cm×約 4cm 重さ約 0.18kg） ：飛散した場合を考慮すると，竜巻防護ネットをすり抜ける可能性がある。よって，同様に竜巻防護ネットをすり抜ける可能性がある設計飛来物の砂利（4cm×4cm×4cm，重さ 0.18kg）の評価に包含できることを確認した。	【大飯】 記載表現の相違
○栗石【大】（約 15cm×約 15cm×約 15cm 重さ約 9.5kg） ：飛散した場合を考慮し、防護対象施設の評価において最大の設計飛来物である鋼製材（4.2m×0.3m×0.2m 重さ 135kg）の評価に包含できることを確認した。			【大飯】 記載方針の相違 ・泊の砕石は，最大 4cm のものを使用するため，大飯のような 4cm よりも大きい石の評価は不要と判断している。
b．斜面監視装置の設置（センサ、伝送器、中継器） 【竜巻の評価への影響】 構内に設置した機器については、ボルト等にて固定はされているものの、飛来物になりうる可能性があるため、竜巻の評価にて設計飛来物としている砂利、鋼製パイプ、鋼製材の評価に包含できることを確認した。 よって、斜面監視装置を設置したことによる、竜巻の評価への影響はない。		b．防雪シートの設置 【竜巻の評価への影響】 防雪シートについては，51m 倉庫・車庫の出入口に固定するものの，飛来物になりうる可能性があるため，竜巻の評価にて設計飛来物としている砂利，鋼製パイプ，鋼製材の評価に包含できることを確認した。 よって，防雪シートを設置することによる，竜巻の評価への影響はない。	【大飯】 記載方針の相違
【評価概要】 ○斜面監視装置 センサ（約 8cm×約 8cm×約 6cm 重さ約 2kg） ：飛散した場合を考慮し、防護対象施設の評価において最大の設計飛来物である鋼製材（4.2m×0.3m×0.2m 重さ 135kg）の評価に包含できることを確認した。		【評価概要】 ○防雪シート（約 4.0m×約 3.8m×約 0.53mm 重さ約 20kg） ：飛散した場合を考慮し，評価対象施設の評価において最大の設計飛来物である鋼製材（4.2m×0.3m×0.2m 重さ 135kg）の評価に包含できることを確認した。	【大飯】 評価条件の相違 【大飯】 記載表現の相違
 斜面監視装置　センサイメージ		 防雪シート設置イメージ	

大飯発電所３／４号炉	女川原子力発電所２号炉	泊発電所３号炉	相違理由
○斜面監視装置 伝送器（約 13cm×約 14cm×約 19cm 重さ約 3kg） ：飛散した場合を考慮し、防護対象施設の評価において最大の設計飛来物である鋼製材（4.2m×0.3m×0.2m 重さ 135kg）の評価に包含できることを確認した。 斜面監視装置　伝送器イメージ ○斜面監視装置 中継器（約 26cm×約 18cm×約 13cm 重さ約 3kg） ：飛散した場合を考慮し、防護対象施設の評価において最大の設計飛来物である鋼製材（4.2m×0.3m×0.2m 重さ 135kg）の評価に包含できることを確認した。 斜面監視装置　中継器イメージ		（３）評価結果 重大事故等時の屋外のアクセスルート確保のために今後配備する砕石及び防雪シートについて，以下の評価結果により，すでに実施している竜巻の評価に影響を与えないことを確認した。 表　アクセスルート対策設備の設計飛来物への包含性について 評価対象（設計飛来物）／仕様：長さ[cm]／幅[cm]／高さ[cm]／質量[kg]／運動エネルギー[kJ]／コンクリート(Fc24)の貫通限界厚さ[cm]／評価結果 砕石（砕利）：4.0（4.0）／4.0（4.0）／4.0（4.0）／0.18（0.18）／0.3（0.3）／2.3（2.3）／砕利の評価に包含できる。 防雪シート（鋼製材）：400（420）／380（30）／0.053（20）／20（135）／25（220）／15.5（28.6）／鋼製材の評価に包含できる。	【大飯】 記載方針の相違 ・泊では，まとめとして，飛来物影響評価結果を記載した。

大飯発電所３／４号炉

別紙２

竜巻時に発生する雹の影響について

福井県で過去に発生した竜巻において雹を伴う事象は無いが、竜巻時に雹を伴うこともあるため、竜巻時以外に発生している福井県内の雹の記録や文献を参考に雹の影響について検討を行った。

雹はあられが大きく成長したもので、直径 5mm 以上の氷の粒子である。雹の大きさは、ふつう直径が 5～50mm である※16。また、福井県における最大の降雹は直径 30mm（1964 年 6 月 15 日、1968 年 6 月 19 日）であることから、直径 50mm の雹を対象に影響評価を行う。

なお、参考文献※17に記載の雹で最大である 10cm の雹にて評価を実施したとしても設計飛来物に包含されることも確認した。

空気中を落下する物体は空気抵抗を受けるので、時間が経てば空気抵抗と重力とが釣り合い等速運動となり、一定の速度（終端速度）となる。空気中を落下する雹もこの終端速度で落下する。雹の粒径毎の終端速度を別表２ に示す。

別表２　雹の粒径毎の終端速度※21

粒径(cm)	終端速度(m/s)
1	9
2	16
5	33
10	59

ここで、雹の影響を評価するため、運動エネルギー、貫通のしやすさを評価した結果を設計飛来物（鋼製材）と比較し別表３ に示す。

雹の影響は設計飛来物（鋼製材）に十分包含できると言える。

女川原子力発電所２号炉

（参考）

竜巻時に発生するひょうの影響について

竜巻時はひょうを伴うこともあるため，ひょうに関する文献を参考にひょうの影響について検討を行った。

ひょうはあられが大きく成長したもので，直径 0.5cm 以上の氷の粒子である。ひょうの大きさは，通常は直径が 0.5～5cm である(1)。このことから，直径 5cm のひょうを対象に影響評価を行う。

なお，ひょうの大きさの変化に対する影響を確認するため，比較対象として，参考文献(2)に記載のひょうで最大である 10cm のひょうにて評価を実施した。

空気中を落下する物体は空気抵抗を受けるので，時間が経てば空気抵抗と重力が釣り合い等速運動となり，一定の速度（終端速度）となる。空気中を落下するひょうもこの終端速度で落下する。ひょうの粒径毎の終端速度を表 1 に示す。

表 1 ひょうの粒径毎の終端速度(2)

粒径 （cm）	終端速度 （m/s）
1	9
2	16
5	33
10	59

ひょうの大きさの変化に対する影響を確認するため，粒径 5 cm及び 10 cmのひょう並びに設計飛来物（鋼製材）について，運動エネルギー，貫通力（貫通限界厚さ）の評価を行った。結果を表 2 に示す。

ひょうの影響は設計飛来物（鋼製材）と比較し十分小さく，包含できると言える。

泊発電所３号炉

（参考）

竜巻時に発生するひょうの影響について

竜巻時はひょうを伴うこともあるため，ひょうに関する文献を参考にひょうの影響について検討を行った。

ひょうはあられが大きく成長したもので，直径 0.5cm 以上の氷の粒子である。ひょうの大きさは，通常は直径が 0.5～5cm である(1)。このことから，直径 5cm のひょうを対象に影響評価を行う。

なお，ひょうの大きさの変化に対する影響を確認するため，比較対象として，参考文献(2)に記載のひょうで最大である 10cm のひょうにて評価を実施した。

空気中を落下する物体は空気抵抗を受けるので，時間が経てば空気抵抗と重力が釣り合い等速運動となり，一定の速度（終端速度）となる。空気中を落下するひょうもこの終端速度で落下する。ひょうの粒径毎の終端速度を表 1 に示す。

表 1 ひょうの粒径毎の終端速度(2)

粒径 （cm）	終端速度 （m/s）
1	9
2	16
5	33
10	59

ひょうの大きさの変化に対する影響を確認するため，粒径 5 cm及び 10 cmのひょう並びに設計飛来物（鋼製材）について，運動エネルギー，貫通力（貫通限界厚さ）の評価を行った。結果を表 2 に示す。

ひょうの影響は設計飛来物（鋼製材）と比較し十分小さく，包含できると言える。

相違理由

【大飯】
記載表現の相違

大飯発電所３／４号炉

別表３　粒径 5cm 竜の影響評価

		粒径 5cm 竜	粒径 10cm 竜	設計飛来物（鋼製材）
運動エネルギー		0.04kJ	0.9kJ	97.5kJ
貫通限界厚さ	コンクリート（Fc=24.5N/mm²）	1cm	2.8cm	20.3cm
（鉛直）	鋼板	0.2mm	0.7mm	22mm

※16：白木正規，百万人の天気教室，成山堂書店
※17：小倉義光，一般気象学，東京大学出版会

女川原子力発電所２号炉

表２　粒径 5cm 及び 10cm ひょう並びに設計飛来物（鋼製材）の影響評価

		粒径 5cm ひょう	粒径 10cm ひょう	設計飛来物（鋼製材）※
運動エネルギー		0.04kJ	0.91kJ	146.6kJ
貫通限界厚さ	コンクリート Fc=330kgf/cm²	0.9cm	2.8cm	22.5cm
	鋼板	0.2mm	0.7mm	27.6mm

※　設計竜巻風速 100m/s，フジタモデルの風速場を用いた飛散評価手法，鋼製材：初期高さを 11.5m とした場合の計算結果

〔参考文献〕
(1)：白木正規，百万人の天気教室，成山堂書店
(2)：小倉義光，一般気象学，東京大学出版会

泊発電所３号炉

表２　粒径 5cm 及び 10cm ひょう並びに設計飛来物（鋼製材）の影響評価

		粒径 5cm ひょう	粒径 10cm ひょう	設計飛来物（鋼製材）※
運動エネルギー		0.04kJ	0.91kJ	97.5kJ
貫通限界厚さ	コンクリート Fc=24N/mm²	0.8cm	2.9cm	20.2cm
	鋼板	0.2mm	0.7mm	21.0mm

※　衝撃荷重による影響を保守的に評価するため，改正前の竜巻影響評価ガイドに示される最大鉛直速度を適用して計算した結果

〔参考文献〕
(1)：白木正規，百万人の天気教室，成山堂書店
(2)：小倉義光，一般気象学，東京大学出版会

相違理由

【大飯】
記載表現の相違
【大飯】
設計方針の相違
・数値の丸め方の違いによる相違
【女川】
設計方針の相違
・泊では，大飯と同じく鋼製材の運動エネルギーは最大鉛直速度で評価している。また，鋼製材の最大鉛直速度は，竜巻影響評価ガイドの値を使用してる。
【大飯，女川】
設計方針の相違
・コンクリート強度の違いによる評価結果の相違

大飯発電所３／４号炉	女川原子力発電所２号炉	泊発電所３号炉	相違理由
18. 竜巻随伴事象の抽出について 過去の竜巻被害を参考に竜巻の随伴事象を検討し、大飯発電所のプラント配置から考慮する必要がある事象として、火災、溢水及び外部電源喪失事象を抽出した。 （１）過去の竜巻被害について 1990 年以降の主な竜巻による被害概要を調査した文献から検討を行った。以下に過去に日本で発生した最大級の竜巻である藤田スケール F3 クラスの竜巻を示す。 表１ 1990年以降のＦ３竜巻について （下記参照） 過去に起きたＦ３竜巻による被害の状況写真から判断すると、竜巻の被害としては風圧力及び気圧差、竜巻飛来物の衝突による損傷がみられ、これらの影響により建築物の損傷や電柱、電線の損傷による停電事象が発生している。 以下に表１に示したＦ３竜巻による被害状況のうち、参考文献に写真が記載されている 2012 年に茨城県常総市で発生した竜巻及び 2006 年に北海道佐呂間町にて発生した竜巻による被害状況写真を示す。	添付資料 3.4 竜巻随伴事象の抽出について 過去の竜巻被害を参考に竜巻の随伴事象を検討し，女川原子力発電所のプラント配置から考慮する必要がある事象として，火災，溢水及び外部電源喪失事象を抽出した。 １．過去の竜巻被害について 過去の竜巻被害について，1990 年以降の主な竜巻による被害概要を調査した文献から検討を行った。竜巻の被害の状況写真から日本国内での竜巻被害では，風圧力及び飛来物の衝突により発生している建築物，電柱及び電線等の損傷がみられ，竜巻の随伴事象としては，電柱や電線の損傷による停電事象が発生している。（第 3.4.1 図，第 3.4.2 図）	添付資料 3.4 竜巻随伴事象の抽出について 過去の竜巻被害を参考に竜巻の随伴事象を検討し，泊発電所のプラント配置から考慮する必要がある事象として，火災，溢水及び外部電源喪失事象を抽出した。 １．過去の竜巻被害について 過去の竜巻被害について，1990 年以降の主な竜巻による被害概要を調査した文献から検討を行った。竜巻の被害の状況写真から日本国内での竜巻被害では，風圧力及び飛来物の衝突により発生している建築物，電柱及び電線等の損傷がみられ，竜巻の随伴事象としては，電柱や電線の損傷による停電事象が発生している。（第 3.4.1 図，第 3.4.2 図）	【大飯】 記載表現の相違 【大飯・女川】 プラント名称の相違 【大飯】 記載表現の相違 【大飯】 記載方針の相違 ・女川審査実績の反映

表１ 1990年以降のＦ３竜巻について

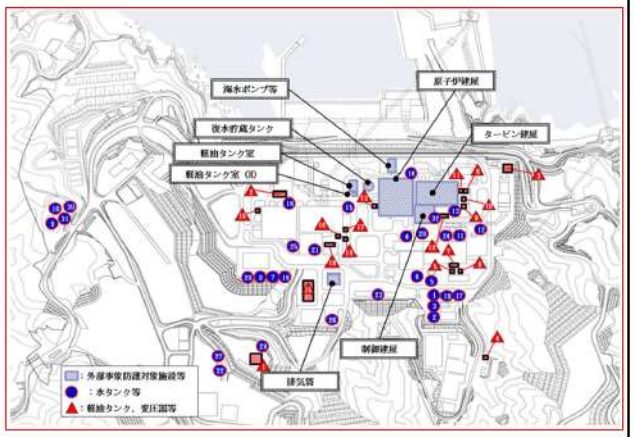
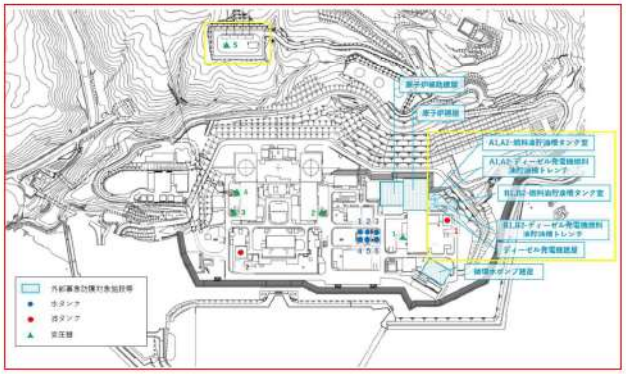
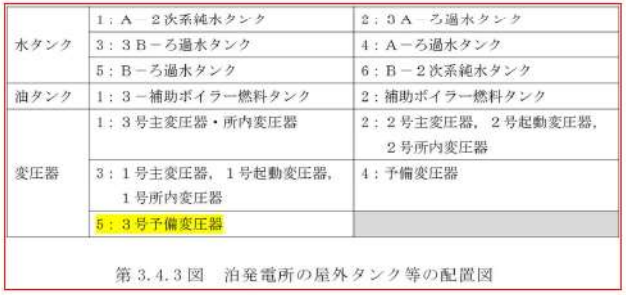
発生日時	発生場所	藤田スケール	被害状況			参考文献
			人的被害（名）	建築物被害（棟）	停電戸数	
2012年5月6日	茨城県常総市	F3	38	1093	21012	※1
2006 年 11 月 7 日	北海道佐呂間町	F3	35	103	-	※2
1999 年 9 月 24 日	愛知県豊橋市	F3	415	2329	-	※3
1990 年 12 月 11 日	千葉県茂原市	F3	74	1747	14600	

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

第６条　外部からの衝撃による損傷の防止（竜巻：別添資料１　添付資料 3.4）

大飯発電所３／４号炉	女川原子力発電所２号炉	泊発電所３号炉	相違理由
 （建築物の被害） （ガラスへの飛来物衝突痕） （電柱の折損，傾斜） 図１　2012年茨城県常総市で発生したF3竜巻による被害状況[※1]	 （建物の被害） （ガラスへの飛来物衝突痕） （電柱の折損，傾斜） 第 3.4.1 図　2012 年茨城県つくば市で発生した F3 竜巻による被害状況[1]	 （建物の被害） （ガラスへの飛来物衝突痕） （電柱の折損，傾斜） 第 3.4.1 図　2012 年茨城県つくば市で発生した F3 竜巻による被害状況[1]	【大飯】 記載表現の相違

大飯発電所３／４号炉	女川原子力発電所２号炉	泊発電所３号炉	相違理由
 （建築物の被害） （建築物への飛来物の衝突痕） （電柱、道路標識の折損） 図２ 2006年北海道佐呂間町で発生したF3竜巻による被害状況[※2]	 （電柱の折損，傾斜） （建築物への飛来物の衝突痕） （電柱，道路標識の折損） 第 3.4.2 図　2006 年に北海道佐呂間町で発生した F3 竜巻による被害状況[(2)(3)]	 （電柱の折損，傾斜） （建築物への飛来物の衝突痕） （電柱，道路標識の折損） 第 3.4.2図　2006年に北海道佐呂間町で発生した F3 竜巻による被害状況[(2)(3)]	【大飯】 記載表現の相違
（２）大飯発電所のプラント配置から考慮する必要のある竜巻随伴事象について	２．女川原子力発電所のプラント配置を踏まえた竜巻随伴事象について	２．泊発電所のプラント配置を踏まえた竜巻随伴事象について	【大飯・女川】 プラント名称の相違
（１）の過去のＦ３竜巻による被害状況から大飯発電所においては送電線等が竜巻による被害を受けることにより、外部電源喪失事象の発生が考えられる。 さらに、プラント配置から屋外に危険物タンク、水タンクが配備されていることから、飛来物の衝突により火災事象及び溢水事象が発生する可能性がある。 以上から、竜巻随伴事象として火災、溢水、外部電源喪失事象を抽出する。	上記１．の過去の竜巻被害の状況から，女川原子力発電所においても送電線等が竜巻により被害を受け，外部電源喪失事象が発生することが考えられる。 また，女川原子力発電所に設置している屋外水タンク等及び軽油タンク・変圧器等についても，飛来物の衝突影響を受けることで，溢水事象及び火災事象が発生することが考えられる。（第 3.4.3 図） このため，竜巻随伴事象として外部電源喪失，火災事象，溢水事象を抽出する。	上記１．の過去の竜巻被害の状況から，泊発電所においても送電線等が竜巻により被害を受け，外部電源喪失事象が発生することが考えられる。 また，泊発電所に設置している屋外水タンク等及び軽油タンク・変圧器等についても，飛来物の衝突影響を受けることで，溢水事象及び火災事象が発生することが考えられる。（第 3.4.3 図） このため，竜巻随伴事象として外部電源喪失，火災事象，溢水事象を抽出する。	【女川】 記載表現の相違 【大飯】 記載方針の相違 ・女川審査実績の反映

大飯発電所３／４号炉	女川原子力発電所２号炉	泊発電所３号炉	相違理由
※1：「平成 24 年(2012 年)5 月 6 日に茨城県つくば市で発生した建築物等の竜巻被害状況調査報告」（ISSN1346-7328 国総研資料 第 703 号 ISSN 0286-4630 建築研究資料 第 141 号 平成 25 年 1 月） ※2：2006 年佐呂間町竜巻被害調査報告(2006 年 11 月 21 日) ※3：気象庁「竜巻等の突風データベース」			【大飯】 記載箇所の相違
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。 図 3 大飯発電所のプラント配置図			【大飯・女川】 立地，設備配置の相違
	 第 3.4.3 図　女川原子力発電所の屋外タンク等の配置図	 第 3.4.3 図　泊発電所の屋外タンク等の配置図	【女川】 配置，名称の相違
参考文献 (1)「平成 24 年（2012）5 月 6 日に茨城県つくば市で発生した建築物等の竜巻被害状況調査報告」（ISSN1346-7328 国総研資料第 703 号 ISSN0286-4630 建築研究資料第 141 号平成 25 年 1 月） (2)2006 年佐呂間町竜巻被害調査報告（2006 年 11 月 21 日） (3)佐呂間竜巻災害の記録―若佐地区―（平成 19 年 10 月佐呂間町）		参考文献 (1)「平成 24 年（2012）5 月 6 日に茨城県つくば市で発生した建築物等の竜巻被害状況調査報告」（ISSN1346-7328 国総研資料　第 703 号 ISSN0286-4630 建築研究資料　第 141 号　平成 25 年 1 月） (2)2006 年佐呂間町竜巻被害調査報告（2006 年 11 月 21 日） (3)佐呂間竜巻災害の記録―若佐地区―（平成 19 年 10 月佐呂間町）	

大飯発電所３／４号炉

（補足説明資料 13）
別紙６

車両等物品の飛散防止対策について

１．基本的な考え方

竜巻防護施設に飛来する可能性がある車両等物品については、実効性のある飛散防止対策を社内標準等で定め、飛散による施設への影響を排除する。

２．飛散防止対策

【発令基準比較のため補足説明資料 13 別紙７のうち４．を記載】

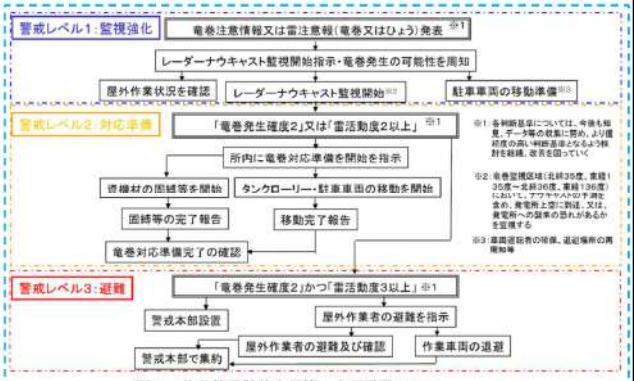


図２．物品等飛散防止対策・車両退避フロー

・常時保管される資機材等については、社内標準等に基づき、竜巻による荷重に耐える設計で設置されたウェイト、基礎等に固縛する。
・浮き上がり荷重については、保守性を考慮し、空力パラメータにより算出された浮力に５０％を加えた荷重とする。
・ワイヤー、スリング等の固縛資材についても竜巻による荷重に十分な安全率（５～６倍）を持った部材を選定する。
・２ヶ所で固縛する場合、アンカー等の設計については、片側への集中荷重を考慮し、空力パラメータにより算出された浮力の２倍の荷重で設計する。
・固縛される資機材等の物品については、竜巻による荷重に耐えられることを確認する。また、荷重に耐えられない物、確認ができない物については、破損により設計飛来物以上の飛来物にならないことを確認する。
・竜巻防護施設３５０ｍ以内（鯨谷周辺は３８０ｍ以内）に駐車する車両については、社内標準等に基づき、竜巻による荷重に裕度（５

女川原子力発電所２号炉

添付資料 3.5

飛来物化する可能性がある物品等の管理について

1. 概要
発電所内の飛来物となる可能性があるものについては，設計飛来物である鋼製材が設計竜巻により飛来した場合の運動エネルギー及び貫通力を基準として，鋼製材より運動エネルギー又は貫通力が大きい場合は固縛対策（運用管理）を実施する。

2. 運用管理方針
2.1 運用管理の基準
気象庁が発表する竜巻関連の気象情報を踏まえ，運用管理の基準（竜巻警戒レベル）を定める。

竜巻警戒レベル	発令条件（案）	運用対策（案）
低（注意喚起レベル）	石巻市および女川町で雷注意報が発令	連絡体制の確認
中（対応準備レベル）	対象地域内（下図A）で竜巻発生確度ナウキャストの発生確度2または雷ナウキャストの活動度4が発令	車両，人の退避準備
高（退避レベル）	発電所上空（下図B，C）で竜巻発生確度ナウキャストの発生確度2または雷ナウキャストの活動度4が発令	車両，人の退避

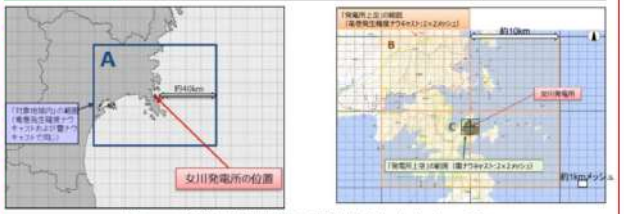


図１　竜巻運用対策の実施基準（イメージ）

2.2 運用管理の対象
運用管理の対象は，「車両」及び「車両以外の物品」に分けて管理を行う。

泊発電所３号炉

添付資料 3.5

飛来物化する可能性がある物品等の管理について

1. 概要
発電所内の飛来物となる可能性があるものについては，設計飛来物である鋼製材又は鋼製パイプが設計竜巻により飛来した場合の運動エネルギー及び貫通力を基準として，鋼製材又は鋼製パイプより運動エネルギー又は貫通力が大きい場合は固縛対策（運用管理）を実施する。

2. 運用管理方針
2.1 運用管理の基準
気象庁が発表する竜巻関連の気象情報を踏まえ，運用管理の基準（竜巻警戒レベル）を定める。

竜巻警戒レベル	発令条件	運用対策
竜巻監視対応（STEP1）	・ 後志西部地方のうち岩内町，共和町，泊村，神恵内村の４町村のうち，いずれかに「雷注意報（竜巻）」又は「雷注意報（ひょう）」が発表された場合 又は ・ 「竜巻注意情報（石狩・空知・後志地方）」が発表された場合	・ レーダーナウキャストによる監視（監視範囲は下図Ａ）
竜巻退避準備対応（STEP2）	・ レーダーナウキャストにより，発電所上空（下図Ｂ）に「竜巻発生確度２」が発生したことを確認した場合，又は予測値からその恐れがある場合 又は ・ レーダーナウキャストにより，発電所上空（下図Ｂ）に「雷活動度２以上」が発生したことを確認した場合，又は予測値からその恐れがある場合	・ 車両，人の退避準備 等
竜巻退避対応（STEP3）	・ レーダーナウキャストにより，発電所上空（下図Ｂ）に「竜巻発生確度２」かつ「雷活動度３以上」が発生したことを確認した場合，又は予測値からその恐れがある場合	・ 車両，人の退避 ・ 燃料取扱作業中止 等

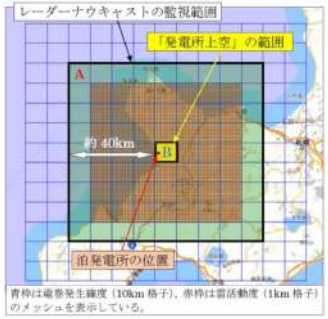


図１　竜巻運用対策の実施基準（イメージ）

2.2 運用管理の対象
運用管理の対象は，「車両」及び「車両以外の物品」に分けて管理を行う。

相違理由

【大飯】
記載方針の相違
・女川審査実績の反映

【女川】
設計方針の相違
・設計飛来物の相違
・泊では，使用済燃料ピット等に侵入した場合に燃料集合体に直接落下する可能性がある鋼製パイプを設計飛来物としている。

【女川】
設計方針の相違
・運用管理基準は女川同様３段階設定しているが，各警戒レベルの発令条件が異なっている。
なお，泊は大飯と同じ発令基準としている。
・運用対策について，添付資料 3.16 では，STEP3 で燃料取扱作業を中止する旨記載しており，整合性の観点から，当該運用対策についても明記している。
また，その他の運用対策（STEP2：作業中資機材の固縛，扉の閉止確認，STEP3：屋外作業中止）については，“等”と記載している。

【女川】
記載表現の相違
・各警戒レベルの表現の相違

大飯発電所３／４号炉	女川原子力発電所２号炉	泊発電所３号炉	相違理由
０％）を加えた荷重に耐えられる固縛方法で固縛する※１。 ・竜巻発生の可能性が検知された場合※２、上記の社内標準等に基づく固縛方法が困難な車両は、指定された場所※３に車両を退避させる。 ・作業車両等、運転者がいる場合は固縛を行わない。但し、竜巻襲来の恐れがある場合※４には、最寄の退避場所に車両を移動し、運転者も定められた安全な避難場所に退避する。 ・定検資機材など屋外に仮置きされる物品については、飛散しないよう定められた質量以上になるよう束ね、確実に固縛する。 ※１：車両の固縛方法については、車体側の強度の確認を行った上で、ボディ、フレームなど荷重に耐えられる部位に固縛する。 ※２：竜巻注意情報発令又は雷注意報（竜巻、又は、ひょうと明記したもの）発令により監視を開始し、発電所上空において、レーダーナウキャスト「竜巻発生確度２」又は「雷活動度２以上」となった場合、又はその恐れがある場合。 ※３：運転者が避難できる建物がある、鯨谷、協力会社事務所周辺、ＰＲ館を退避場所に指定する。 ※４：発電所上空において、レーダーナウキャスト「竜巻発生確度２」及び「雷活動度３以上」となった場合、又はその恐れがある場合。			

大飯発電所３／４号炉	女川原子力発電所２号炉	泊発電所３号炉	相違理由
【6 竜巻-別添 1-添付 3.5-27 にて比較】 ３．車両の固縛方法 （１）考え方 車両については、数多くの車種があり、一元的な評価は困難である。 特に牽引フックの強度については、自重に耐えられることという以外の情報がなく、評価は困難である。 また、車体に冶具を溶接するなどの対策についても、車体の引張強度等の情報が不足しており、現時点では改造での対応は困難との結論である。 一方、圧縮側の強度については定量的な強度は不明なものの、ボディまたはフレーム全体をせん断するほどの荷重は掛からないと考え、ボディ等に直接固縛する対策を基本とする。 （２）固縛方法の検討 セダンタイプ、ワンボックスタイプ、大型車両について、固縛方法の対策イメージを図１～３に示す。 a．セダンタイプ（計算例） 浮き上がり荷重評価 車両諸元：長さ：4.46m、幅：1.74m、高さ：1.49m、総質量：1,765kg 車両の形状係数：c=0.33、ＣＤ１、ＣＤ２、ＣＤ３=2.0（塊状として計算） 空力パラメータによる浮き上がり力 $\frac{C_{lift}A}{m}$ $\frac{C_{lift}A}{m}=\frac{c(C_{lift1}A_1+C_{lift2}A_2+C_{lift3}A_3)}{m}=0.00636$ （A1,A2,A3 は車両の表面積） 図１　セダンタイプの固縛方法イメージ 浮き上がり荷重 $(\frac{0.00636}{0.0026}\times1{,}765-1{,}765)\times9.80665=25{,}040[N]=25.1[kN]$ 裕度５０％を加え、固縛設計に必要な荷重を算出 ２５．１×１．５＝３７．７[kN] すべての部位について、３７．７kN の荷重に耐えられる設計とする。 b．ワンボックスタイプ（計算例） 浮き上がり荷重評価 車両諸元：長さ：5.38m、幅：1.88m、高さ：2.28m、総質量：3,255kg 車両の形状係数：c=0.33、ＣＤ１、ＣＤ２、ＣＤ３=2.0（塊状として計算） 空力パラメータによる浮き上がり力 $\frac{C_{lift}A}{m}$ $\frac{C_{lift}A}{m}=\frac{c(C_{lift1}A_1+C_{lift2}A_2+C_{lift3}A_3)}{m}=0.00541$ （A1,A2，A3 は車両の表面積） 図２　ワンボックスタイプの固縛方法イメージ			

大飯発電所３／４号炉	女川原子力発電所２号炉	泊発電所３号炉	相違理由

【6 竜巻-別添 1-添付 3.5-27, 28 にて比較】

浮き上がり荷重
裕度５０％を加え、固縛設計に必要な荷重を算出
３５．５×１．５＝５３．３[kN]
すべての部位について、５３．３kN の荷重に耐えられる設計とする。

ｃ．大型車両（計算例）
浮き上がり荷重評価
車両諸元：長さ：15.45m、幅：2.99m、高さ：4.10m、総質量：38,025kg
車両の形状係数：c=0.33、ＣＤ１、ＣＤ２、ＣＤ３=2.0（塊状として計算）

空力パラメータによる浮き上がり力 $\frac{C_D A}{m}$

$$\frac{C_D A}{m} = \frac{c(C_{D1}A_1 + C_{D2}A_2 + C_{D3}A_3)}{m} = 0.00212$$

<0.0026　より浮き上がりなし

図３　大型車両の固縛方法イメージ

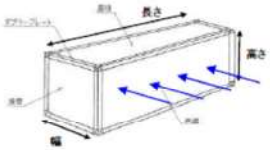
水平方向風荷重

$$W_D = q \times C \times G_D \times A$$
$$= 6{,}100[N/m^2] \times 1.20 \times 1.00 \times (15.45[m] \times 4.10[m])$$
$$= 463.7[kN]$$

固縛設計に必要な荷重４６３．７[kN]

４．コンテナ強度の評価

（１）評価対象
日本工業規格（ＪＩＳZ1614：国際貨物コンテナー外のり寸法及び最大総質量）に記載されている４０ｆｔコンテナ及び２０ｆｔコンテナ



（２）コンテナに掛かる風荷重
コンテナの側壁に掛かる荷重W_Wは、
$W_W = q \cdot G \cdot C \cdot A$
（ｑ：風速度圧、Ｇ：ガスト係数(=1)、Ｃ：風力係数(=0.8)、Ａ：受圧面積）
$q = 1/2 \cdot \rho \cdot V_D^2$
（ρ：空気密度(=1.22kg/m^3)、V_D：評価竜巻の最大風速(100m/s)）

（３）コンテナの側壁の強度
日本工業規格（JISZ1618：国際一般貨物コンテナ）には、側壁の強度は側壁全面に対し、最大積載質量の６０％相当の荷重が等分布で掛かった場合でも、使用の妨げになるような変形または損傷があってはならないと規定されている。また、 JISZ1627（国内一般貨物コンテナ）においても、最大積載質量の６０％相当の荷重を側壁に等分布で加える試験で側壁の強度を確認している。

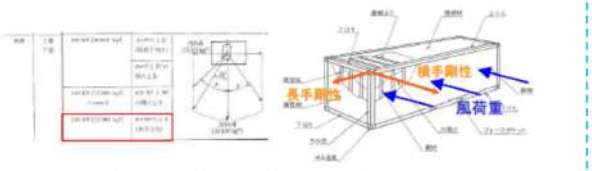
（４）コンテナ側壁の評価結果
コンテナの諸元及び側壁に掛かる風荷重を以下に示す。

大飯発電所３／４号炉	女川原子力発電所２号炉	泊発電所３号炉	相違理由
【6 竜巻-別添 1-添付 3.5-28 にて比較】 （表） （５）すみ金具の評価 日本工業規格（JISZ1616：国際貨物コンテナーすみ金具）における４０ｆｔコンテナ（１ＡＡ）、２０ｆｔコンテナ（１ＣＣ）のすみ金具の設計条件は下表の通りである。また、JISZ1618 では、横手及び長手剛性試験を行っており、コンテナのすみ金具やフレームは横手 150kN・長手 75kN の押し及び引張力に耐えられることを確認している。よって、荷重面積の大きい横手方向について、風荷重により、すみ金具及びフレームに掛かる荷重が 150kN 以下であることを確認する。 （図） ４０ft コンテナ（１ＡＡ）のすみ金具一箇所にかかる荷重 浮き上がり荷重　＝１３１ｋＮ／４＝３３ｋＮ 横滑り荷重　＝２３２ｋＮ／４＝５８ｋＮ　＜150kN 風荷重の厳しい４０ft コンテナ（１ＡＡ）の場合でも、最も厳しい水平方向での荷重を考慮しても、最低２ヶ所で分担すれば、すみ金具の健全性は確保できる。 （６）評価結果 一般的な４０ｆｔコンテナ（１ＡＡ）、２０ｆｔコンテナ（１ＣＣ）は最大風速１００ｍ／ｓの風荷重に耐えうる強度を有している。 なお、風荷重に対し強度が不十分な４０ｆｔハイキューブタイプ（１ＡＡＡ）は使用しない運用とする。	2.2.1 車両の管理 2.2.1.1 車両の管理に際し考慮する事項 車両については，速やかに固縛・固定することが難しい場合も想定されるため，以下の管理を行う。 ・発電所構内での作業に関係のない車両については，原則として入構を禁止する ・発電所へ入構する車両については，以下のとおり，車両の飛散の可能性，車両が置かれている場所，車両の状態及び竜巻警戒レベルの発令の有無に応じて対策を行う (1)車両の飛散の可能性 発電所に入構する予定のある車両については，原則として事前に車両サイズ，重量から空力パラメータを算出し飛散評価を行い，飛散の可能性の有無を評価・通知する。事前の確認がなされていない場合は，確認が完了するまでは飛散するものとして取り扱う。 (2)車両が置かれている場所 車両が飛散することによって評価対象施設等に衝突する可能性があるエリアを「車両管理エリア」と定め，車両が車両管理エリア内にある場合には，「2.2.2 管理方針」に示す管理を行う。	2.2.1 車両の管理 2.2.1.1 車両の管理に際し考慮する事項 車両については，速やかに固縛・固定することが難しい場合も想定されるため，以下の管理を行う。 ・発電所構内での作業に関係のない車両については，原則として入構を禁止する ・発電所へ入構する車両については，以下のとおり，車両の飛散の可能性，車両が置かれている場所，車両の状態及び竜巻警戒レベルの発令の有無に応じて対策を行う (1)車両の飛散の可能性 発電所に入構する予定のある車両については，原則として事前に車両サイズ，重量から空力パラメータを算出し飛散評価を行い，飛散の可能性の有無を評価・通知する。事前の確認がなされていない場合は，確認が完了するまでは飛散するものとして取り扱う。 (2)車両が置かれている場所 車両が飛散することによって評価対象施設等に衝突する可能性があるエリアを「車両管理エリア」と定め，車両が車両管理エリア内にある場合には，「2.2.2 管理方針」に示す管理を行う。	

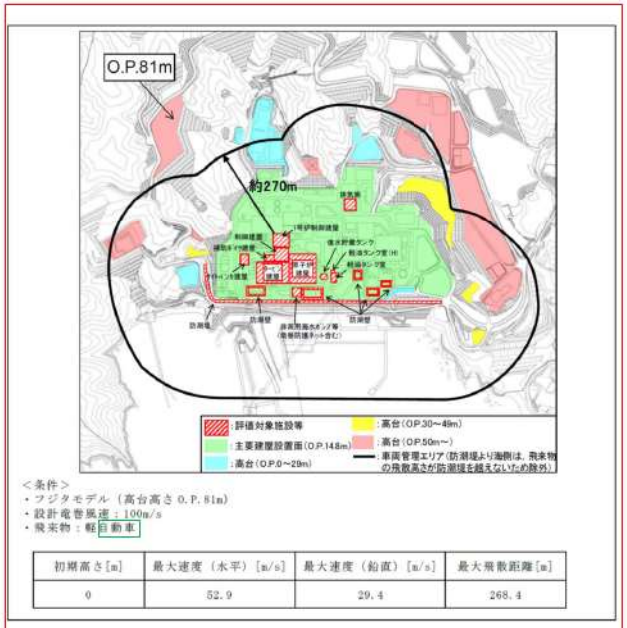
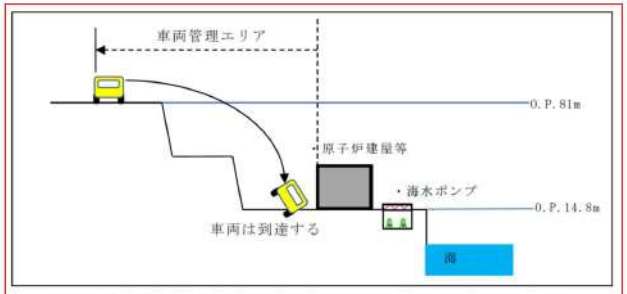
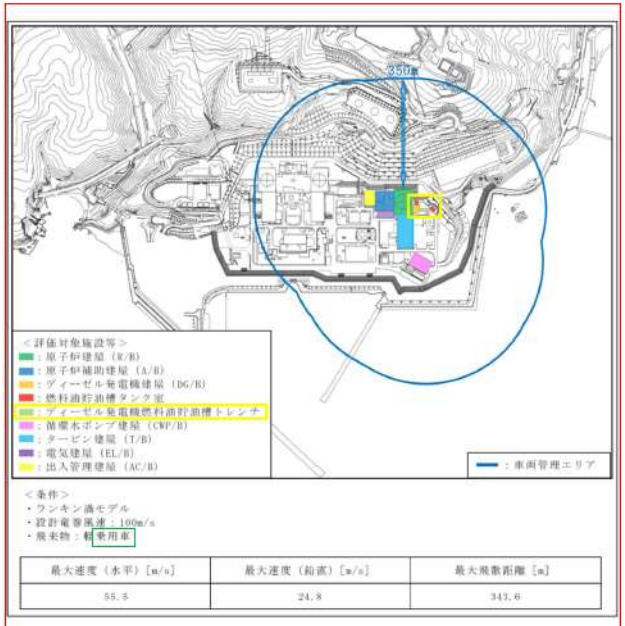
（表）

	種類	長さ［mm］	高さ［mm］	幅［mm］	最大総質量［kg］	自重［kg］	最大積載質量［kg］	側壁耐荷重［kg］	風荷重［kgf］	評価
４０ｆｔ（ハイキューブ）	1AAA	12,192	2,896	2,438	30,480	3,980	26,500	15,900	17,570	×
４０ｆｔ	1AA	12,192	2,591	2,438	30,480	3,830	26,650	15,990	15,730	○
２０ｆｔ	1CC	6,058	2,591	2,438	24,000	2,280	21,720	13,032	7,820	○

（図）



大飯発電所３／４号炉	女川原子力発電所２号炉	泊発電所３号炉	相違理由
	＜車両管理エリアの考え方（具体的なエリアは図２及び図３参照）＞ 車両管理エリアの範囲設定は，車両が飛散し，評価対象施設等に影響の与える範囲を保守的に設定する必要がある。そのため，各々の評価対象施設等に対する飛散影響を考慮して設定する。 評価対象施設等と車両の位置や高さの関係および車両の形状によって，飛散距離が異なることから，以下の観点で車両管理エリアを設定する。 ① 設置高さは評価対象施設等の周辺で最も高い高台（O.P.81m）を設定する ② ウォークダウンで確認された車両の形状を踏まえて，設計飛来物より運動エネルギーが大きく，最も飛散距離が大きい車両である「軽自動車」を飛来物として選定する ③ 最も高い高台（O.P. 81m）から最も飛散距離が大きい車両である「軽自動車」を水平速度が最大となる初期高さ 0mの条件において，フジタモデルで飛散させた場合，最大飛距離は約 270mと算出されることから，評価対象施設等から 270m の範囲を車両管理エリアと設定する	＜車両管理エリアの考え方（具体的なエリアは図２参照）＞ 車両管理エリアの範囲設定は，車両が飛散し，評価対象施設等に影響の与える範囲を保守的に設定する必要がある。そのため，各々の評価対象施設等に対する飛散影響を考慮して設定する。 車両の形状によって，飛散距離が異なることから，以下の観点で車両管理エリアを設定する。 ① ウォークダウンで確認された車両の形状を踏まえて，設計飛来物より運動エネルギーが大きく，最も飛散距離が大きい車両である「軽乗用車」を飛来物として選定する。 ② 最も飛散距離が大きい車両である「軽乗用車」をランキン渦モデルで飛散させた場合，最大飛距離は約350mと算出されることから，評価対象施設等から350mの範囲を車両管理エリアと設定する。	【女川】 設計方針の相違 ・泊では，ガイドに示されているランキン渦モデルを適用しており，初期高さを一律 40m として飛散評価しているが，女川では，フジタモデルを適用しており，飛散評価にあたって設定が必要となる設置高さ及び初期高さを記載している。 ・車両の形状（サイズ，質量）や風速場モデルの違いによる最大飛距離（車両管理エリア）の相違 【女川】 記載表現の相違

大飯発電所３／４号炉	女川原子力発電所２号炉	泊発電所３号炉	相違理由
	 ＜条件＞ ・フジタモデル（高台高さ O.P.81m） ・設計竜巻風速：100m/s ・飛来物：軽自動車 初期高さ[m] / 最大速度（水平）[m/s] / 最大速度（鉛直）[m/s] / 最大飛散距離[m] 0 / 52.9 / 29.4 / 268.4 図２　車両管理エリア  図３　評価対象施設等と車両の所在位置との高さの関係 飛散しない車両であっても横滑りの検討が必要であるが，フェンス等の障害物により横滑りを防止できない範囲を横滑り対策の検討対象とする。 (3) 車両の状態 停車：運転手が車両に乗っている（走行中含む），または緊急時に車両に即座に駆けつけることができる状態。	 ＜条件＞ ・ランキン渦モデル ・設計竜巻風速：100m/s ・飛来物：乗用車 最大速度（水平）[m/s] / 最大速度（鉛直）[m/s] / 最大飛散距離 [m] 55.5 / 24.8 / 343.6 図２　車両管理エリア 飛散しない車両であっても横滑りの検討が必要であるが，フェンス等の障害物により横滑りを防止できない範囲を横滑り対策の検討対象とする。 (3) 車両の状態 停車：運転手が車両に乗っている（走行中含む），または緊急時に車両に即座に駆けつけることができる状態。	【女川】 設計方針の相違 ・泊では，ガイドに示されているランキン渦モデルを適用しており，初期高さを一律 40m として飛散評価しているが，女川では，フジタモデルを適用しており，飛散評価にあたって設定が必要となる設置（設置面）高さ及び初期高さを記載している。 ・評価対象施設等の相違 ・車両の形状（サイズ，質量）や風速場モデルの違いによる最大速度及び最大飛散距離（車両管理エリア）の相違 【女川】 記載表現の相違 【女川】 設計方針の相違 ・女川では，フジタモデルを適用しており，車両の高さが飛散距離に影響を与えるため，関係図を記載しているが，泊では，ガイドに示されているランキン渦モデルを適用しており，初期高さを一律 40m として飛散評価しているため，記載していない。

大飯発電所３／４号炉	女川原子力発電所２号炉	泊発電所３号炉	相違理由
	駐車：停車時以外の状態。 (4) 竜巻襲来に対する体制の状態 「2.1　竜巻運用対策の実施基準」のとおり。	駐車：停車時以外の状態。 (4) 竜巻襲来に対する体制の状態 「2.1　竜巻運用対策の実施基準」のとおり。	
（補足説明資料 13） 別紙７ 竜巻襲来の恐れが生じた場合の車両の退避運用について（詳細検討中）	2.2.1.2 車両の管理方針	2.2.1.2 車両の管理方針	【大飯】 記載方針の相違 ・女川審査実績の反映
１．基本方針 竜巻防護施設の安全機能維持に影響を与えないよう、竜巻防護施設周辺に駐車されている車両を固縛又は退避させる必要がある。 発電所内には、一般の駐車車両と作業車両が存在し、それらに対し有効な退避方法が重要である。また、竜巻防護施設の安全のみならず、運転者の安全を確保した退避ルールを定める必要がある。 ２．車両の固縛 （１）運転者が車両近傍に常駐する停車車両の取扱い ①作業車両や巡回バス等の運転者が車両付近に常駐※１しているものについては、車両の固縛対策は実施しない。 （２）車両飛散距離（３５０m以内（鯨谷周辺は３８０m以内））に駐車する車両の取扱い ① 社内標準等で定められた固縛方法※２により固縛する。 ② ①が困難な場合は、事務所※３に運転者が確実に確保されていることを条件※４に固縛を行わない。 ※１：直ちに車両を移動させることが出来る状態をいう。 ※２：車両の強度を含め、竜巻による荷重に耐えられる固縛方法をいう。 ※３：第一事務所、第二事務所および３５０m圏内の協力会社事務所。 ※４：平日の昼間において、車両所有者が事務所より離席する等で車両の移動が困難な場合は、運転者を指定しキーの受け渡しを行う等の対策を行う（詳細については社内標準にてルール化予定）。	上記の考慮事項に基づき，車両の管理方針を以下のとおり定める。また，発電所への入構車両の管理方針を表 1，管理イメージを図 3 に示す。 (1) 飛散しない車両の場合 ａ．飛散も横滑りもしない車両 飛散も横滑りもしない車両は，車両管理エリアでの駐車時または停車時の対策は不要とする。 ｂ．飛散はしないが横滑りする車両 横滑りによる悪影響を考慮し，以下のとおりとする。 ・駐車状態の車両は，平時，竜巻警戒レベル「低」～「高」時のいずれにおいても固縛する。ただし，評価対象施設等に影響を及ぼす可能性がないとされた場所（下記の①）に駐車する車両の固縛は不要とする ・停車状態の車両は，平時及び竜巻警戒レベル「低」時では対策不要だが，竜巻警戒レベル「中」又は「高」時には固縛する，もしくは車両退避エリアに退避する。ただし，駐車時と同様に，評価対象施設等に影響を及ぼす可能性がないと指定された場所（下記の①）に準備体制確認時以前より入域している場合は退避不要とする ・上記の退避又は固縛を速やかに開始するため，車両管理エリア内の車両については，竜巻警戒レベル「低」時の段階で，運転者が近くに待機する ＜横滑りへの対策が不要となる場所＞ ①車両管理エリア内で，竜巻の風荷重に対し構造健全性を維持することが確認された建屋，構築物の内部（竜巻警戒レベル「低」以前に，作業等で既に入域している車両が対象） (2) 飛散する車両の場合 ・駐車状態の車両については，固縛する ・停車状態の車両については，平時及び竜巻警戒レベル「低」時では対策不要だが竜巻警戒レベル「中」又は「高」時には固縛する，もしくは車両退避エリアに退避する。ただし，飛散しない車両と同様に，評価対象施設等に影響を及ぼす可能性がないと指定された場所に竜巻警戒レベル「低」時以前より入域している場合は退避不要とする	上記の考慮事項に基づき，車両の管理方針を以下のとおり定める。また，発電所への入構車両の管理方針を表１，管理イメージを図３に示す。 (1) 飛散しない車両の場合 ａ．飛散も横滑りもしない車両 飛散も横滑りもしない車両は，車両管理エリアでの駐車時または停車時の対策は不要とする。 ｂ．飛散はしないが横滑りする車両 横滑りによる悪影響を考慮し，以下のとおりとする。 ・駐車状態の車両は，平時，竜巻警戒レベル「竜巻監視対応」～「竜巻退避対応」時のいずれにおいても固縛する。ただし，評価対象施設等に影響を及ぼす可能性がないとされた場所（下記の①）に駐車する車両の固縛は不要とする。 ・停車状態の車両は，平時及び竜巻警戒レベル「竜巻監視対応」時では対策不要だが，竜巻警戒レベル「竜巻退避準備対応」又は「竜巻退避対応」時には固縛する，若しくは車両退避エリアに退避する。ただし，駐車時と同様に，評価対象施設等に影響を及ぼす可能性がないと指定された場所（下記の①）に竜巻警戒レベル「竜巻監視対応」時以前より入域している場合は退避不要とする。 ・上記の退避又は固縛を速やかに開始するため，車両管理エリア内の車両については，竜巻警戒レベル「竜巻監視対応」時の段階で，運転者が近くに待機する。 ＜横滑りへの対策が不要となる場所＞ ①車両管理エリア内で，竜巻の風荷重に対し構造健全性を維持することが確認された建屋，構築物の内部（竜巻警戒レベル「竜巻監視対応」時以前に，作業等で既に入域している車両が対象） (2) 飛散する車両の場合 ・駐車状態の車両については，固縛する ・停車状態の車両については，平時及び竜巻警戒レベル「竜巻監視対応」時では対策不要だが，竜巻警戒レベル「竜巻退避準備対応」又は「竜巻退避対応」時には固縛する，若しくは車両退避エリアに退避する。ただし，飛散しない車両と同様に，評価対象施設等に影響を及ぼす可能性がないと指定された場所に竜巻警戒レベル「竜巻監視対応」時以前より入域している場合は退避不要とする	【女川】 記載表現の相違 ・各警戒レベルの表現の相違 【女川】 記載表現の相違 ・各警戒レベルの表現の相違

大飯発電所３／４号炉

女川原子力発電所２号炉

・停車状態で作業を行っている工事車両の場合，竜巻警戒レベル「中」又は「高」時には，速やかに作業を中止し，車両，物品の固縛，離隔等の飛散防止対策を実施する。なお，作業中止及び車両，物品の固縛，離隔等行うために時間を要する作業（クレーン車等による大型重量物の吊り上げ作業等）を実施する場合には，事前の気象予報等を踏まえて，作業可否の判断を行う運用を行う

・上記の退避又は固縛を速やかに開始するため，車両管理エリア内の車両については，竜巻警戒レベル「低」時の段階で，運転者が近くに待機する

表１ 発電所への入構車両の管理方針

飛散の有無	配置場所	車両の状態	管理方法	
			平時及び竜巻警戒レベル「低」時	竜巻警戒レベル「中」時及び竜巻警戒レベル「高」時
飛散も横滑りもしない車両	車両管理エリア内外	駐車	対策不要	
		停車		
飛散はしないが横滑りはする車両	車両管理エリア内	駐車	固縛※１	
		停車	固縛又は退避の準備ができていること	固縛又は退避※１
	車両管理エリア外	駐車	対策不要	
		停車		
飛散する車両	車両管理エリア内	駐車	固縛	
		停車	固縛又は退避の準備ができていること	固縛又は退避
	車両管理エリア外	駐車	対策不要	
		停車		

※１　竜巻の風荷重に対し構造健全性を維持することが確認された建屋，構築物の内部に竜巻警戒レベル「低」以前に入域している車両は対象外

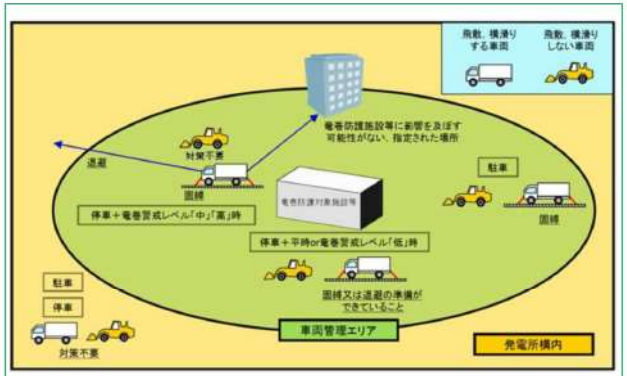


図３ 発電所への入構車両の管理イメージ

泊発電所３号炉

・停車状態で作業を行っている工事車両の場合，竜巻警戒レベル「竜巻退避準備対応」又は「竜巻退避対応」時には，速やかに作業を中止し，車両，物品の固縛，離隔等の飛散防止対策を実施する。なお，作業中止及び車両，物品の固縛，離隔等行うために時間を要する作業（クレーン車等による大型重量物の吊り上げ作業等）を実施する場合には，事前の気象予報等を踏まえて，作業可否の判断を行う運用を行う

・上記の退避又は固縛を速やかに開始するため，車両管理エリア内の車両については，竜巻警戒レベル「竜巻監視対応」時の段階で，運転者が近くに待機する

表１　発電所への入構車両の管理方針

飛散の有無	配置場所	車両の状態	管理方法			
			平時	竜巻警戒レベル		
				竜巻監視対応時	竜巻退避準備対応時	竜巻退避対応時
飛散も横滑りもしない車両	車両管理エリア内外	駐車	対策不要			
		停車				
飛散はしないが横滑りする車両	車両管理エリア内	駐車	固縛※１			
		停車	固縛又は退避の準備が出来ていること		固縛又は退避※１	
	車両管理エリア外	駐車	対策不要			
		停車				
飛散する車両	車両管理エリア内	駐車	固縛			
		停車	固縛又は退避の準備が出来ていること		固縛又は退避※１	
	車両管理エリア外	駐車	対策不要			
		停車				

※１　竜巻の風荷重に対し構造健全性を維持することが確認された建屋，構築物の内部に竜巻警戒レベル「竜巻監視対応」時以前に入域している車両は対象外

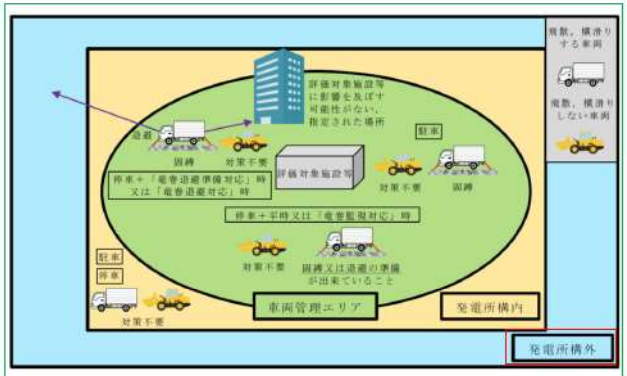


図３　発電所への入構車両の管理イメージ

相違理由

【女川】
記載表現の相違
・各警戒レベルの表現の相違

【女川】
記載表現の相違
・各警戒レベルの表現の相違

【女川】
記載表現の相違
・各警戒レベルの表現の相違

【女川】
設計方針の相違
・泊では，発電所構外の退避エリア候補地に退避する方針。（女川では，発電所構内の退避エリア候補地に退避。）

大飯発電所３／４号炉	女川原子力発電所２号炉	泊発電所３号炉	相違理由
３．退避場所の選定 （１）基本方針 ・竜巻防護施設から車両飛散距離以上（鮫谷周辺３８０ｍ、その他３５０ｍ）となること。 ・作業車両等が迅速に退避できるよう複数箇所を選定。 ・運転者が避難できる建物があること。 ・退避場所へ移動する際に渋滞等による退避の遅れが生じないよう、退避ルートが交錯しない場所を選定。 （２）退避場所の候補 ①鮫谷（ディーゼル消火ポンプ室付近） ②協力会社事務所周辺 ③ＰＲ館周辺 なお、緊急時のみ鮫谷トンネルも避難場所とする。 （３）退避場所の周知方法案 ・作業者に関しては入所時教育、定検前教育等で避難方法など竜巻に対する対応方法の周知を図る。 ・仕様書、作業安全指示書等により、避難場所を指定する。 ・一時立入者については、正門で避難ルールを記載したペーパーを手渡すことにより周知を図る。 図１．車両退避場所	2.2.1.3 車両の退避場所 車両の退避について，退避エリア候補地①及び②へ退避する場合の退避ルートを図４で例示する。 構内へ入域する車両のうち，原子炉建屋等の防護対象施設周りに駐車する車両は，工事用車両が多く，原則，固縛対策を行うことで飛来物化しないと考えられることから，評価対象施設の近辺で最も避難する車両が多いと考えられる事務新館を基点として考える。 退避エリア候補地①及び②への車両の避難に要する時間については表２のとおりであり，竜巻襲来までの時間余裕として見込んでいる 30 分の中で，退避は可能と判断している。今後，構内の道路状況や関連設備の整備状況を踏まえて運用面の具体的な手順化を行っていく。	2.2.1.3 車両の退避場所 車両の退避について，発電所構外の退避エリア候補地①～④へ退避する場合の退避ルートを図４で例示する。 構内へ入域する車両のうち，原子炉建屋等の外部事象防護対象施設を内包する建屋周りに駐停車する車両は，工事用車両が多く，固縛対策を行う，若しくは車両退避エリアに退避することから，評価対象施設の近辺で最も退避エリア候補地までの距離が遠くなる原子炉補助建屋屋上を基点として考える。 退避エリア候補地①～④への車両の避難に要する時間については表２のとおりであり，竜巻襲来までの時間余裕として見込んでいる 60 分の中で，退避は可能と判断している。今後，構内の道路状況や関連設備の整備状況を踏まえて運用面の具体的な手順化を行っていく。	【大飯】 記載方針の相違 ・女川審査実績の反映 【女川】 設計方針の相違 ・泊では，発電所構外にある退避エリア候補地４箇所に退避する方針。（女川では，発電所構内の退避エリア候補地に退避。） ・泊では，外部事象防護対象施設（排気筒の建屋外部分は除く）は建屋に内包されている。 ・泊では，工事用車両は固縛若しくは退避する方針であり，退避エリア候補地から最も遠くなる原子炉補助建屋屋上を基点としている。 ・女川では，発電所上空で「竜巻発生確度２」又は「雷活動度４」が発生した場合に退避する方針であるが，泊では，「竜巻発生確度２」かつ「雷活動度３以上」が発生した場合，又は 60 分先予測値からその恐れがある場合に退避する方針である。また，これら竜巻発生確度や雷活動度は，ナウキャストにより，10 分～60 分先まで予測されており，泊は 60 分先の予測値を用いて退避する運用としていることから，時間余裕は 60 分としている。（島根と同じ）

大飯発電所３／４号炉

【比較のため補足説明資料 13 別紙７参考２を記載】

【参考２】退避時間の考え方
（１）退避時間の考え方
・本検討は概念的な考え方を示すものであり、時間等は確認されたものではない。
・竜巻監視強化（フローにおけるＳＴＥＰ１）開始から、竜巻襲来までの時間余裕を３０分程度と想定
（参考１「(1)竜巻対応準備開始判断基準の捕捉性」参照）
・監視強化開始から竜巻対応準備（フローにおけるＳＴＥＰ２）開始までの時間を５分と想定（レーダーナウキャスト監視判断時間）
・退避開始判断（フローにおけるＳＴＥＰ３）から竜巻襲来までの最短時間を１５分程度と想定
（参考１(3)竜巻襲来までの時間余裕に関する考察）
・現状での飛散防止対策が必要な場所への駐車台数は計６５台
3,4 号機中央道路２ 台→鯨谷側へ
第１事務所 14 台、第２事務所８ 台、車庫９ 台、消防車庫２ 台、Ｄ棟駐車場 30 台、計 63 台→協力会社事務所側へ
・常時運転者のいる警備車両等は約３０台正門付近 10 台、研修棟付近 20 台→ＰＲ館へ退避※
・常時運転者のいる作業車両の最大数約５０台（定検実績より）その日の作業状況により、退避場所を振り分ける。
※：スムーズに退避出来るよう正門での運用について現在検討中

女川原子力発電所２号炉

【6 竜巻-別添 1-添付 3.5-13 にて比較】

表２　退避に要する所要時間

	事務新館からの距離	想定時間※
退避エリア候補地①	約 1.1km	約 14 分
退避エリア候補地②	約 1.9km	約 24 分

※退避時の車両渋滞の可能性も考慮し，保守的に車両の移動速度を徒歩（80m／分）程度として算出した。

泊発電所３号炉

【6 竜巻-別添 1-添付 3.5-13 にて比較】

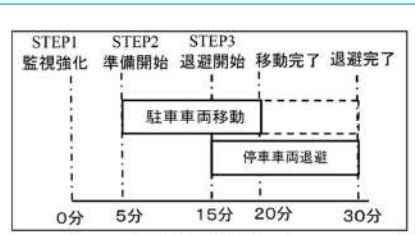
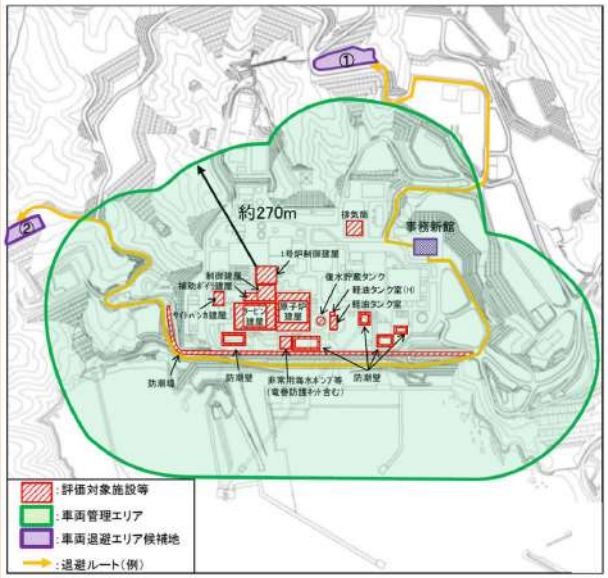
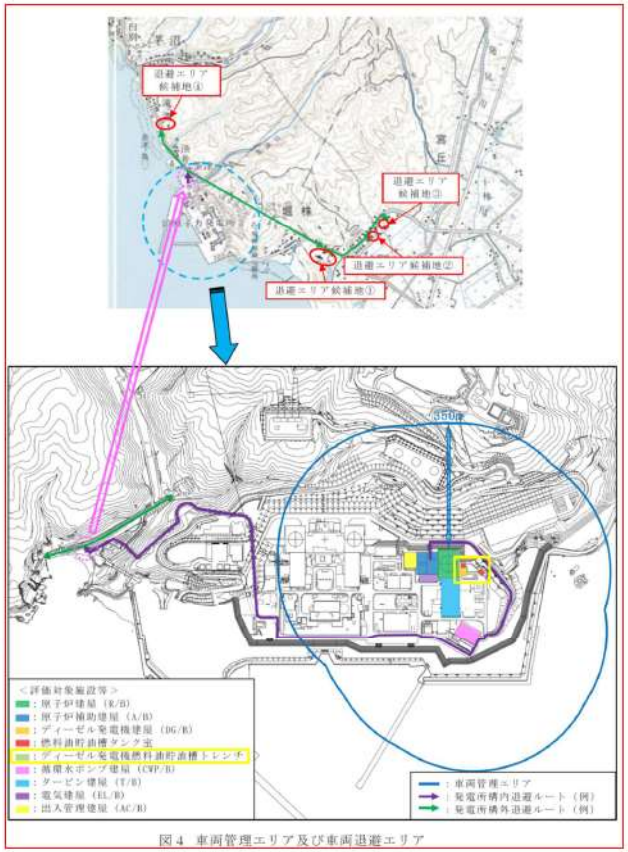
表２　退避に要する所要時間

退避エリア候補地	原子炉補助建屋屋上からの距離			想定時間※1		
	構内退避ルート	構外退避ルート	合計	構内退避ルート	構外退避ルート	合計
①	約 2.4km	約 2.5km	約 4.9km	約 30 分	約 15 分	約 45 分
②		約 3.2km	約 5.6km		約 20 分	約 50 分
③		約 3.7km	約 6.1km		約 23 分	約 53 分
④		約 1.2km	約 3.6km		約 8 分	約 38 分

※１　発電所構内退避ルート（図４の紫線）については，退避時の車両渋滞の可能性も考慮し，保守的に車両の移動速度を徒歩（80m／分）程度として算出した。又，発電所構外退避ルート（図４の緑線）については，車両渋滞の可能性は考え難いものの，公益財団法人　日本道路交通情報センターＨＰより，一般道の渋滞速度 10km／h を採用して算出した。

相違理由

【大飯】
記載方針の相違
・女川審査実績の反映
・大飯では，退避時間について概念的な考え方を示している。

大飯発電所３／４号炉	女川原子力発電所２号炉	泊発電所３号炉	相違理由
【比較のため補足説明資料 13 別紙７参考２を記載】 図６．退避場所と退避ルート  図７．退避時間イメージ	 図４ 車両管理エリア及び車両退避エリア	 図４ 車両管理エリア及び車両退避エリア	【大飯，女川】 設計方針の相違 ・泊では，発電所構外にある退避エリア候補地４箇所に退避する方針。（大飯，女川では，発電所構内の退避エリア候補地に退避。） 【大飯】 記載方針の相違 ・女川審査実績の反映

大飯発電所３／４号炉

【比較のため補足説明資料13別紙７参考２を記載】

（２）退避時間

ａ．ＳＴＥＰ２（竜巻対応準備）での駐車車両の移動時間

・２方向に移動（鯨谷２４台、協力会社事務所４１台）

・ＳＴＥＰ１（監視強化）から５分（判断時間）でＳＴＥＰ２に移行すると想定。

・移動距離を１ｋｍ、渋滞を考慮し走行速度１０ｋｍ／ｈ※１とする。

・５０ｍ の間隔（６秒に１台）で順次退避すると想定。

・協力会社事務所周辺への走行時間

＝６秒／台×４０台＋６分＝１０分

・保守性を考慮し、１台目の移動開始までの時間５分と仮定する。

・協力会社事務所周辺への移動完了時間

＝走行時間１０分＋出発までの時間５分＝１５分

・駐車車両の移動時間は１５分程度、竜巻準備の判断時間を含めても２０分程度であり、十分に退避することが可能である。

図８．駐車車両移動時間

ｂ．竜巻襲来の可能性検知（フローにおけるＳＴＥＰ２）後の退避時

・定検時の作業車両数約５０台（２ユニット定検時の最大入構実績４９台）

・警備車両等の緊急車両は約３０台

・作業車両は鯨谷と協力会社事務所周辺の２方向に退避する。

・緊急車両は正門付近に集中しているため、ＰＲ館への退避を基本

・警備車両については巡回を考慮し、１０台分を作業車両に加算する

・ＳＴＥＰ１で予告されていることから、退避開始時間を２分と想定

・２台目以降については、ａ．と同様の条件とする。

・鯨谷及び協力会社事務所周辺への退避時間

＝２分＋６秒／台×（２４台＋５台）＋６分＝１０分５４秒

・ＰＲ館への退避時間※２ＰＰゲート開放に２分、走行距離を５００ｍと仮定し３分とすると、

＝２分＋６秒／台×２９台＋２分＋３分＝９分５４秒

・作業車両についても、保守的に見積もった時間裕度１５分に対し、時間余裕は確保出来ていると考える。

女川原子力発電所２号炉

【比較のため再掲】

表２　退避に要する所要時間

	事務新館からの距離	想定時間※
退避エリア候補地①	約 1.1km	約 14 分
退避エリア候補地②	約 1.9km	約 24 分

※退避時の車両渋滞の可能性も考慮し，保守的に車両の移動速度を徒歩（80m／分）程度として算出した。

泊発電所３号炉

【比較のため再掲】

表２　退避に要する所要時間

退避エリア候補地	原子炉補助建屋屋上からの距離			想定時間※1		
	構内退避ルート	構外退避ルート	合計	構内退避ルート	構外退避ルート	合計
①	約 2.4km	約 2.5km	約 4.9km	約 30 分	約 15 分	約 45 分
②		約 3.2km	約 5.6km		約 20 分	約 50 分
③		約 3.7km	約 6.1km		約 23 分	約 53 分
④		約 1.2km	約 3.6km		約 8 分	約 38 分

※１　発電所構内退避ルート（図４の紫線）については，退避時の車両渋滞の可能性も考慮し，保守的に車両の移動速度を徒歩（80m／分）程度として算出した。又，発電所構外退避ルート（図４の緑線）については，車両渋滞の可能性は考え難いものの，公益財団法人　日本道路交通情報センターＨＰより，一般道の渋滞速度10km／h を採用して算出した。

相違理由

【大飯，女川】

設計方針の相違

・泊では，発電所構外にある退避エリア候補地４箇所に退避する方針。（大飯，女川では，発電所構内の退避エリア候補地に退避。）

・泊では，発電所構内の移動速度は，徒歩程度として80m/分（4.8km/h）（女川と同様），発電所構外の移動速度は，渋滞速度を採用して10km/h（大飯と同様）として，想定時間を算出している。

【大飯】

記載方針の相違

・女川審査実績の反映

大飯発電所３／４号炉	女川原子力発電所２号炉	泊発電所３号炉	相違理由
【比較のため補足説明資料 13 別紙７参考２を記載】 図９．停車車両移動時間 ※１：公益財団法人日本道路交通情報センターＨＰより、一般道での渋滞速度１０ｋｍ／ｈを採用した。 ※２：スムーズに退避出来るよう正門での運用について現在検討中 以 上			【大飯】 記載方針の相違 ・女川審査実績の反映
【6 竜巻-別添 1-添付 3.5-31, 32 にて比較】 ４．退避手順に関する検討（詳細については現在検討中） 竜巻に関する被害を防止するためには、竜巻の兆候を早期に検知し、事前に準備を行うことが重要である。兆候を早期に検知する方法として、気象庁から発表される「竜巻注意情報」、「雷注意報」、さらにレーダーナウキャストによる予測を用いる。 気象庁による監視体制も強化※され、さらに研究も進んでいることから、今後更なる予測精度の向上が見込まれる。よって、後述の判断基準等については、今後もデータ・知見等の収集に努め、より信頼度の高い判断基準となるよう検討を継続し、改善を図っていくものとする。 ※：2013 年 3 月に気象レーダーのドップラーレーダー化が完了 （１）竜巻警戒レベル１：監視強化①判断基準 ・「竜巻注意情報」又は「雷注意報（竜巻、ひょう）」発令時②対応 ・当直課長は所内に竜巻注意情報又は雷注意報が発令された旨の所内一斉放送を行う。 ・当直員はレーダーナウキャストによる監視を開始。監視範囲は北緯３５度東経１３５度～北緯３６度東経１３６度：約９１×約１１１ｋｍ四方とし、６０分後の予測値まで監視する。 ・当直課長は所長室長（又は休日当番者）に対し、竜巻監視強化基準となったことを連絡するとともに、所内一斉放送により、周知を行う。 （２）竜巻警戒レベル２：竜巻対応準備 ①判断基準 ・発電所上空において、レーダーナウキャスト「竜巻発生確度２」又は「雷活動度２以上」となった場合。または、その進行方向などから、発電所到達の恐れがあると判断した場合	2.2.2 車両以外の物品の管理 2.2.2.1 管理に際し考慮する事項 発電所内に持ち込まれる車両以外の物品については，以下のとおり，物品の飛散の可能性，物品の置かれている場所，竜巻襲来に対する体制の状態に応じて対策を行う。 (1)物品の飛散の可能性 発電所に持ち込まれる予定のある物品については，原則として事前にサイズ，重量から空力パラメータを算出し飛散評価を行い，飛散の可能性の有無を評価する。事前の確認がなされていない場合は，確認が完了するまでは飛散するものとして取り扱う。 (2)物品が置かれている場所 物品が飛散することによって評価対象施設等に衝突する可能性があるエリアを「物品管理エリア」と定め，物品が物品管理エリア内にある場合には，「2.3.2 管理方針」に示す管理を行う。	2.2.2 車両以外の物品の管理 2.2.2.1管理に際し考慮する事項 発電所構内に持ち込まれる車両以外の物品については，以下のとおり，物品の飛散の可能性，物品の置かれている場所，竜巻襲来に対する体制の状態に応じて対策を行う。 (1)物品の飛散の可能性 発電所に持ち込まれる予定のある物品については，原則として事前にサイズ，重量から空力パラメータを算出し飛散評価を行い，飛散の可能性の有無を評価する。事前の確認がなされていない場合は，確認が完了するまでは飛散するものとして取り扱う。 (2)物品が置かれている場所 物品が飛散することによって評価対象施設等に衝突する可能性があるエリアを「物品管理エリア」と定め，物品が物品管理エリア内にある場合には，「2.3.2管理方針」に示す管理を行う。	【女川】 記載表現の相違

大飯発電所３／４号炉	女川原子力発電所２号炉	泊発電所３号炉	相違理由
【6 竜巻-別添 1-添付 3.5-32～34 にて比較】 ②対応 ・所長室長（又は休日当番者）はレーダーナウキャストの監視により、竜巻対応準備が必要になったと判断した場合、当直課長に連絡する。 ・当直課長は所内一斉放送により、全所員に周知を行う。 ・駐車車両所有者は竜巻に対する防護準備として、所定の位置に車両の移動を行う。 ・作業担当課は屋外作業者に対し、物品の固縛等の竜巻対応準備を開始するよう指示する。 ・竜巻対応準備の完了については、各担当課が取りまとめ、所長室（又は休日当番者）に報告する。 （２）竜巻警戒レベル３：避難開始 ①判断基準 ・発電所上空において、レーダーナウキャスト「竜巻発生確度２」かつ「雷活動度３以上」となった場合。または、その進行方向等から発電所到達の恐れがあると判断した場合 ②対応 ・所長室長（又は休日当番者）はレーダーナウキャストの監視により、避難が必要になったと判断した場合、当直課長に連絡するとともに、警戒本部を設置する。 ・当直課長は一斉放送により、避難開始を周知する。 ・屋外作業者は直ちに作業を中止し、屋内に避難する。 ・作業車両の運転者は、作業車両と共に最寄の避難場所に避難し、指定された建物内に避難する。 ・避難の完了は各担当課が取りまとめ、警戒本部に報告する（警戒本部は実被害を受けた場合、非常対策本部となる）。 図２．物品等飛散防止対策・車両退避フロー	＜物品管理エリアの考え方（具体的なエリアは図５参照）＞ 物品管理エリアの範囲設定は，物品が飛散し，評価対象施設等に影響の与える範囲を保守的に設定する必要がある。そのため，各々の評価対象施設等に対する飛散影響を考慮して設定する。 評価対象施設等と物品の位置や高さの関係および物品の形状によって，飛散距離が異なることから，以下の観点で物品管理エリアを設定する。 ① 設置高さは評価対象施設等の周辺で最も高い高台（0.P. 81m）を設定する ② ウォークダウンで確認された物品の種類を踏まえて，設計飛来物より運動エネルギーが大きく，最も飛散距離が大きい物品である「コンテナボックス」を飛来物として選定する ③ 最も高い高台（0.P. 81m）から最も飛散距離が大きい物品である「コンテナボックス」を水平速度が最大となる初期高さ 0mの条件において，フジタモデルで飛散させた場合，最大飛距離は約 300mと算出されることから，評価対象施設等から 300m の範囲を物品管理エリアと設定する	＜物品管理エリアの考え方（具体的なエリアは図５参照）＞ 物品管理エリアの範囲設定は，物品が飛散し，評価対象施設等に影響の与える範囲を保守的に設定する必要がある。そのため，各々の評価対象施設等に対する飛散影響を考慮して設定する。 物品の形状によって，飛散距離が異なることから，以下の観点で物品管理エリアを設定する。 ① ウォークダウンで確認された物品の種類を踏まえて，設計飛来物より運動エネルギーが大きく，最も飛散距離が大きい物品である「プレハブ小屋」を飛来物として選定する ② 最も飛散距離が大きい物品である「プレハブ小屋」をランキン渦モデルで飛散させた場合，最大飛距離は約430mと算出されることから，評価対象施設等から430mの範囲を物品管理エリアと設定する	【女川】 設計方針の相違 ・泊では，ガイドに示されているランキン渦モデルを適用しており，初期高さを一律 40m として飛散評価しているが，女川では，フジタモデルを適用しており，飛散評価にあたって設定が必要となる設置高さ及び初期高さを記載している。 ・発電所敷地内の屋外物品の違いやモデルの違いによる最大飛距離（物品管理エリア）の相違

大飯発電所３／４号炉

【6 竜巻-別添 1-添付 3.5-35, 36 にて比較】

【参考１】竜巻に関する気象情報についての考察

（１）竜巻対応準備開始判断基準の捕捉性

藤田スケール（Ｆスケール）１以上の竜巻に対し、判断基準である「竜巻注意情報」又は「雷注意報（竜巻又はひょう）」が竜巻を捕捉した確率を調査（気象庁ＨＰ「竜巻注意情報の発表状況」より、２０１０～２０１３年の４年間のデータにて調査）

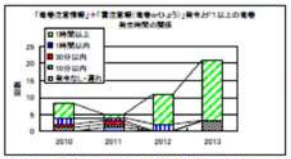


図３．竜巻発生と注意情報等発令時間

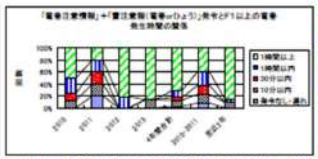


図４．竜巻発生と注意情報等発令時間（割合）

表１．竜巻発生と注意情報等発令時間

	2010	2011	2012	2013	4年間合計	2010-2011	至近2年
発令なし・遅れ	0	1	0	0	1	1	0
10分以内	1	1	0	3	5	2	3
30分以内	1	1	0	0	2	2	0
1時間以内	2	1	2	0	5	3	2
1時間以上	4	1	9	18	32	5	27
合計	8	5	11	21	45	13	32

捕捉率	100.0%	80.0%	100.0%	100.0%	97.8%	92.3%	100.0%
猶予10分以上の割合	87.5%	60.0%	100.0%	85.7%	86.7%	76.9%	90.6%
猶予30分以上の割合	75.0%	40.0%	100.0%	85.7%	82.2%	61.5%	90.6%

・捕捉率９７．８％（４５回の竜巻発生回数に対し、捕捉出来なかったのは１回のみ）

・至近２年間では捕捉率１００％、かつ、猶予３０分以上が９０．６％と、高い確率で捕捉出来ている。

・Ｆ３竜巻（２０１２年５月６日：茨城県つくば市）においては、竜巻発生の６時間４８分前に「雷注意報（竜巻、ひょう）」が発令されている。

・２０１３年３月に気象庁の監視体制が強化（気象レーダーのドップラー化）されたことから、更なる精度の向上が期待できる。

よって、「竜巻注意情報」又は「雷注意報（竜巻又はひょう）」発令による監視強化開始は妥当であると考える。

（２）竜巻対応準備、退避開始判断の妥当性

ａ．判断基準：

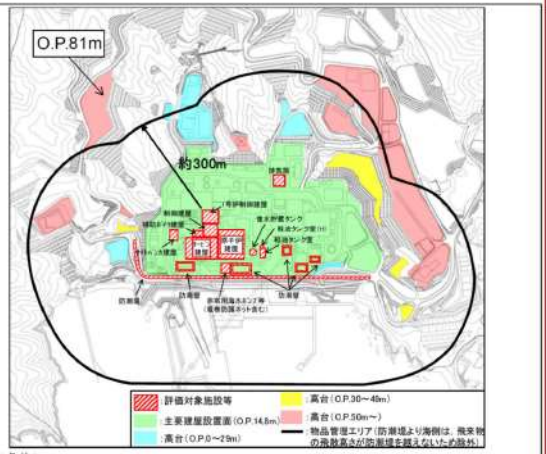
竜巻対応準備：レーダーナウキャスト「竜巻発生確度２」又は「雷活動度２以上」

退避開始　：レーダーナウキャスト「竜巻発生確度２」及び「雷活動度３以上」

上記の状況が発電所上空に発生、又は、発生の恐れがある場合

（監視範囲は北緯３５度東経１３５度～北緯３６度東経１３６度）

女川原子力発電所２号炉



＜条件＞
・フジタモデル（高台高さ O.P.81m）
・設計竜巻風速：100m/s
・飛来物：コンテナボックス

初期高さ[m]	最大速度（水平）[m/s]	最大速度（鉛直）[m/s]	最大飛散距離[m]
0	54.7	29.8	296.0

図５　物品管理エリア

飛散しない物品であっても横滑りの検討が必要であるが，フェンス等の障害物により横滑りを防止できない範囲を横滑り対策の検討対象とする。

(3)竜巻襲来に対する体制の状態

「2.1運用管理の基準」のとおり。

2.2.2.2 車両以外の物品の管理方針

上記の条件に基づき，車両以外の物品の管理方針を以下のとおり定める。

また，管理方針のまとめを表３に示す。

(1)飛散しない物品の場合

ａ．飛散も横滑りもしない物品

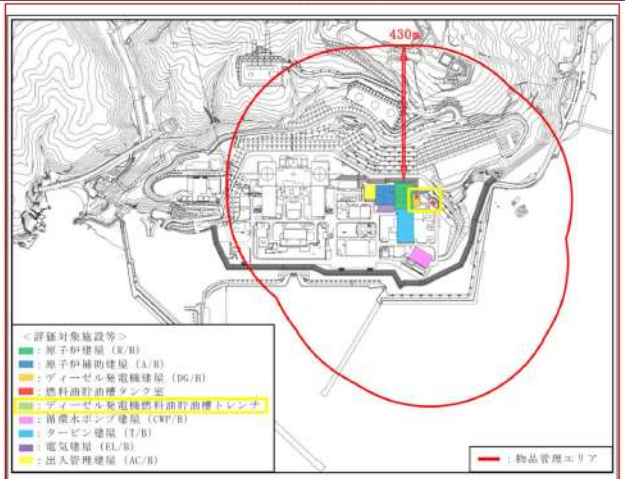
飛散も横滑りもしない物品は，物品管理エリアでの対策は不要とする。

ｂ．飛散はしないが横滑りする物品

横滑りによる悪影響を考慮し以下のとおりとする。

・平時及び竜巻警戒レベル「低」～「高」のいずれにおいても原則として固定・固縛しておくが，作業等で一時的に固定・固縛を解除している物品は，準備作業開始時に移行した場合には速やかに再固定・再固縛が可能なよう，作業者が物品から離れないようにする

泊発電所３号炉



＜条件＞
・ランキン渦モデル
・設計竜巻風速：100m/s
・飛来物：プレハブ小屋

最大速度（水平）[m/s]	最大速度（鉛直）[m/s]	最大飛散距離[m]
63.7	18.7	424.9

図５　物品管理エリア

飛散しない物品であっても横滑りの検討が必要であるが，フェンス等の障害物により横滑りを防止できない範囲を横滑り対策の検討対象とする。

(3)竜巻襲来に対する体制の状態

「2.1運用管理の基準」のとおり。

2.2.2.2 車両以外の物品の管理方針

上記の条件に基づき，車両以外の物品の管理方針を以下のとおり定める。

また，管理方針のまとめを表３に示す。

(1) 飛散しない物品の場合

ａ．飛散も横滑りもしない物品

飛散も横滑りもしない物品は，物品管理エリアでの対策は不要とする。

ｂ．飛散はしないが横滑りする物品

横滑りによる悪影響を考慮し以下のとおりとする。

・平時及び竜巻警戒レベル「竜巻監視対応」～「竜巻退避対応」時のいずれにおいても原則として固定・固縛しておくが，作業等で一時的に固定・固縛を解除している物品は，竜巻警戒レベル「竜巻監視対応」時に移行した場合には速やかに再固定・再固縛が可能なよう，作業者が物品から離れないようにする

相違理由

【女川】

設計方針の相違

・泊では，ガイドに示されているランキン渦モデルを適用しており，初期高さを一律40mとして飛散評価しているが，女川では，フジタモデルを適用しており，飛散評価にあたって設定が必要となる設置（設置面）高さ及び初期高さを記載している。

・評価対象施設等の相違

・発電所敷地内の屋外物品の違いやモデルの違いによる最大速度及び最大飛散距離（物品管理エリア）の相違

【女川】

記載表現の相違

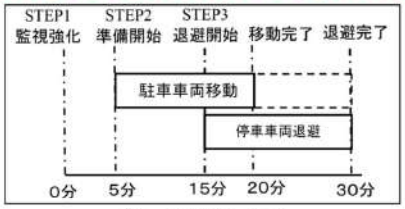
・各警戒レベルの表現の相違

大飯発電所３／４号炉	女川原子力発電所２号炉	泊発電所３号炉	相違理由
【6 竜巻-別添 1-添付 3.5-36, 37 にて比較】 b．レーダーナウキャストについて ①竜巻発生確度について※1 ○「発生確度１」は、下記の条件１、２のＡＮＤ条件によって判定されている。 条件１：周辺１００ｋｍ範囲において、 ・気象ドップラーレーダーにより、メソサイクロンを検出した場合 ・数値シミュレーションと気象レーダー観測値から得られる「突風危険指数」の基準値を超えた場合 ・上記のＯＲ条件 条件２：気象レーダー観測による降水強度２０ｍｍ／ｈ ○「発生確度２」は、条件１、２のＡＮＤ条件で、「発生確度１」と判定される。 条件１：周辺４０ｋｍ範囲において、 ・気象ドップラーレーダーにより、メソサイクロンを検出した場合 ・数値シミュレーションと気象レーダー観測値から得られる「突風危険指数」の基準値を超えた場合 ・上記のＡＮＤ条件 条件２：気象レーダー観測による降水強度２０ｍｍ／ｈ ○竜巻発生確度は１０ｋｍメッシュで１０分ごとに６０分先まで予測される。 ②雷活動度について※2 ・「放電の検知から発雷密度を解析」、「レーダー３次元データから落雷を解析」、「レーダー観測から雨雲を解析」から解析される。 ・雷活動度は１ｋｍメッシュで１０分ごとに６０分先まで予測される。 ｃ．判断基準の妥当性について ①「竜巻発生確度２」と「雷活動度２」との重ね合わせについて ・強い竜巻は、スーパーセルと呼ばれる発達した積乱雲の下で発生する※1。 竜巻発生確度２では、メソサイクロン（スーパーセル中にある水平規模数ｋｍの小さな低気圧）の検出が条件となっている。 これはメソサイクロン付近で竜巻などの激しい突風の可能性があると判断される※1ためである。 更に降水強度を低めに見積もることによって、発達中の積乱雲から発生する突風を見逃さないようにしている。 ・積乱雲は３０分から６０分のライフサイクル（成長期、成熟期、衰退期による３段階）で形成、消滅する※1。このライフサイクル中、竜巻及び雷が発生するのは積乱雲が最も発達した成熟期であり、この成熟期の初期段階、又は、発達した成熟期の積乱雲の接近を把握する方法として、雷活動度を利用する。レーダーナウキャストの雷活動度２は、上空の放電状態や、近接する雷雲の周辺、気象レーダーによる雷雲の立体的特徴などから、落雷が間近に迫っている雷雲の状態を表している。 つまり、発達しつつある積乱雲や、発達した積乱雲の周辺を表してお	・評価対象施設等との間に障害物がある場所（下記の①），評価対象施設等に影響を及ぼす可能性がないと指定された場所（下記の②）に置かれている物品については，固定・固縛は不要とする	・評価対象施設等との間に障害物がある場所（下記の①），評価対象施設等に影響を及ぼす可能性がないと指定された場所（下記の②）に置かれている物品については，固定・固縛は不要とする	

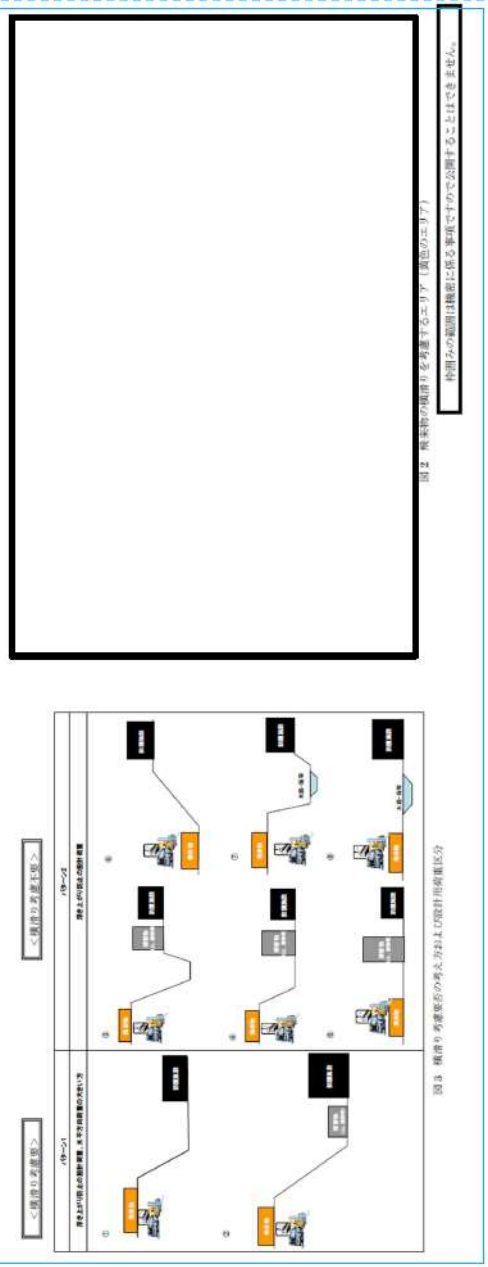
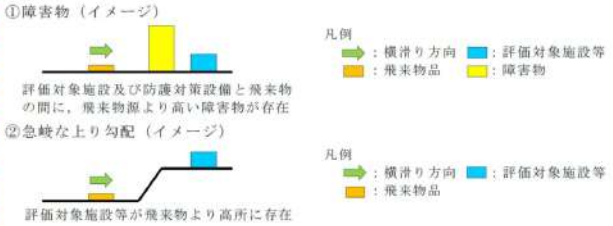
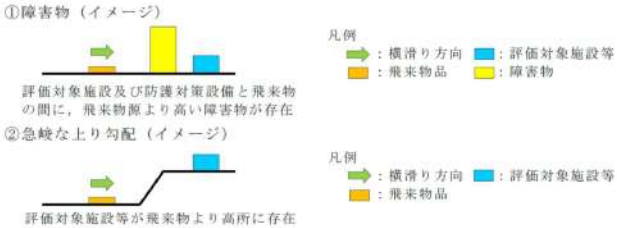
大飯発電所３／４号炉	女川原子力発電所２号炉	泊発電所３号炉	相違理由
【6 竜巻-別添 1-添付 3.5-37,38 にて比較】 り、竜巻が発生する可能性が高い発達した積乱雲の発生、又は接近を予告する指標として活用できると考える。 また、ナウキャストにおいては、予測だけでなく、直近の観測データの変化傾向を把握することができるため、経時変化を見ることが可能である。つまり、監視強化後にナウキャストを確認することにより、発電所周辺の積乱雲の状況を確認することが可能である ・以上より、「竜巻発生確度２」と「雷活動度２以上」を竜巻発生の指標とすることは、妥当であると判断した。 ②「竜巻発生確度２」と「雷活動度３以上」との組み合わせについて ・雷は積乱雲内の上昇気流よって発生する※3。つまり、落雷が発生している場所（雷活動度３以上の地域）は、強い上昇気流場であると言える。 ・レーダーナウキャストの雷活動度の解析には、雷放電時に発生する電磁波を全国３０ヶ所の検知局にある計測装置により、雷の位置、電界強度を計測した結果を用いている。実況値において雷活動度３以上の場所は、その時間において、既に対地放電が起きている強い放電密度を持った場所を表しており、強い雷雲の位置を示していることになる。 ・雷活動度の予測には、盛衰傾向による補正が加えられており、現時点では成長期や成熟期初期にある積乱雲に対して継続時間を考慮した予測がなされている。すなわち、単純な積乱雲の移動による雷の発生の予測ではなく、積乱雲の発達も考慮に加えられている※1。 ・前述の通り、竜巻発生確度２はメソサイクロンの検出が条件であり、強い竜巻の発生する可能性が高いことを示唆している。 ・メソサイクロンと雷活動度による積乱雲中の上昇気流場の検知を組み合わせることにより、強い竜巻の発生する可能性が高い条件の場所を推定する。 ・以上より、「竜巻発生確度２」と「雷活動度３以上」を強い竜巻の発生の指標とすることは、妥当であると判断した。 なお、判断基準とする情報については、今後もデータ・知見等の収集に努め、より信頼度の高い判断基準となるよう検討を継続し、改善を図っていくものとする。 ③監視範囲について ・監視範囲は視認性を考慮し、大飯発電所を含むレーダーナウキャストの経緯度線によるメッシュ内（約９１×約１１１ｋｍ四方）とする。 ・大飯発電所からメッシュ境界線までの最短距離は東方３０．８ｋｍであり、十分な監視範囲を確保。 ・積乱雲の移動速度データ（１７ｋｍ／１０分※4）より、１８分程度の裕度を確保。 ・前述①の通り、積乱雲の成長期は１０分から３０分程度※３であり、竜巻が発生する積乱雲の成熟期になるまでに最短で１０分程度と想定※5			

大飯発電所３／４号炉	女川原子力発電所２号炉	泊発電所３号炉	相違理由
【6 竜巻-別添 1-添付 3.5-38,39 にて比較】 図５．レーダーナウキャスト監視範囲 （気象庁ＨＰより） ・安全側に上記の移動速度１８分と成熟期になる最短時間１０分を組み合わせた２８分を最短接近時間と考えた場合でも、レーダーナウキャストの予測は６０分後まで行っており、急速に発達・接近してくる積乱雲に対しても、本監視範囲で十分な監視が可能であると考えられる。 ・また、大飯発電所周辺における竜巻の移動方向は西から東が卓越しており、西側に約６０ｋｍの監視範囲を持つ本監視範囲は十分であると考える。 ・判断基準については、発電所上空に達した場合に加え、実況値及び予測値による雷雲等の移動方向から、発電所上空に達する恐れがある場合とする。 （３）竜巻襲来までの時間余裕に関する考察 ・ＳＴＥＰ１（監視強化：「竜巻注意情報」または「雷注意報（竜巻、ひょう）」）での時間的裕度は、(1)より３０分程度確保。 ・レーダーナウキャストによる監視に移行した後、時間余裕が全くなく、ＳＴＥＰ２（竜巻対応準備：「竜巻発生確度２」又は「雷活動度２以上」）に移行と想定。 ・ＳＴＥＰ３（退避開始：「竜巻発生確度２」＋「雷活動度３以上」）の竜巻襲来判断を行った場合の時間的裕度を以下の通り。 積乱雲の成長過程＋積乱雲の移動速度－レーダーナウキャストの更新時間 ＝１０分＋１８分－１０分＝１８分 ・上記には保守性が十分に含まれているが、判断時間等を考慮し、時間裕度を最短１５分と想定することとした。但し、実際にはレーダーナウキャストの予測により、６０分程度の裕度は十分に確保できると考える。 ※１：雷ナウキャストにおける雷の解析・予測技術と利用方法（測候時報 78.3 2011） ※２：気象庁ＨＰ：竜巻などの激しい突風に関する気象情報の利活用について（平成 22 年 3 月） ※３：大野久雄：雷雨とメソ気象（２００１，東京堂出版） ※４：加藤亘、保野聡裕：気象レーダの列車運転規制への活用に関する研究（2009 年 JR WEST Technical Review No26）			

大飯発電所３／４号炉	女川原子力発電所２号炉	泊発電所３号炉	相違理由
【6 竜巻-別添 1-添付 3.5-39 にて比較】 ※５：実際には竜巻を伴うような大型の積乱雲に発達する時間は３０分程度と見込まれるが、保守的に文献記載の最小値を採用した 【6 竜巻-別添 1-添付 3.5-11, 12 にて比較】 【参考２】退避時間の考え方 （１）退避時間の考え方 ・本検討は概念的な考え方を示すものであり、時間等は確認されたものではない。 ・竜巻監視強化（フローにおけるＳＴＥＰ１）開始から、竜巻襲来までの時間余裕を３０分程度と想定 （参考１「(1)竜巻対応準備開始判断基準の捕捉性」参照） ・監視強化開始から竜巻対応準備（フローにおけるＳＴＥＰ２）開始までの時間を５分と想定（レーダーナウキャスト監視判断時間） ・退避開始判断（フローにおけるＳＴＥＰ３）から竜巻襲来までの最短時間を１５分程度と想定 （参考１(3)竜巻襲来までの時間余裕に関する考察） ・現状での飛散防止対策が必要な場所への駐車台数は計６５台 3,4 号機中央道路 2 台→鯨谷側へ 第１事務所 14 台、第２事務所 8 台、車庫 9 台、消防車庫 2 台、Ｄ棟駐車場 30 台、計 63 台→協力会社事務所側へ ・常時運転者のいる警備車両等は約３０台正門付近 10 台、研修棟付近 20 台→ＰＲ館へ退避※ ・常時運転者のいる作業車両の最大数約５０台（定検実績より）その日の作業状況により、退避場所を振り分ける。 ※：スムーズに退避出来るよう正門での運用について現在検討中 [redacted] 図６．退避場所と退避ルート			

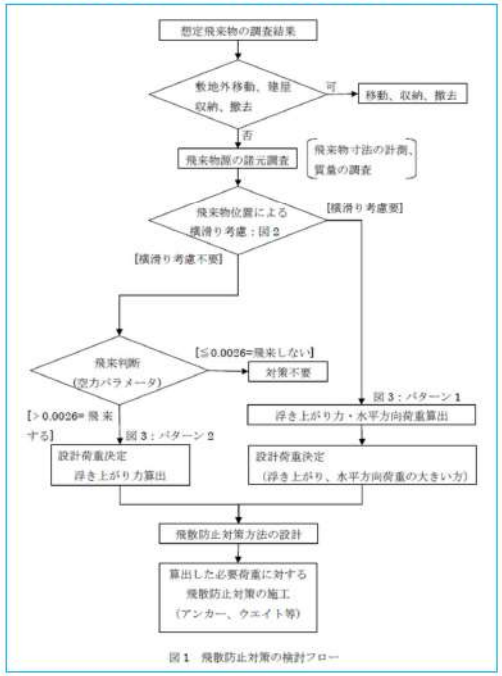
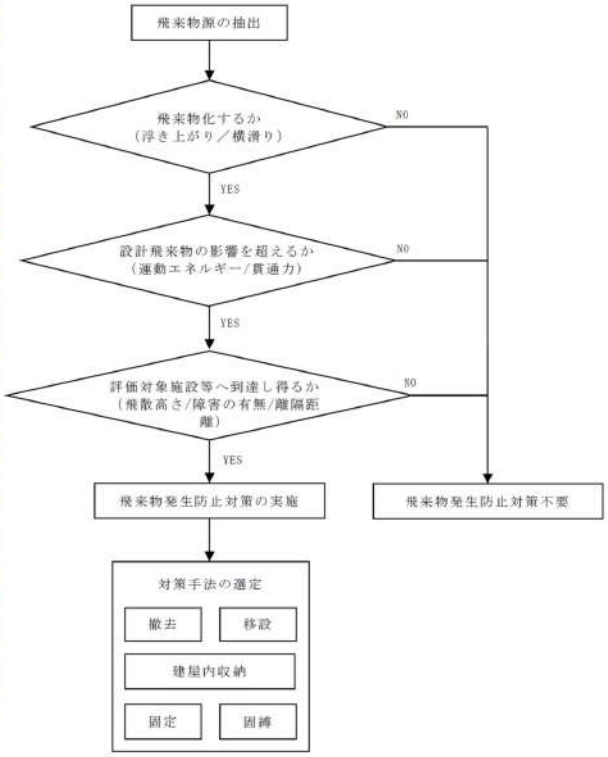
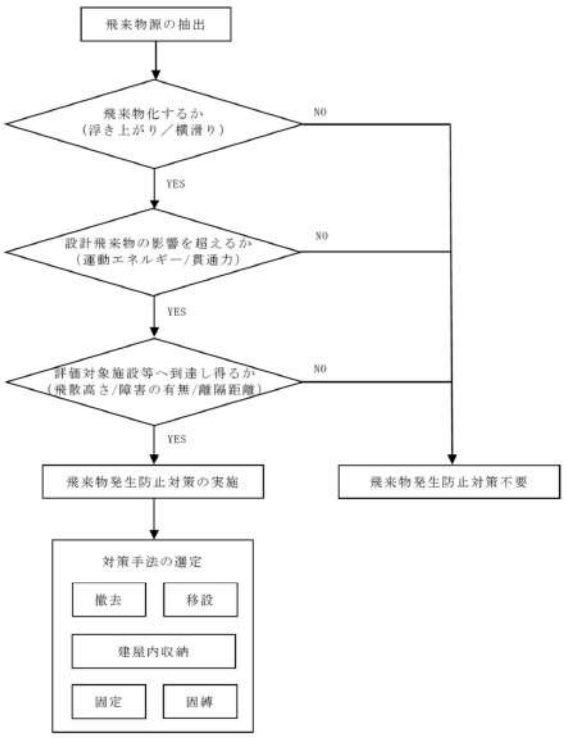
大飯発電所３／４号炉	女川原子力発電所２号炉	泊発電所３号炉	相違理由
【6 竜巻-別添 1-添付 3.5-12, 13 にて比較】  図７．退避時間イメージ （２）退避時間 ａ．ＳＴＥＰ２（竜巻対応準備）での駐車車両の移動時間 ・２方向に移動（鯨谷２４台、協力会社事務所４１台） ・ＳＴＥＰ１（監視強化）から５分（判断時間）でＳＴＥＰ２に移行すると想定。 ・移動距離を１ｋｍ、渋滞を考慮し走行速度１０ｋｍ／ｈ※１とする。 ・５０ｍ の間隔（６秒に１台）で順次退避すると想定。 ・協力会社事務所周辺への走行時間 ＝６秒／台×４０台＋６分＝１０分 ・保守性を考慮し、１台目の移動開始までの時間５分と仮定する。 ・協力会社事務所周辺への移動完了時間 ＝走行時間１０分＋出発までの時間５分＝１５分 ・駐車車両の移動時間は１５分程度、竜巻準備の判断時間を含めても２０分程度であり、十分に退避することが可能である。 図８．駐車車両移動時間 ｂ．竜巻襲来の可能性検知（フローにおけるＳＴＥＰ２）後の退避時 ・定検時の作業車両数約５０台（２ユニット定検時の最大入構実績４９台） ・警備車両等の緊急車両は約３０台 ・作業車両は鯨谷と協力会社事務所周辺の２方向に退避する。 ・緊急車両は正門付近に集中しているため、ＰＲ館への退避を基本 ・警備車両については巡回を考慮し、１０台分を作業車両に加算する ・ＳＴＥＰ１で予告されていることから、退避開始時間を２分と想定 ・２台目以降については、ａ．と同様の条件とする。 ・鯨谷及び協力会社事務所周辺への退避時間 ＝２分＋６秒／台×（２４台＋５台）＋６分＝１０分５４秒 ・ＰＲ館への退避時間※２ＰＰゲート開放に２分、走行距離を５００ｍと仮定し３分とすると、 ＝２分＋６秒／台×２９台＋２分＋３分＝９分５４秒			

大飯発電所３／４号炉	女川原子力発電所２号炉	泊発電所３号炉	相違理由
【6 竜巻-別添 1-添付 3.5-13, 14 にて比較】 ・作業車両についても、保守的に見積もった時間裕度１５分に対し、時間余裕は確保出来ていると考える。 図９．停車車両移動時間 ※１：公益財団法人日本道路交通情報センターＨＰより、一般道での渋滞速度１０ｋｍ／ｈを採用した。 ※２：スムーズに退避出来るよう正門での運用について現在検討中 以 上			

大飯発電所３／４号炉	女川原子力発電所２号炉	泊発電所３号炉	相違理由
【比較のため補足説明資料 13 から一部記載】  	＜横滑りへの対策が不要となる場所＞ ①評価対象施設等との間に，物品に対し一定の高さを有する障害物（地形，建屋・構築物等）が存在する場所又は，物品が評価対象施設等よりも低所にあり，横滑りにより上ることのできない急峻な上り勾配が認められる場所（図６参照） ②物品管理エリア内で，竜巻の風荷重に対し構造健全性を維持することが確認された建屋，構築物の内部 ただし，竜巻警戒レベル「低」時以前に，作業等で既に搬入している物品を対象とする。  図６　横滑り対策不要の場所のイメージ図	＜横滑りへの対策が不要となる場所＞ ①評価対象施設等との間に，物品に対し一定の高さを有する障害物（地形，建屋・構築物等）が存在する場所又は，物品が評価対象施設等よりも低所にあり，横滑りにより上ることのできない急峻な上り勾配が認められる場所（図６参照） ②物品管理エリア内で，竜巻の風荷重に対し構造健全性を維持することが確認された建屋，構築物の内部 ただし，竜巻警戒レベル「竜巻監視対応」時以前に，作業等で既に搬入している物品を対象とする。  図６　横滑り対策不要の場所のイメージ図	【大飯】 記載方針の相違 ・女川審査実績の反映 【女川】 記載表現の相違 ・各警戒レベルの表現の相違

大飯発電所３／４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)飛散する物品の場合 平時及び竜巻警戒レベル「低」～「高」時のいずれにおいても原則として固定・固縛しておくが，作業等で一時的に固定・固縛を解除している物品は，竜巻警戒レベル「中」に移行した場合には速やかに再固定・再固縛が可能なように，作業者が物品から離れないようにする。 ただし，飛散しない物品と同様に，評価対象施設等に影響を及ぼす可能性がないと指定された場所に，竜巻警戒レベル「低」以前より搬入している場合は，固縛・固定は不要とする。	(2)飛散する物品の場合 平時及び竜巻警戒レベル「竜巻監視対応」～「竜巻退避対応」時のいずれにおいても原則として固定・固縛しておくが，作業等で一時的に固定・固縛を解除している物品は，竜巻警戒レベル「竜巻退避準備対応」時に移行した場合には速やかに再固定・再固縛が可能なように，作業者が物品から離れないようにする。 ただし，飛散しない物品と同様に，評価対象施設等に影響を及ぼす可能性がないと指定された場所に，竜巻警戒レベル「竜巻監視対応」時以前より搬入している場合は，固縛・固定は不要とする。	【女川】 記載表現の相違 ・各警戒レベルの表現の相違
	表３　車両以外の物品の管理方針 ※１　作業等で必要な場合は解除可能とするが，速やかに再固定・再固縛が可能なよう，作業者が物品から離れないようにする ※２　評価対象施設等との間に障害物がある場所，竜巻の風荷重に対し構造健全性を維持することが確認された建屋，構築物の内部に竜巻警戒レベル「低」以前に入域している物品は，不要とする ※３　竜巻の風荷重に対し構造健全性を維持することが確認された建屋，構築物の内部に竜巻経過レベル「低」以前に入域している物品は，不要とする	表３　車両以外の物品の管理方針 ※１　作業等で必要な場合は解除可能とするが，速やかに再固定・再固縛が可能なよう，作業者が物品から離れないようにする ※２　評価対象施設等との間に障害物がある場所，竜巻の風荷重に対し構造健全性を維持することが確認された建屋，構築物の内部に竜巻警戒レベル「竜巻監視対応」時以前に入域している物品は，不要とする ※３　竜巻の風荷重に対し構造健全性を維持することが確認された建屋，構築物の内部に竜巻警戒レベル「竜巻監視対応」時以前に入域している物品は，不要とする	【女川】 記載表現の相違 ・各警戒レベルの表現の相違
【比較のため補足説明資料 13 から一部記載（竜巻飛来物の防護対策に係る部分は除く）】 13. 竜巻防護対策の概要について 竜巻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・強風を引き起こす現象だが，大飯３，４号機における竜巻影響評価を実施し，設計竜巻による飛来物の衝突により竜巻防護施設の安全機能に影響を及ぼす可能性があることがわかったため，竜巻防護対策を実施する。 以下に竜巻防護対策の概要を説明する。 (1)竜巻防護対策の考え方 竜巻防護対策は，主に，次の２段階で実施する。 ＜第１段階＞竜巻飛来物の飛散防止対策 設計竜巻により飛来物となり得る物品の飛散を防止することにより，飛来物の衝突によって竜巻防護施設に影響を与える飛来物の発生防止を行う。 ~~＜第２段階＞竜巻飛来物の防護対策~~ ~~竜巻飛来物の飛散防止対策を確実に実施しても，作業中の足場や工事中資機材の飛散は否定出来ないことから，設計飛来物による影響評~~	3．飛来物発生防止対策の方法 評価対象施設等に悪影響を及ぼす可能性のある飛来物源に対して，飛来物発生防止対策を実施する。 飛来物発生防止対策の実施条件は，以下の①～③を全て満たす飛来物源に対して適用する。 ① 飛散（浮き上がり，横滑り）する ② 設計飛来物（鋼製材）の運動エネルギー又は貫通力を上回る ③ 評価対象施設等に到達する これらの飛来物発生防止対策の実施フローを図７に示す。	3．飛来物発生防止対策の方法 評価対象施設等に悪影響を及ぼす可能性のある飛来物源に対して，飛来物発生防止対策を実施する。 飛来物発生防止対策の実施条件は，以下の①～③を全て満たす飛来物源に対して適用する。 ① 飛散（浮き上がり，横滑り）する ② 設計飛来物（鋼製材又は鋼製パイプ）の運動エネルギー又は貫通力を上回る ③ 評価対象施設等に到達する これらの飛来物発生防止対策の実施フローを図７に示す。	【大飯】 記載方針の相違 ・女川審査実績の反映 【女川】 設計方針の相違 ・設計飛来物の相違 ・泊では，使用済燃料ピット等に侵入した場合に燃料集合体に直接落下する可能性がある鋼製パイプを設計飛来物としている。

大飯発電所３／４号炉	女川原子力発電所２号炉	泊発電所３号炉	相違理由
【比較のため補足説明資料 13 から一部記載（竜巻飛来物の防護対策に係る部分は除く）】 ~~価の結果、竜巻防護施設である海水ポンプ室及び主蒸気配管室に対して竜巻飛来物防護対策設備を設置する。~~ (2)竜巻飛来物の飛散防止対策 大飯発電所において、設計竜巻により飛来物となり得る物品（以下、「飛来物源」という）の現地調査を行った結果を基に飛散防止対策を実施する。 飛散防止対策は、大飯発電所の構内全域にわたり a．敷地外への移動 b．建屋内への収納 c．撤去 d．飛来物源の飛散防止 により行う。 飛散防止対策の検討フローを図１に示す。 飛来物源の飛散防止対策は、設計飛来物である鋼製材より運動エネルギーが大きなもの、貫通しやすいものについては、もちろんのこと、運動エネルギー、貫通しやすさが鋼製材以下のものについても飛散防止対策を実施する。 図１の検討フローに示すとおり、飛来物源の位置により横滑りを考慮するか否かを判断し、飛散防止対策の設計荷重を決定し、具体的な飛散防止対策を設計する。 また、継続的な飛散防止対策のため、発電所構内における飛来物源となる可能性を有する物品の持込、設置等について、社内標準等を作成し、運用を行う。			【大飯】 記載方針の相違 ・女川審査実績の反映

大飯発電所３／４号炉	女川原子力発電所２号炉	泊発電所３号炉	相違理由
【比較のため補足説明資料 13 から一部記載】  図１　飛散防止対策の検討フロー	 図７　飛来物発生防止対策実施フロー	 図７　飛来物発生防止対策実施フロー	【大飯】 記載方針の相違 ・女川審査実績の反映
【比較のため補足説明資料 13 別紙６のうち３．を記載】 ３．車両の固縛方法 （１）考え方 車両については、数多くの車種があり、一元的な評価は困難である。 特に牽引フックの強度については、自重に耐えられることという以外の情報がなく、評価は困難である。 また、車体に治具を溶接するなどの対策についても、車体の引張強度等の情報が不足しており、現時点では改造での対応は困難との結論である。 一方、圧縮側の強度については定量的な強度は不明なものの、ボディまたはフレーム全体をせん断するほどの荷重は掛からないと考え、ボディ等に直接固縛する対策を基本とする。 （２）固縛方法の検討	3.1 竜巻の飛来物発生防止対策としての固縛の設計方針 竜巻の飛来物発生防止対策手法としては，撤去，移設，建屋内収納，固定，固縛が挙げられる。これらの対策の選定については，図８に示すフローにて判断を行うものとする。飛来物発生防止対策のうち，固定，固縛を実施する代表的なものとして，可搬型重大事故等対処設備（コンテナ，車両）を例として示す。	3.1 竜巻の飛来物発生防止対策としての固縛の設計方針 竜巻の飛来物発生防止対策手法としては，撤去，移設，建屋内収納，固定，固縛が挙げられる。これらの対策の選定については，図８に示すフローにて判断を行うものとする。飛来物発生防止対策のうち，固縛を実施する代表的なものとして，可搬型重大事故等対処設備（発電機，車両）を例として示す。	【大飯】 記載方針の相違 ・女川審査実績の反映 【女川】 可搬型重大事故等対処設備の対策方法の相違 【女川】 記載方針の相違 ・代表例の相違

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 3.5）

大飯発電所３／４号炉	女川原子力発電所２号炉	泊発電所３号炉	相違理由

大飯発電所３／４号炉

【比較のため補足説明資料 13 別紙 6 のうち３．を記載】

セダンタイプ、ワンボックスタイプ、大型車両について、固縛方法の対策イメージを図１～３に示す。

a．セダンタイプ（計算例）
浮き上がり荷重評価
車両諸元：長さ：4.46m、幅：1.74m、高さ：1.49m、総質量：1,765kg
車両の形状係数：c=0.33、ＣＤ１、ＣＤ２、ＣＤ３=2.0（塊状として計算）

空力パラメータによる浮き上がり力 $\frac{C_D A}{m}$

$$\frac{C_D A}{m}=\frac{c(C_{D1}A_1+C_{D2}A_2+C_{D3}A_3)}{m}=0.00636$$

（A1,A2,A3 は車両の表面積）

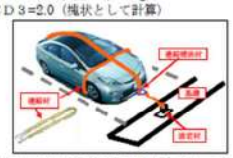


図１　セダンタイプの固縛方法イメージ

浮き上がり荷重

$$(\frac{0.00636}{0.0026}\times 1{,}765-1{,}765)\times 9.80665=25{,}040[N]=25.1[kN]$$

裕度５０％を加え、固縛設計に必要な荷重を算出
２５．１×１．５＝３７．７[kN]

すべての部位について、３７．７kN の荷重に耐えられる設計とする。

b．ワンボックスタイプ（計算例）
浮き上がり荷重評価
車両諸元：長さ：5.38m、幅：1.88m、高さ：2.28m、総質量：3,255kg
車両の形状係数：c=0.33、ＣＤ１、ＣＤ２、ＣＤ３=2.0（塊状として計算）

空力パラメータによる浮き上がり力 $\frac{C_D A}{m}$

$$\frac{C_D A}{m}=\frac{c(C_{D1}A_1+C_{D2}A_2+C_{D3}A_3)}{m}=0.00541$$

（A1,A2，A3 は車両の表面積）

図２　ワンボックスタイプの固縛方法イメージ

浮き上がり荷重
裕度５０％を加え、固縛設計に必要な荷重を算出
３５．５×１．５＝５３．３[kN]
すべての部位について、５３．３kN の荷重に耐えられる設計とする。

c．大型車両（計算例）
浮き上がり荷重評価
車両諸元：長さ：15.45m、幅：2.99m、高さ：4.10m、総質量：38,025kg
車両の形状係数：c=0.33、ＣＤ１、ＣＤ２、ＣＤ３=2.0（塊状として計算）

空力パラメータによる浮き上がり力 $\frac{C_D A}{m}$

$$\frac{C_D A}{m}=\frac{c(C_{D1}A_1+C_{D2}A_2+C_{D3}A_3)}{m}=0.00212$$

<0.0026　より浮き上がりなし

図３　大型車両の固縛方法イメージ

水平方向風荷重

$$W_D=q\times C\times G_D\times A$$
$$=6{,}100[N/m^2]\times 1.20\times 1.00\times(15.45[m]\times 4.10[m])$$
$$=463.7[kN]$$

固縛設計に必要な荷重４６３．７[kN]

女川原子力発電所２号炉

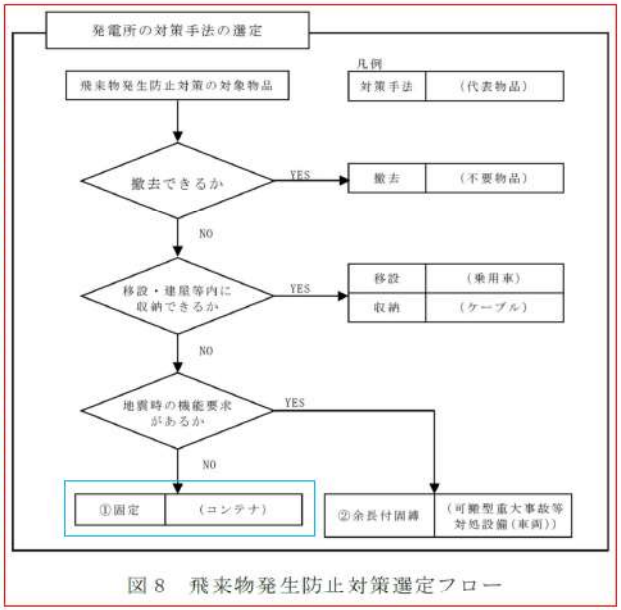
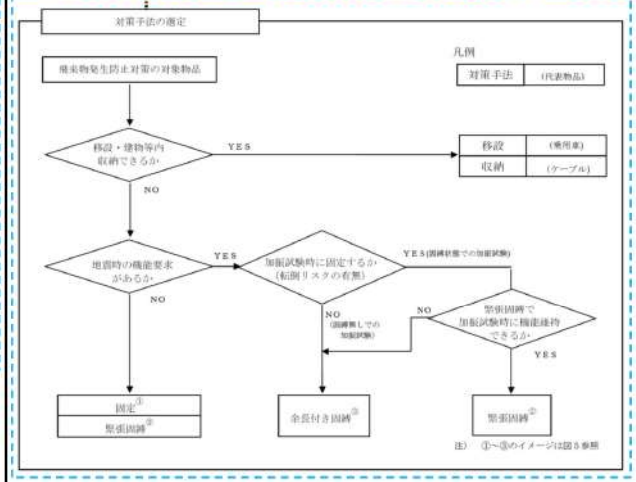


図８　飛来物発生防止対策選定フロー

【島根２号炉まとめ資料　図１　発電所の飛来物発生防止対策の選定フローのうち，対策手法の選定に係るフローを記載】



泊発電所３号炉

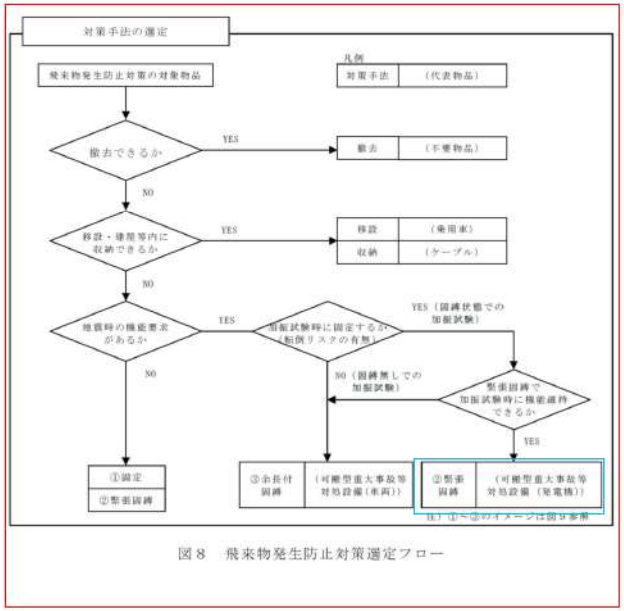


図８　飛来物発生防止対策選定フロー

相違理由

【大飯】
記載方針の相違
・女川審査実績の反映
【女川】
設計方針の相違
・泊では，飛来物発生防止対策として，緊張固縛も実施していることから，島根のフローも参考としている。

【女川】
記載方針の相違
・代表物品の相違

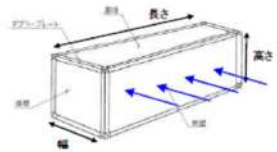
第６条　外部からの衝撃による損傷の防止（竜巻：別添資料１　添付資料 3.5）

大飯発電所３／４号炉

【比較のため補足説明資料 13 別紙６のうち４．を記載】

４．コンテナ強度の評価

（１）評価対象
日本工業規格（ＪＩＳZ1614：国際貨物コンテナー外のり寸法及び最大総質量）に記載されている４０ｆｔコンテナ及び２０ｆｔコンテナ



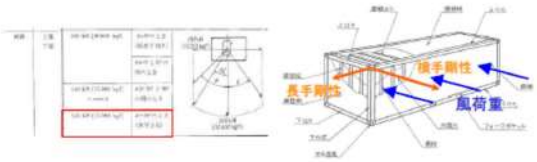
（２）コンテナに掛かる風荷重
コンテナの側壁に掛かる荷重W_Wは、
$W_W = q \cdot G \cdot C \cdot A$
（q：風速度圧、G：ガスト係数(=1)、C：風力係数(=0.8)、A：受圧面積）
$q = 1/2 \cdot \rho \cdot V_D^2$
（ρ：空気密度(=1.22kg/m³)、V_D：評価竜巻の最大風速(100m/s)

（３）コンテナの側壁の強度
日本工業規格（JISZ1618：国際一般貨物コンテナ）には、側壁の強度は側壁全面に対し、最大積載質量の６０％相当の荷重が等分布で掛かった場合でも、使用の妨げになるような変形または損傷があってはならないと規定されている。また、JISZ1627（国内一般貨物コンテナ）においても、最大積載質量の６０％相当の荷重を側壁に等分布で加える試験で側壁の強度を確認している。

（４）コンテナ側壁の評価結果
コンテナの諸元及び側壁に掛かる風荷重を以下に示す。

	種類	長さ [mm]	高さ [mm]	幅 [mm]	最大総質量[kg]	自重 [kg]	最大積載質量[kg]	側壁耐荷重[kg]	風荷重 [kgf]	評価
４０ｆｔ（ﾊｲｷｭｰﾌﾞ）	1AAA	12,192	2,896	2,438	30,480	3,980	26,500	15,900	17,570	×
４０ｆｔ	1AA	12,192	2,591	2,438	30,480	3,830	26,650	15,990	15,736	○
２０ｆｔ	1CC	6,058	2,591	2,438	24,000	2,280	21,720	13,032	7,820	○

（５）すみ金具の評価
日本工業規格（JISZ1616：国際貨物コンテナーすみ金具）における４０ｆｔコンテナ（１ＡＡ）、２０ｆｔコンテナ（１ＣＣ）のすみ金具の設計条件は下表の通りである。また、JISZ1618 では、横手及び長手剛性試験を行っており、コンテナのすみ金具やフレームは横手 150kN・長手 75kN の押し及び引張力に耐えられることを確認している。よって、荷重面積の大きい横手方向について、風荷重により、すみ金具及びフレームに掛かる荷重が 150kN 以下であることを確認する。



４０ft コンテナ（１ＡＡ）のすみ金具一箇所にかかる荷重
浮き上がり荷重　＝１３１kN／４＝３３kN
横滑り荷重　＝２３２kN／４＝５８kN　＜150kN

風荷重の厳しい４０ft コンテナ（１ＡＡ）の場合でも、最も厳しい水平方向での荷重を考慮しても、最低２ヶ所で分担すれば、すみ金具の健全性は確保できる。

（６）評価結果
一般的な４０ｆｔコンテナ（1AA）、２０ｆｔコンテナ（1CC）は最大風速１００ｍ／ｓの風荷重に耐えうる強度を有している。
なお、風荷重に対し強度が不十分な４０ｆｔハイキューブタイプ（１ＡＡＡ）は使用しない運用とする。

女川原子力発電所２号炉

＜設計方針＞
可搬型重大事故等対処設備は，安全施設に対する離隔の確保，固縛による飛散防止対策を施すことにより，安全施設の安全機能を損なわない設計としている。具体的な配慮としては以下のとおり。
①要求されるタイムラインに基づき，機動性を確保する必要があるため，固縛の解除時間を短くするために固縛装置の数や解除方法の配慮を行う。
（例えば，固縛装置の数を減少させることや，緊急時には固縛の連結材を切断して速やかに解除できるように，一般工具（カッター等）で切断できるような部材（ナイロンスリング等）の採用）
②車両の固縛は耐震設計に影響を与えることがないように，地震時の車両の移動変移を考慮し，余長付固縛を採用する。

3.2 固縛設計の概要
固定装置や固縛装置は，以下の構成要素を組み合わせて設計する。
① 連結材（スリング，シャックル等）
② 固定材（固定ピース，固定金具等）
③ 基礎（アンカーボルト等）

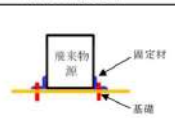
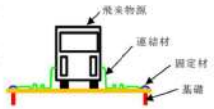
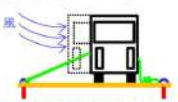
手法	対策の概要図
①固定	飛来物源に固定金具を取り付けて固定 
②余長付固縛	【通常時】 飛来物源を連結材（ナイロンスリング等）を用いて固縛（動き代がある） 
	【地震時（イメージ）】 飛来物源が地震の揺れを受け，連結材の余長範囲内で動く（揺れる）
	【竜巻時（イメージ）】  飛来物源が竜巻の風を受け，連結材の余長範囲内で動く

図９　固縛装置の構成要素

泊発電所３号炉

＜設計方針＞
可搬型重大事故等対処設備は，安全施設に対する離隔の確保，固縛による飛散防止対策を施すことにより，安全施設の安全機能を損なわない設計としている。具体的な配慮としては以下のとおり。
①要求されるタイムラインに基づき，機動性を確保する必要があるため，固縛の解除時間を短くするために固縛装置の数や解除方法の配慮を行う。
（例えば，固縛装置の数を減少させることや，緊急時には固縛の連結材を切断して速やかに解除できるように，一般工具（カッター等）で切断できるような部材（高強度繊維ロープ等）の採用）
②車両の固縛は耐震設計に影響を与えることがないように，地震時の車両の移動変移を考慮し，余長付固縛を採用する。

3.2 固縛設計の概要
固定装置や固縛装置は，以下の構成要素を組み合わせて設計する。
① 連結材（高強度繊維ロープ，シャックル等）
② 固定材（固定ピース，固定金具等）
③ 基礎（アンカーボルト等）

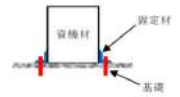
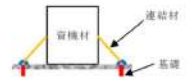
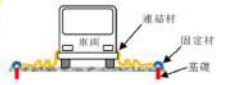
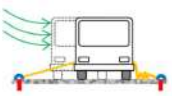
手法	対策の概要図
①固定	飛来物源に固定金具を取り付けて固定 
②緊張固縛	飛来物源を連結材（高強度繊維ロープ等）を用いて固縛 
③余長付固縛	【通常時】 飛来物源を連結材（高強度繊維ロープ等）を用いて固縛（動き代がある） 
	【地震時（イメージ）】 飛来物源が地震の揺れを受け，連結材の余長範囲内で動く（揺れる）
	【竜巻時（イメージ）】  飛来物源が竜巻の風を受け，連結材の余長範囲内で動く

図９　飛来物発生防止対策（固定及び固縛）の例

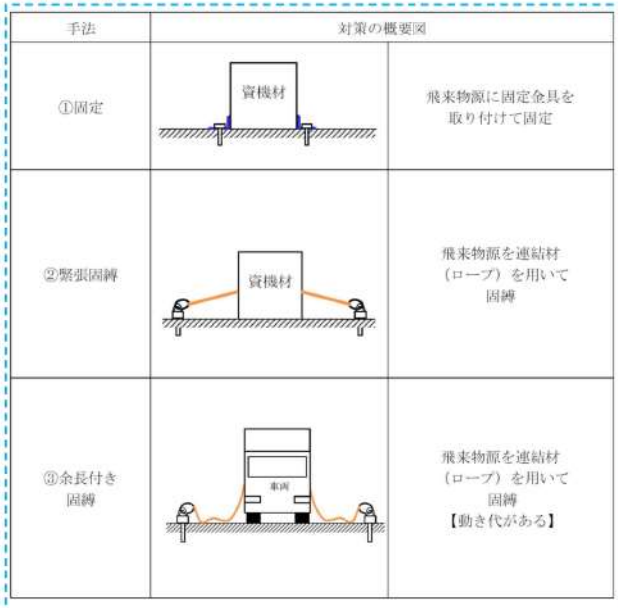
相違理由

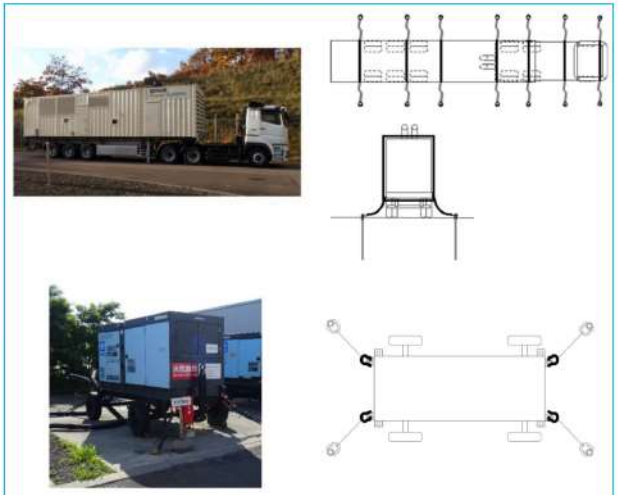
【大飯】
記載方針の相違
・女川審査実績の反映

【女川】
設計方針の相違
・泊では，ナイロンスリングではなく，高強度繊維ロープを使用している。

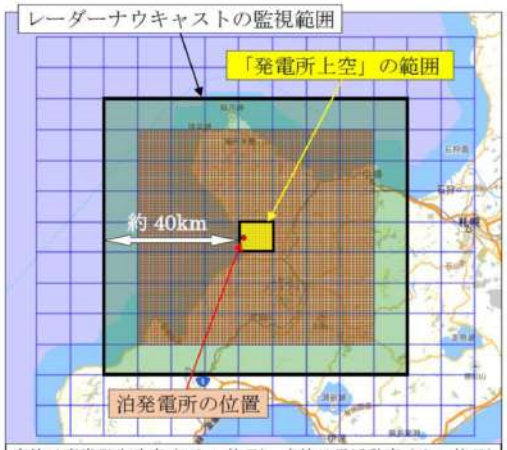
【女川】
設計方針の相違
・泊では，ナイロンスリングではなく，高強度繊維ロープを使用している。

【女川】
設計方針の相違
・泊では，飛来物発生防止対策として，緊張固縛も実施していることから，次頁の島根の記載も参考としている。

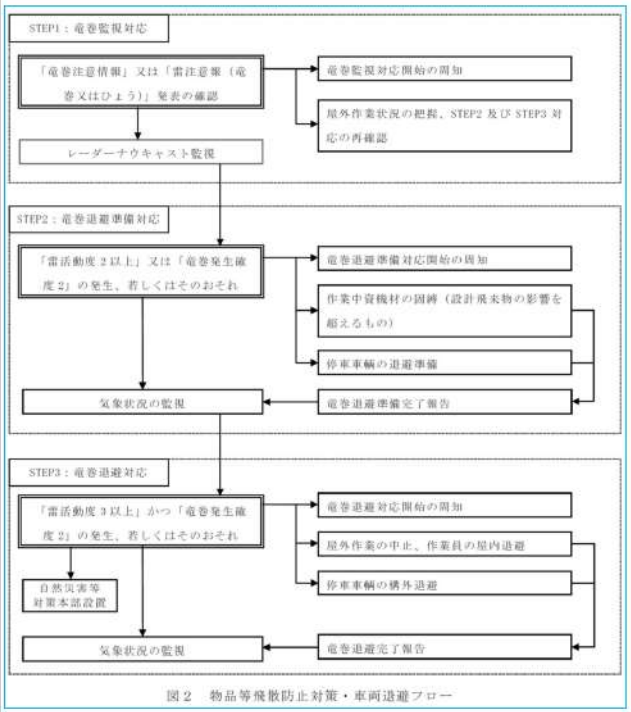
大飯発電所３／４号炉	女川原子力発電所２号炉	泊発電所３号炉	相違理由
	【島根２号炉まとめ資料　図５ 飛来物発生防止対策（固定・固縛）の例を記載】  図５　飛来物発生防止対策（固定・固縛）の例 3.3 荷重設定 固縛対象の物品には，風圧力により浮き上がり荷重と横滑り荷重が発生する。これらの設計荷重は，荷重の方向や設置状況を踏まえて，適切に考慮して設定する。 3.4 設計上の裕度 各部材ごとに設定する許容限界に対して裕度（約２倍）を確保することとし，安全性を確保する設計とする。 3.5 固縛状況（例） 固定装置や固縛装置については，現在設計中であるが，固縛装置のイメージを以下に示す。	3.3 荷重設定 固縛対象の物品には，風圧力により浮き上がり荷重と横滑り荷重が発生する。これらの設計荷重は，荷重の方向や設置状況を踏まえて，適切に考慮して設定する。 3.4 設計上の裕度 各部材ごとに設定する許容限界に対して裕度（約２倍）を確保することとし，安全性を確保する設計とする。 3.5 固縛状況（例） 固定装置や固縛装置については，現在設計中であるが，固縛装置のイメージを以下に示す。	

大飯発電所３／４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 10　固縛装置のイメージ 以　上	 図 10　固縛装置のイメージ	【女川】 記載方針の相違 ・代表物品の相違 【女川】 記載表現の相違

大飯発電所３／４号炉	女川原子力発電所２号炉	泊発電所３号炉	相違理由
【比較のため補足説明資料 13 別紙７のうち４．を記載】 ４．退避手順に関する検討（詳細については現在検討中） 竜巻に関する被害を防止するためには、竜巻の兆候を早期に検知し、事前に準備を行うことが重要である。兆候を早期に検知する方法として、気象庁から発表される「竜巻注意情報」、「雷注意報」、さらにレーダーナウキャストによる予測を用いる。 気象庁による監視体制も強化※され、さらに研究も進んでいることから、今後更なる予測精度の向上が見込まれる。よって、後述の判断基準等については、今後もデータ・知見等の収集に努め、より信頼度の高い判断基準となるよう検討を継続し、改善を図っていくものとする。 ※：2013 年 3 月に気象レーダーのドップラーレーダー化が完了 （１）竜巻警戒レベル１：監視強化 ①判断基準 ・「竜巻注意情報」又は「雷注意報（竜巻、ひょう）」発令時 ②対応 ・当直課長は所内に竜巻注意情報又は雷注意報が発令された旨の所内一斉放送を行う。 ・当直員はレーダーナウキャストによる監視を開始。監視範囲は北緯３５度東経１３５度～北緯３６度東経１３６度：約９１×約１１１ｋｍ四方とし、６０分後の予測値まで監視する。 ・当直課長は所長室長（又は休日当番者）に対し、竜巻監視強化基準となったことを連絡するとともに、所内一斉放送により、周知を行う。		別紙１ 車両の退避手順について（暫定案） 停車車両については，竜巻の襲来が予想される場合に速やかに退避することとしており，竜巻防護施設の安全機能維持に影響を与えないためには，竜巻襲来の恐れを早期に検知し，事前に準備を行うことが重要である。 強い竜巻は，メソサイクロン（小規模な低気圧性の循環構造）を伴う発達した積乱雲の下で発生するため，積乱雲の移動に伴って竜巻が発生しやすい状況も移動すると考えられる。そのため，レーダーナウキャストにより積乱雲の移動方向を確認することで，竜巻が発生しやすい状況の移動方向が予測できると考えられることから，レーダーナウキャストによる「竜巻発生確度」及び「雷活動度」の実況値及び予測値を指標として用いる。 気象庁による監視体制も強化※され，さらに研究も進んでいることから，今後更なる予測精度の向上が見込まれる。後述の判断基準等については，今後もデータ・知見等の収集に努め，より信頼度の高い判断基準となるよう検討を継続し，改善を図っていくものとする。 ※：2013 年 3 月に気象レーダーのドップラーレーダー化が完了 （１）竜巻監視対応（STEP1） 発電課長（当直）は，以下の条件のうち，いずれかに該当した場合は，運営課長（夜間・休日は当番者）に連絡するとともに，竜巻襲来の恐れを検知するため，適宜レーダーナウキャストの監視（60 分後までの予測値含む）を行う。また，竜巻が発生する可能性があることを所内一斉放送により，発電所員，協力会社員へ周知する。 ＜監視開始条件＞ ・ 後志西部地方のうち岩内町，共和町，泊村，神恵内村の４町村のうち，いずれかに「雷注意報（竜巻）」又は「雷注意報（ひょう）」が発表された場合 ・ 「竜巻注意情報（石狩・空知・後志地方）」が発表された場合 ＜監視範囲＞ 監視範囲は図１のとおり，泊発電所を含むメッシュを中心とした１辺 90km の正方形の範囲とする。	【女川】 記載の充実 ・大飯審査実績の反映 【大飯】 記載方針の相違 【大飯】 記載表現の相違 【大飯】 記載表現の相違 【大飯】 設計方針の相違 ・監視範囲の相違

大飯発電所３／４号炉	女川原子力発電所２号炉	泊発電所３号炉	相違理由
		 青枠は竜巻発生確度（10km 格子），赤枠は雷活動度（1km 格子）のメッシュを表示している。 図１　レーダーナウキャスト監視範囲	【大飯】 記載方針の相違
【比較のため補足説明資料13別紙７のうち４．を記載】 （２）竜巻警戒レベル２：竜巻対応準備 ①判断基準 ・発電所上空において、レーダーナウキャスト「竜巻発生確度２」又は「雷活動度２以上」となった場合。または、その進行方向などから、発電所到達の恐れがあると判断した場合 ②対応 ・所長室長（又は休日当番者）はレーダーナウキャストの監視により、竜巻対応準備が必要になったと判断した場合、当直課長に連絡する。 ・当直課長は所内一斉放送により、全所員に周知を行う。 ・駐車車両所有者は竜巻に対する防護準備として、所定の位置に車両の移動を行う。 ・作業担当課は屋外作業者に対し、物品の固縛等の竜巻対応準備を開始するよう指示する。 ・竜巻対応準備の完了については、各担当課が取りまとめ、所長室（又は休日当番者）に報告する。		（２）竜巻退避準備対応（STEP2） 発電課長（当直）は，STEP1 で監視を開始したレーダーナウキャストにおいて，以下の条件のうち，いずれかに該当した場合は，運営課長（夜間・休日は当番者）に連絡するとともに，竜巻の襲来が予想されるため，竜巻退避準備対応を開始することを館内放送等により，発電所員，協力会社員へ周知する。 ＜準備開始条件＞ ・ レーダーナウキャストにより，発電所上空に「竜巻発生確度２」が発生したことを確認した場合，又は予測値からその恐れがある場合 ・ レーダーナウキャストにより，発電所上空に「雷活動度２以上」が発生したことを確認した場合，又は予測値からその恐れがある場合 運営課長（夜間・休日は当番者）は，各課（室・センター）長へ，竜巻退避準備対応として，作業中（固縛を解放している）資機材の固縛等を実施するよう指示する。 各課（室・センター）長は，各対応の完了について，運営課長（夜間・休日は当番者）に報告する。	【大飯】 記載表現の相違

大飯発電所３／４号炉	女川原子力発電所２号炉	泊発電所３号炉	相違理由
【比較のため補足説明資料 13 別紙７のうち４．を記載】 （２）竜巻警戒レベル３：避難開始 ①判断基準 ・発電所上空において、レーダーナウキャスト「竜巻発生確度２」かつ「雷活動度３以上」となった場合。または、その進行方向等から発電所到達の恐れがあると判断した場合 ②対応 ・所長室長（又は休日当番者）はレーダーナウキャストの監視により、避難が必要になったと判断した場合、当直課長に連絡するとともに、警戒本部を設置する。 ・当直課長は一斉放送により、避難開始を周知する。 ・屋外作業者は直ちに作業を中止し、屋内に避難する。 ・作業車両の運転者は、作業車両と共に最寄の避難場所に避難し、指定された建物内に避難する。 ・避難の完了は各担当課が取りまとめ、警戒本部に報告する（警戒本部は実被害を受けた場合、非常対策本部となる）。		（３）竜巻退避対応（STEP3） 発電課長（当直）は，以下の条件に該当した場合は，運営課長（夜間・休日は当番者）に連絡するとともに，竜巻の襲来が予想されるため，竜巻退避対応を開始することを館内放送等により，発電所員，協力会社員へ周知する。また，運営課長（夜間・休日は当番者）は，発電所長に報告するとともに，自然災害等対策本部を設置する。 ＜避難開始条件＞ ・ レーダーナウキャストにより，発電所上空に「竜巻発生確度２」かつ「雷活動度３以上」が発生したことを確認した場合，又は予測値からその恐れがある場合 運営課長（夜間・休日は当番者）は，各課（室・センター）長へ，竜巻退避対応として，停車車両の発電所構外への退避，屋外作業の中止，作業者の屋内退避等を実施するよう指示する。 各課（室・センター）長は，各対応の完了について，自然災害等対策本部に報告する。（自然災害対策本部は，設備被害を受け復旧長期化等が発生した場合，原子力災害対策本部となる。） （４）竜巻対応終了 運営課長は，以下の条件に該当した場合は，竜巻監視対応，竜巻退避準備対応および竜巻退避対応の終了を関係箇所へ連絡する。 ＜終了条件＞ ・ 各 STEP 毎に定める開始条件を満たさなくなった場合 物品等飛散防止対策・車両退避フローを図２に示す。	【大飯】 記載表現の相違 【大飯】 記載方針の相違

大飯発電所３／４号炉	女川原子力発電所２号炉	泊発電所３号炉	相違理由
【比較のため補足説明資料 13 別紙７のうち４．を記載】 図２．物品等飛散防止対策・車両退避フロー		 図２　物品等飛散防止対策・車両退避フロー	【大飯】 記載方針の相違

大飯発電所３／４号炉

【比較のため補足説明資料13別紙７参考１を記載】

【参考１】竜巻に関する気象情報についての考察

（１）竜巻対応準備開始判断基準の捕捉性

藤田スケール（Ｆスケール）１以上の竜巻に対し、判断基準である「竜巻注意情報」又は「雷注意報（竜巻又はひょう）」が竜巻を捕捉した確率を調査（気象庁ＨＰ「竜巻注意情報の発表状況」より、２０１０～２０１３年の４年間のデータにて調査）

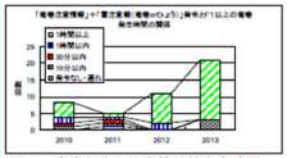


図３．竜巻発生と注意情報等発令時間

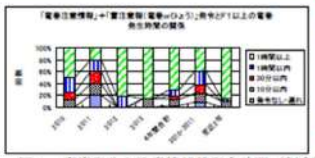


図４．竜巻発生と注意情報等発令時間（割合）

表１．竜巻発生と注意情報等発令時間

	2010	2011	2012	2013	4年間合計	2010-2011	至近2年
発令なし・遅れ	0	1	0	0	1	1	0
10分以内	1	1	0	3	5	2	3
30分以内	1	1	0	0	2	2	0
1時間以内	2	1	2	0	5	3	2
1時間以上	4	1	9	18	32	5	27
合計	8	5	11	21	45	13	32

捕捉率	100.0%	80.0%	100.0%	100.0%	97.8%	92.3%	100.0%
猶予10分以上の割合	87.5%	60.0%	100.0%	85.7%	86.7%	76.9%	90.6%
猶予30分以上の割合	75.0%	40.0%	100.0%	85.7%	82.2%	61.5%	90.6%

・捕捉率９７．８％（４５回の竜巻発生回数に対し、捕捉出来なかったのは１回のみ）
・至近２年間では捕捉率１００％、かつ、猶予３０分以上が９０．６％と、高い確率で捕捉出来ている。
・Ｆ３竜巻（２０１２年５月６日：茨城県つくば市）においては、竜巻発生の６時間４８分前に「雷注意報（竜巻、ひょう）」が発令されている。
・２０１３年３月に気象庁の監視体制が強化（気象レーダーのドップラー化）されたことから、更なる精度の向上が期待できる。
よって、「竜巻注意情報」又は「雷注意報（竜巻又はひょう）」発令による監視強化開始は妥当であると考える。

（２）竜巻対応準備、退避開始判断の妥当性

ａ．判断基準：

竜巻対応準備：レーダーナウキャスト「竜巻発生確度２」又は「雷活動度２以上」

退避開始　：レーダーナウキャスト「竜巻発生確度２」及び「雷活動度３以上」

女川原子力発電所２号炉

泊発電所３号炉

別紙２

竜巻に関する気象情報についての考察

（１）竜巻対応準備開始判断基準の捕捉性

日本版改良藤田スケール（JEF スケール）１以上の竜巻に対し，判断基準である「竜巻注意情報」又は「雷注意報（竜巻又はひょう）」が竜巻を捕捉した確率を調査（気象庁ＨＰ「竜巻注意情報の発表状況」より，２０１６～２０２１年の６年間のデータにて調査）

表１　竜巻発生と注意情報等発令時間

	2016	2017	2018	2019	2020	2021	6年間合計
発令なし・遅れ	1	0	1	1	0	0	3
30分以内	1	0	0	3	1	0	5
1時間以内	1	0	1	1	1	2	6
1時間超	11	11	10	4	6	5	47
合計	14	11	12	9	8	7	61

	2016	2017	2018	2019	2020	2021	6年間合計
全捕捉率	92.9%	100%	91.7%	88.9%	100%	100%	95.1%
猶予30分超えでの捕捉率	85.7%	0	91.7%	55.6%	87.5%	100%	86.9%
猶予60分超えでの捕捉率	78.6%	100%	83.3%	44.4%	75%	71.4%	77.0%

・捕捉率９５．１％（６１回の竜巻発生回数に対し，捕捉出来なかったのは３回のみ）で，ほぼ１００％であり，「竜巻注意情報」又は「雷注意報（竜巻又はひょう）」発令による監視強化開始は妥当であると考える。

（２）竜巻対応準備，避難開始判断の妥当性

ａ．判断基準：

竜巻退避準備対応　：レーダーナウキャスト「竜巻発生確度２」又は「雷活動度２以上」

竜巻退避対応　：レーダーナウキャスト「竜巻発生確度２」及び「雷活動度３以上」

相違理由

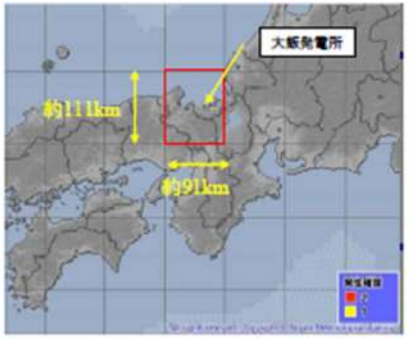
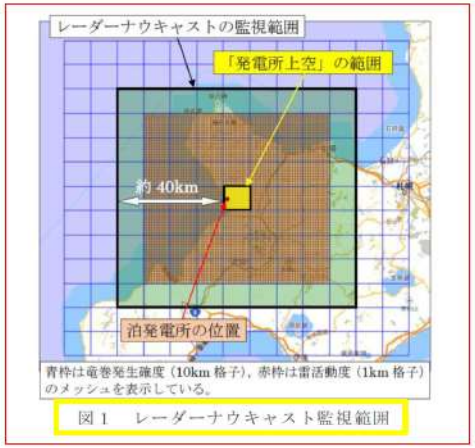
【女川】
記載の充実
・大飯審査実績の反映

【大飯】
記載方針の相違

【大飯】
記載表現の相違

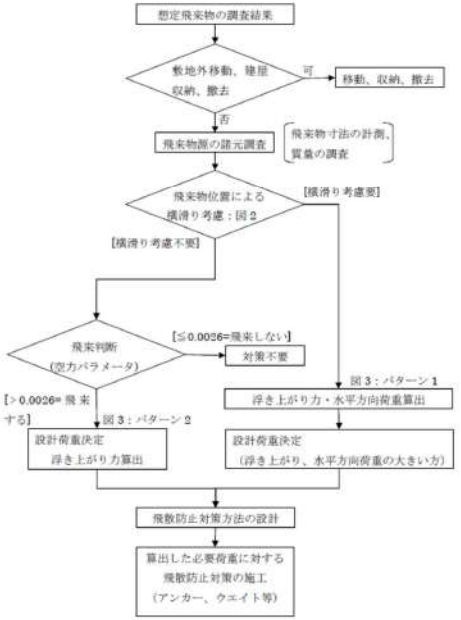
大飯発電所３／４号炉	女川原子力発電所２号炉	泊発電所３号炉	相違理由
【比較のため補足説明資料 13 別紙７参考１を記載】 上記の状況が発電所上空に発生、又は、発生の恐れがある場合 （監視範囲は北緯３５度東経１３５度～北緯３６度東経１３６度） ｂ．レーダーナウキャストについて ①竜巻発生確度について※1 ○「発生確度１」は、下記の条件１、２のＡＮＤ条件によって判定されている。 条件１：周辺１００ｋｍ範囲において、 ・気象ドップラーレーダーにより、メソサイクロンを検出した場合 ・数値シミュレーションと気象レーダー観測値から得られる「突風危険指数」の基準値を超えた場合 ・上記のＯＲ条件 条件２：気象レーダー観測による降水強度２０ｍｍ／ｈ ○「発生確度２」は、条件１、２のＡＮＤ条件で、「発生確度１」と判定される。 条件１：周辺４０ｋｍ範囲において、 ・気象ドップラーレーダーにより、メソサイクロンを検出した場合 ・数値シミュレーションと気象レーダー観測値から得られる「突風危険指数」の基準値を超えた場合 ・上記のＡＮＤ条件 条件２：気象レーダー観測による降水強度２０ｍｍ／ｈ ○竜巻発生確度は１０ｋｍメッシュで１０分ごとに６０分先まで予測される。 ②雷活動度について※2 ・「放電の検知から発雷密度を解析」、「レーダー３次元データから落雷を解析」、「レーダー観測から雨雲を解析」から解析される。 ・雷活動度は１ｋｍメッシュで１０分ごとに６０分先まで予測される。 ｃ．判断基準の妥当性について ①「竜巻発生確度２」と「雷活動度２」との重ね合わせについて ・強い竜巻は、スーパーセルと呼ばれる発達した積乱雲の下で発生する※1。 竜巻発生確度２では、メソサイクロン（スーパーセル中にある水平規模数ｋｍの小さな低気圧）の検出が条件となっている。 これはメソサイクロン付近で竜巻などの激しい突風の可能性があると判断される※1ためである。 更に降水強度を低めに見積もることによって、発達中の積乱雲から発生する突風を見逃さないようにしている。 ・積乱雲は３０分から６０分のライフサイクル（成長期、成熟期、衰退期による３段階）で形成、消滅する※1。このライフサイクル中、竜巻及び雷が発生するのは積乱雲が最も発達した成熟期であり、この成熟期の初期段階、又は、発達した成熟期の積乱雲の接近を把握する方法として、雷活動度を利用する。レーダーナウキャストの雷活動度		上記の状況が発電所上空に発生，又は，発生の恐れがある場合 （監視範囲は泊発電所を含むメッシュを中心とした１辺９０ｋｍの正方形の範囲） ｂ．レーダーナウキャストについて ①竜巻発生確度について※1 ○「発生確度１」は，下記の条件１，２のＡＮＤ条件によって判定されている。 条件１：周辺１００ｋｍ範囲において， ・気象ドップラーレーダーにより，メソサイクロンを検出した場合 ・数値シミュレーションと気象レーダー観測値から得られる「突風危険指数」の基準値を超えた場合 ・上記のＯＲ条件 条件２：気象レーダー観測による降水強度２０ｍｍ／ｈ ○「発生確度２」は，条件１，２のＡＮＤ条件で，「発生確度１」と判定される。 条件１：周辺４０ｋｍ範囲において， ・気象ドップラーレーダーにより，メソサイクロンを検出した場合 ・数値シミュレーションと気象レーダー観測値から得られる「突風危険指数」の基準値を超えた場合 ・上記のＡＮＤ条件 条件２：気象レーダー観測による降水強度２０ｍｍ／ｈ ○竜巻発生確度は１０ｋｍメッシュで１０分ごとに６０分先まで予測される。 ②雷活動度について※2 ・「放電の検知から発雷密度を解析」，「レーダー３次元データから落雷を解析」，「レーダー観測から雨雲を解析」から解析される。 ・雷活動度は１ｋｍメッシュで１０分ごとに６０分先まで予測される。 ｃ．判断基準の妥当性について ①「竜巻発生確度２」と「雷活動度２」との重ね合わせについて ・強い竜巻は，スーパーセルと呼ばれる発達した積乱雲の下で発生する※1。 竜巻発生確度２では，メソサイクロン（スーパーセル中にある水平規模数ｋｍの小さな低気圧）の検出が条件となっている。 これはメソサイクロン付近で竜巻などの激しい突風の可能性があると判断される※1ためである。 更に降水強度を低めに見積もることによって，発達中の積乱雲から発生する突風を見逃さないようにしている。 ・積乱雲は３０分から６０分のライフサイクル（成長期，成熟期，衰退期による３段階）で形成，消滅する※1。このライフサイクル中，竜巻及び雷が発生するのは積乱雲が最も発達した成熟期であり，この成熟期の初期段階，又は，発達した成熟期の積乱雲の接近を把握する方法として，雷活動度を利用する。レーダーナウキャストの雷活動度	【大飯】 設計方針の相違 ・監視範囲の相違

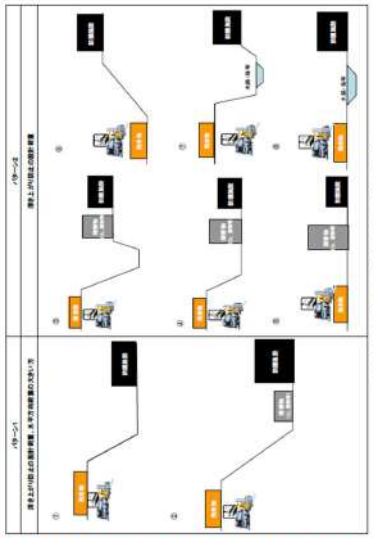
大飯発電所３／４号炉	女川原子力発電所２号炉	泊発電所３号炉	相違理由
【比較のため補足説明資料 13 別紙７参考１を記載】 ２は、上空の放電状態や、近接する雷雲の周辺、気象レーダーによる雷雲の立体的特徴などから、落雷が間近に迫っている雷雲の状態を表している。 つまり、発達しつつある積乱雲や、発達した積乱雲の周辺を表しており、竜巻が発生する可能性が高い発達した積乱雲の発生、又は接近を予告する指標として活用できると考える。 また、ナウキャストにおいては、予測だけでなく、直近の観測データの変化傾向を把握することができるため、経時変化を見ることが可能である。つまり、監視強化後にナウキャストを確認することにより、発電所周辺の積乱雲の状況を確認することが可能である ・以上より、「竜巻発生確度２」と「雷活動度２以上」を竜巻発生の指標とすることは、妥当であると判断した。 ②「竜巻発生確度２」と「雷活動度３以上」との組み合わせについて ・雷は積乱雲内の上昇気流よって発生する※３。つまり、落雷が発生している場所（雷活動度３以上の地域）は、強い上昇気流場であると言える。 ・レーダーナウキャストの雷活動度の解析には、雷放電時に発生する電磁波を全国３０ヶ所の検知局にある計測装置により、雷の位置、電界強度を計測した結果を用いている。実況値において雷活動度３以上の場所は、その時間において、既に対地放電が起きている強い放電密度を持った場所を表しており、強い雷雲の位置を示していることになる。 ・雷活動度の予測には、盛衰傾向による補正が加えられており、現時点では成長期や成熟期初期にある積乱雲に対して継続時間を考慮した予測がなされている。すなわち、単純な積乱雲の移動による雷の発生の予測ではなく、積乱雲の発達も考慮に加えられている※１。 ・前述の通り、竜巻発生確度２はメソサイクロンの検出が条件であり、強い竜巻の発生する可能性が高いことを示唆している。 ・メソサイクロンと雷活動度による積乱雲中の上昇気流場の検知を組み合わせることにより、強い竜巻の発生する可能性が高い条件の場所を推定する。 ・以上より、「竜巻発生確度２」と「雷活動度３以上」を強い竜巻の発生の指標とすることは、妥当であると判断した。 なお、判断基準とする情報については、今後もデータ・知見等の収集に努め、より信頼度の高い判断基準となるよう検討を継続し、改善を図っていくものとする。 ③監視範囲について ・監視範囲は視認性を考慮し、大飯発電所を含むレーダーナウキャストの経緯度線によるメッシュ内（約９１×約１１１ｋｍ四方）とする。 ・大飯発電所からメッシュ境界線までの最短距離は東方３０．８ｋｍであり、十分な監視範囲を確保。		２は，上空の放電状態や，近接する雷雲の周辺，気象レーダーによる雷雲の立体的特徴などから，落雷が間近に迫っている雷雲の状態を表している。 つまり，発達しつつある積乱雲や，発達した積乱雲の周辺を表しており，竜巻が発生する可能性が高い発達した積乱雲の発生，又は接近を予告する指標として活用できると考える。 また，ナウキャストにおいては，予測だけでなく，直近の観測データの変化傾向を把握することができるため，経時変化を見ることが可能である。つまり，監視強化後にナウキャストを確認することにより，発電所周辺の積乱雲の状況を確認することが可能である ・以上より，「竜巻発生確度２」と「雷活動度２以上」を竜巻発生の指標とすることは，妥当であると判断した。 ②「竜巻発生確度２」と「雷活動度３以上」との組み合わせについて ・雷は積乱雲内の上昇気流によって発生する※３。つまり，落雷が発生している場所（雷活動度３以上の地域）は，強い上昇気流場であると言える。 ・レーダーナウキャストの雷活動度の解析には，雷放電時に発生する電磁波を全国３０ヶ所の検知局にある計測装置により，雷の位置，電界強度を計測した結果を用いている。実況値において雷活動度３以上の場所は，その時間において，既に対地放電が起きている強い放電密度を持った場所を表しており，強い雷雲の位置を示していることになる。 ・雷活動度の予測には，盛衰傾向による補正が加えられており，現時点では成長期や成熟期初期にある積乱雲に対して継続時間を考慮した予測がなされている。すなわち，単純な積乱雲の移動による雷の発生の予測ではなく，積乱雲の発達も考慮に加えられている※１。 ・前述の通り，竜巻発生確度２はメソサイクロンの検出が条件であり，強い竜巻の発生する可能性が高いことを示唆している。 ・メソサイクロンと雷活動度による積乱雲中の上昇気流場の検知を組み合わせることにより，強い竜巻の発生する可能性が高い条件の場所を推定する。 ・以上より，「竜巻発生確度２」と「雷活動度３以上」を強い竜巻の発生の指標とすることは，妥当であると判断した。 なお，判断基準とする情報については，今後もデータ・知見等の収集に努め，より信頼度の高い判断基準となるよう検討を継続し，改善を図っていくものとする。 ③監視範囲について ・泊発電所のレーダーナウキャストの監視範囲は図１に示すとおり，泊発電所を含むメッシュを中心とした１辺９０ｋｍの正方形とする。 ・泊発電所からメッシュ境界線までの最短距離は西方約４０ｋｍであり，十分な監視範囲を確保。	【大飯】 記載表現の相違

大飯発電所３／４号炉	女川原子力発電所２号炉	泊発電所３号炉	相違理由
【比較のため補足説明資料 13 別紙７参考１を記載】 ・積乱雲の移動速度データ（１７ｋｍ／１０分※4）より、１８分程度の裕度を確保。 ・前述①の通り、積乱雲の成長期は１０分から３０分程度※3であり、竜巻が発生する積乱雲の成熟期になるまでに最短で１０分程度と想定※5  図５．レーダーナウキャスト監視範囲 （気象庁ＨＰより） ・安全側に上記の移動速度１８分と成熟期になる最短時間１０分を組み合わせた２８分を最短接近時間と考えた場合でも、レーダーナウキャストの予測は６０分後まで行っており、急速に発達・接近してくる積乱雲に対しても、本監視範囲で十分な監視が可能であると考えられる。 ・また、大飯発電所周辺における竜巻の移動方向は西から東が卓越しており、西側に約６０ｋｍの監視範囲を持つ本監視範囲は十分であると考える。 ・判断基準については、発電所上空に達した場合に加え、実況値及び予測値による雷雲等の移動方向から、発電所上空に達する恐れがある場合とする。 （３）竜巻襲来までの時間余裕に関する考察 ・ＳＴＥＰ１（監視強化：「竜巻注意情報」または「雷注意報（竜巻、ひょう）」）での時間的裕度は、(1)より３０分程度確保。 ・レーダーナウキャストによる監視に移行した後、時間余裕が全くなく、ＳＴＥＰ２（竜巻対応準備：「竜巻発生確度２」又は「雷活動度２以上」）に移行と想定。 ・ＳＴＥＰ３（退避開始：「竜巻発生確度２」＋「雷活動度３以上」）の竜巻襲来判断を行った場合の時間的裕度を以下の通り。 積乱雲の成長過程＋積乱雲の移動速度－レーダーナウキャストの更新時間 ＝１０分＋１８分－１０分＝１８分		・積乱雲の移動速度データ（１７ｋｍ／１０分※4）より，２３分程度の裕度を確保。 ・前述①の通り，積乱雲の成長期は１０分から３０分程度※3であり，竜巻が発生する積乱雲の成熟期になるまでに最短で１０分程度と想定※5  図１　レーダーナウキャスト監視範囲 ・安全側に上記の移動速度２３分と成熟期になる最短時間１０分を組み合わせた３３分を最短接近時間と考えた場合でも，レーダーナウキャストによる予測は６０分後まで行っており，急速に発達・接近してくる積乱雲に対しても，本監視範囲で十分な監視が可能であると考えられる。 ・また，泊発電所周辺における竜巻の移動方向は西から東が卓越しており，西側に約４０ｋｍの監視範囲を持つ本監視範囲は十分であると考える。 ・判断基準については，発電所上空に達した場合に加え，実況値及び予測値による雷雲等の移動方向から，発電所上空に達する恐れがある場合とする。 （３）竜巻襲来までの時間余裕 竜巻襲来までの時間について最も保守的な条件は，発電所上空に「竜巻発生確度２」かつ「雷活動度３以上」が発生した場合（ＳＴＥＰ３：竜巻退避対応開始）である。 この場合における時間余裕は ・レーダーナウキャストが６０分後の予測をしていること ・レーダーナウキャストは１０分毎に更新すること から，以下の通りとなる。 レーダーナウキャストの予測時間－レーダーナウキャストの更新時間 ＝６０分－１０分＝５０分	【大飯】 設計方針の相違 ・監視範囲の相違 【大飯】 記載表現の相違 【大飯】 設計方針の相違 ・監視範囲の相違 【大飯】 記載方針の相違 ・泊では，最も保守的な条件として，時間余裕が全くなく，STEP3（竜巻退避対応）を開始する場合を仮定している。

大飯発電所３／４号炉	女川原子力発電所２号炉	泊発電所３号炉	相違理由
【比較のため補足説明資料13別紙7参考1を記載】 ・上記には保守性が十分に含まれているが、判断時間等を考慮し、時間裕度を最短１５分と想定することとした。但し、実際にはレーダーナウキャストの予測により、６０分程度の裕度は十分に確保できると考える。 ※１：雷ナウキャストにおける雷の解析・予測技術と利用方法（測候時報 78.3 2011） ※２：気象庁ＨＰ：竜巻などの激しい突風に関する気象情報の利活用について（平成 22 年 3 月） ※３：大野久雄：雷雨とメソ気象（２００１，東京堂出版） ※４：加藤亘、保野聡裕：気象レーダの列車運転規制への活用に関する研究（2009 年 JR WEST Technical Review No26） ※５：実際には竜巻を伴うような大型の積乱雲に発達する時間は３０分程度と見込まれるが、保守的に文献記載の最小値を採用した		※１：雷ナウキャストにおける雷の解析・予測技術と利用方法（測候時報 78.3 2011） ※２：気象庁ＨＰ：竜巻などの激しい突風に関する気象情報の利活用について（平成 22 年 3 月） ※３：大野久雄：雷雨とメソ気象（２００１，東京堂出版） ※４：加藤亘，保野聡裕：気象レーダの列車運転規制への活用に関する研究（2009 年 JR WEST Technical Review No26） ※５：実際には竜巻を伴うような大型の積乱雲に発達する時間は３０分程度と見込まれるが，保守的に文献記載の最小値を採用した	【大飯】 記載方針の相違 ・泊では，最も保守的な条件として，時間余裕が全くなく，STEP3（竜巻退避対応）を開始する場合を仮定している。

大飯発電所３／４号炉	女川原子力発電所２号炉	泊発電所３号炉	相違理由
【6 竜巻-別添 1-添付 3.5-24, 25 にて比較（竜巻飛来物の防護対策に係る部分は除く）】 13. 竜巻防護対策の概要について 竜巻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・強風を引き起こす現象だが、大飯３，４号機における竜巻影響評価を実施し、設計竜巻による飛来物の衝突により竜巻防護施設の安全機能に影響を及ぼす可能性があることがわかったため、竜巻防護対策を実施する。 以下に竜巻防護対策の概要を説明する。 (1)竜巻防護対策の考え方 竜巻防護対策は、主に、次の２段階で実施する。 ＜第１段階＞竜巻飛来物の飛散防止対策 設計竜巻により飛来物となり得る物品の飛散を防止することにより、飛来物の衝突によって竜巻防護施設に影響を与える飛来物の発生防止を行う。 ~~＜第２段階＞竜巻飛来物の防護対策~~ ~~竜巻飛来物の飛散防止対策を確実に実施しても、作業中の足場や工事中資機材の飛散は否定出来ないことから、設計飛来物による影響評価の結果、竜巻防護施設である海水ポンプ室及び主蒸気配管室に対して竜巻飛来物防護対策設備を設置する。~~ (2)竜巻飛来物の飛散防止対策 大飯発電所において、設計竜巻により飛来物となり得る物品（以下、「飛来物源」という）の現地調査を行った結果を基に飛散防止対策を実施する。 飛散防止対策は、大飯発電所の構内全域にわたり ａ．敷地外への移動 ｂ．建屋内への収納 ｃ．撤去 ｄ．飛来物源の飛散防止 により行う。 飛散防止対策の検討フローを図１ に示す。 飛来物源の飛散防止対策は、設計飛来物である鋼製材より運動エネルギーが大きなもの、貫通しやすいものについては、もちろんのこと、運動エネルギー、貫通しやすさが鋼製材以下のものについても飛散防止対策を実施する。 図１の検討フローに示すとおり、飛来物源の位置により横滑りを考慮するか否かを判断し、飛散防止対策の設計荷重を決定し、具体的な飛散防止対策を設計する。 また、継続的な飛散防止対策のため、発電所構内における飛来物源となる可能性を有する物品の持込、設置等について、社内標準等を作成し、運用を行う。			

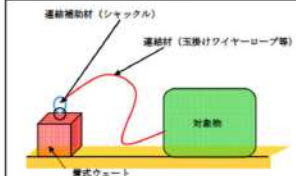
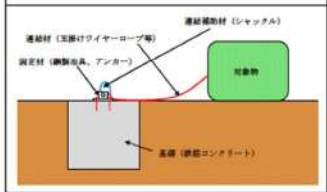
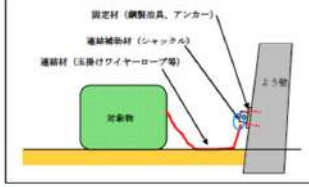
大飯発電所３／４号炉	女川原子力発電所２号炉	泊発電所３号炉	相違理由
【6 竜巻-別添 1-添付 3.5-26 にて比較】  図 1　飛散防止対策の検討フロー			

大飯発電所３／４号炉	女川原子力発電所２号炉	泊発電所３号炉	相違理由
【6 竜巻-別添 1-添付 3.5-23 にて比較】 			

大飯発電所３／４号炉

以下に飛散防止対策の実施例を示す。
① 飛散防止対策の実施例
ａ．ｺﾝﾃﾅ等の対策例
「仮置資材」、「鋼製ﾎﾞｯｸｽ」、「ｺﾝﾃﾅ」、「ﾌﾟﾚﾊﾌﾞ小屋」、「自動販売機」、「物置」、「ｹｰﾌﾞﾙﾄﾞﾗﾑ」、「仮設電源」、「鋼製材」、「鋼製ﾊﾟｲﾌﾟ」、「ﾄﾞﾗﾑ缶」等の対策例を表１に示す。

表１ ｺﾝﾃﾅ等の飛散防止対策例

概要図	対策方法
	・ウェイトによる対策 飛散防止対策の対象物を重式ウェイトに係留することにより、浮上りを防止する。 空力パラメータが 0.0026 以下となるようなウェイトを選定する。 なお、連結材、連結補助材、固定材等の付属材は必要な耐力を有するよう設計を行う。
	・基礎による対策 飛散防止対策の対象物を鉄筋コンクリート製の基礎に係留することにより、浮上り及び横滑りを防止する。 空力パラメータが 0.0026 以下もしくは水平方向の風荷重に対して横滑りを防止できるような基礎を製作する。 なお、連結材、連結補助材、固定材等の付属材は必要な耐力を有するよう設計を行う。
	・擁壁による対策 飛散防止対策の対象物をよう壁に係留することにより、浮上り及び横滑りを防止する。 空力パラメータが 0.0026 以下もしくは水平方向の風荷重に対して横滑りを防止できるような基礎を製作する。 なお、連結材、連結補助材、固定材等の付属材は必要な耐力を有するよう設計を行う。

女川原子力発電所２号炉

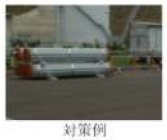
泊発電所３号炉

別紙３

主な想定飛来物の飛来物発生防止対策例について

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，飛来物になりうる物品（以下「想定飛来物」という。）が存在している。
主な想定飛来物の飛来物発生防止対策例を表１に示す。

表１　主な想定飛来物の飛来物発生防止対策例

想定飛来物	対策方法
プレハブ小屋	・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，プレハブ小屋の自重＋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。 対策例
鋼管	・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。  対策例
鋼材	・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。
鋼板	・単品で置かず複数枚を重ねて固縛する。 ・重ねる枚数については，空力パラメータが 0.0026 以下となる枚数とする。

相違理由

【女川】
記載の充実
・大飯審査実績の反映

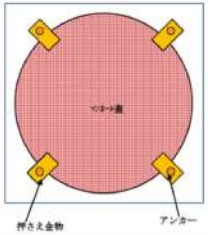
【大飯】
記載方針の相違

大飯発電所３／４号炉

ｂ．ﾁｪｯｶｰﾌﾟﾚｰﾄ等の対策例

「ﾁｪｯｶｰﾌﾟﾚｰﾄ」、「ﾏﾝﾎｰﾙ蓋」、「ｸﾞﾚｰﾁﾝｸﾞ」等は表２に示すとおり、押さえ金物、アンカーにより、端部を基礎コンクリートに固定する。

表２ ﾁｪｯｶｰﾌﾟﾚｰﾄ等の板状物の飛散防止対策例

概要図	対策方法
	・ﾏﾝﾎｰﾙ蓋、ﾁｪｯｶｰﾌﾟﾚｰﾄの対策 ﾏﾝﾎｰﾙ蓋、ﾁｪｯｶｰﾌﾟﾚｰﾄ等の板状物をコンクリート基礎に押さえ金物、アンカーにより固定する。
	・ｸﾞﾚｰﾁﾝｸﾞの対策 ｸﾞﾚｰﾁﾝｸﾞ等の板状物を複数つなげ、コンクリート基礎に押さえ金物、アンカーにより固定する。

ｃ．車両の対策例

「乗用車」等の浮上る車両の対策例については、補足説明資料 13 別紙６に記載する。

なお、対策については、車両の飛散距離等を考慮し、図４のとおり竜巻防護施設から 350m※1 の範囲内の対策が必要な作業中車両以外について実施する。また、対策が困難な車両については、定められた手順※２によって退避を行う。作業中車両等の停車車両については、即座に車両を移動できる体制を整えることとし、飛散防止対策は不要とする。

※1：車両の飛散距離については、補足説明資料-14 に記載。
※2：車両の退避については、補足説明資料-13 別紙７に記載

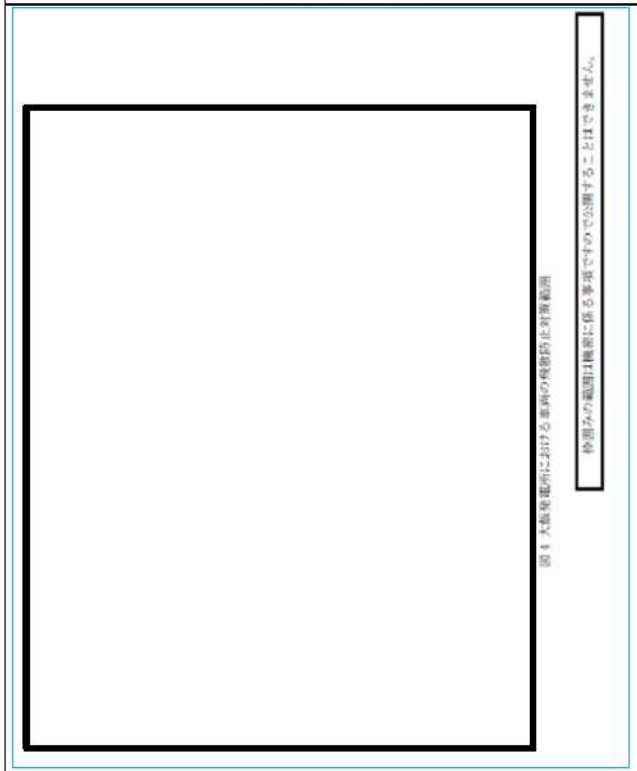
女川原子力発電所２号炉

泊発電所３号炉

想定飛来物	対策方法
マンホール蓋	・容易に飛散しないよう高さ方向への飛散防止対策を行う（マンホール蓋上面からの固定，マンホール蓋へのチェーン接続など）。 対策例
車両（重大事故等対処設備含む）	車両管理エリア（評価対象施設等から 350m の範囲）内について下記の対策を実施する。 ＜飛散する車両＞ ・アンカーにより地面へ固縛する，または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。 対策例 ・停車車両については，竜巻襲来が予想される場合に速やかに車両退避エリア（評価対象施設等から 350m の範囲外）に退避できる体制を取る旨マニュアルに反映することとしており固縛不要とする。 ・業務車両以外の車両については，構内への入構を禁止する。 ＜飛散はしないが横滑りする車両＞ ・アンカーにより地面へ固縛する。

相違理由

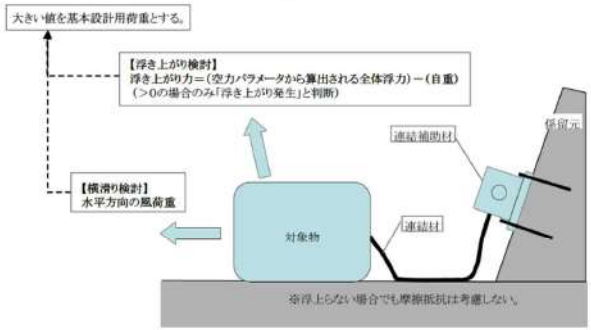
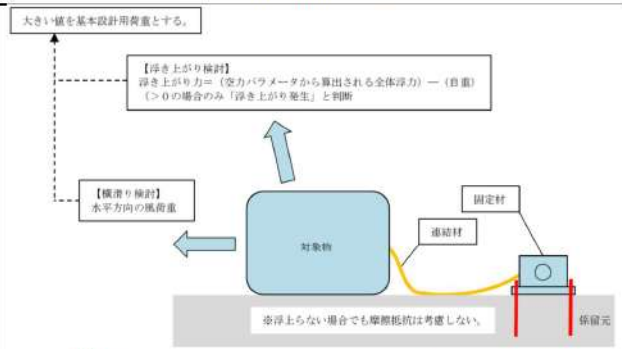
【大飯】
記載方針の相違

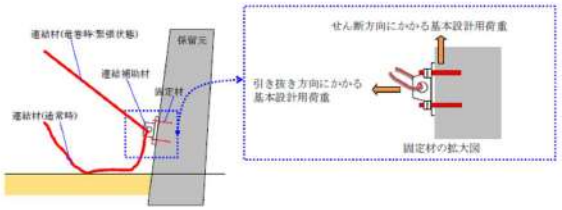
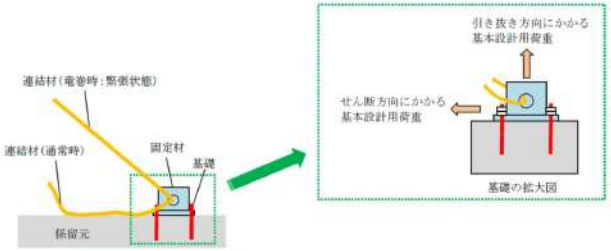
大飯発電所３／４号炉	女川原子力発電所２号炉	泊発電所３号炉	相違理由
 図１ 大飯発電所における竜巻の飛散防止対策範囲 ｄ．屋外設置 SA 資機材の対策例 「屋外設置 SA 資機材」について、浮上るものについては、浮上り防止対策を実施する。 なお、横滑りに関しては横滑りを考慮するエリアに設置している資機材について考慮することとする。対策例を表３に示す。			【大飯】 記載方針の相違

大飯発電所３／４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 屋外設置 SA 資機材の飛散防止対策例 概要図 / 対策方法 連結補助材（シャックル） 連結材（玉掛けワイヤーロープ等） ＳＡ資機材 置式ウェート ・ウェイトによる対策 屋外設置 SA 資機材を置式ウェイトに保留することにより、浮上りを防止する。 空力パラメータが 0.0026 以下となるようなウェイトを選定する。 なお、連結材、連結補助材、固定材等の付属材は必要な耐力を有するよう設計を行う。 連結材（玉掛けワイヤーロープ等） 連結補助材（シャックル） 固定材（鋼製治具、アンカー） ＳＡ資機材 基礎（鉄筋コンクリート） ・基礎による対策 屋外設置 SA 資機材を鉄筋コンクリート製の基礎に保留することにより、浮上り及び横滑りを防止する。 空力パラメータが 0.0026 以下もしくは水平方向の風荷重に対して横滑りを防止できるような基礎を製作する。 なお、連結材、連結補助材、固定材等の付属材は必要な耐力を有するよう設計を行う。 施工後イメージ 連結材 連結補助材 固定材（鋼製治具） 基礎 固定材（鋼製治具、アンカー） 連結材（玉掛けワイヤーロープ等） 連結補助材（シャックル） 保留元（よう壁） ＳＡ資機材 ・擁壁による対策 屋外設置 SA 資機材をよう壁に保留することにより、浮上り及び横滑りを防止する。 空力パラメータが 0.0026 以下もしくは水平方向の風荷重に対して横滑りを防止できるような基礎を製作する。 なお、連結材、連結補助材、固定材等の付属材は必要な耐力を有するよう設計を行う。 施工後イメージ 連結材 固定材（鋼製治具） 連結補助材			【大飯】 記載方針の相違

大飯発電所３／４号炉	女川原子力発電所２号炉	泊発電所３号炉	相違理由
(3)飛散防止対策における対策耐力の考え方 a．浮上りに対する評価方法 空力パラメータを用いて浮き上がるときに受ける全体浮力を算出し、自重より大きい場合「浮き上がり発生」と判断する。このときの正味の上向きの力（＝(空力パラメータから算出される全体浮力)－(自重)）」を「浮き上がり力」とし、基本設計用荷重として算出し、飛散防止対策の検討を行う。 想定飛来物の空力パラメータ値が 0.0026 となる時の質量を m~とすると、浮き上がり力 Q_V は以下の(1)式のとおり算出される。なお、空力パラメータの算出については、補足説明資料-9 のとおり。 $Q_V = (m\tilde{} - m) \times g$ (N)　　…(1) ここで、m~：想定飛来物の空力パラメータが 0.0026 となる時の質量(kg) m：想定飛来物の自重(kg) g：重力加速度（=9.80665m/s²） b．横滑りを考慮するエリアに設置する物品に対する評価方法 図 2 の横滑りを考慮するエリアに設置する物品については、浮上り及び横滑りに対する検討を行う。 建築物荷重指針・同解説等に準拠して求められる「水平方向の風荷重」にて横滑りを評価するものとし、浮き上がらない場合でも摩擦抵抗は考慮しない。 「水平方向の風荷重」と「浮き上がり力」のうちいずれか大きい値を基本設計用荷重として算出し、飛散防止対策の検討を行う。以下の図 5 に概念図を示す。		別添１ 飛散防止対策における対策耐力の考え方 １．浮上りに対する評価方法 空力パラメータを用いて浮き上がるときに受ける全体浮力を算出し，自重より大きい場合「浮き上がり発生」と判断する。このときの正味の上向きの力（＝（空力パラメータから算出される全体浮力）－（自重））」を「浮き上がり力」とし，基本設計用荷重として算出し，飛散防止対策の検討を行う。 想定飛来物の空力パラメータ値が 0.0026 となる時の質量を m~とすると，浮き上がり力 Q_V は以下の（１）式のとおり算出される。なお，空力パラメータの算出については，添付資料 3.8 のとおり。 $Q_V = (m\tilde{} - m) \times g[N]$・・・（１） ここで， $m\tilde{}$：想定飛来物の空力パラメータが 0.0026 となる時の質量[kg] m：想定飛来物の自重[kg] g：重力加速度（＝9.80665m/s²） ２．横滑りを考慮する物品に対する評価方法 横滑りを考慮する物品については，浮上り及び横滑りに対する検討を行う。 建築物荷重指針・同解説等に準拠して求められる「水平方向の風荷重」にて横滑りを評価するものとし，浮き上がらない場合でも摩擦抵抗は考慮しない。 「水平方向の風荷重」と「浮き上がり力」のうちいずれか大きい値を基本設計用荷重として算出し，飛散防止対策の検討を行う。以下の図 1 に概念図を示す。	【女川】 記載の充実 ・大飯審査実績の反映 【大飯】 記載表現の相違 【大飯】 記載表現の相違 【大飯】 設計方針の相違 ・泊では，大飯のような横滑りを考慮するエリアは設けず，女川と同じく，飛散管理エリア内において，フェンス等の障害物により横滑りを防止できない範囲を横滑り対策の検討対象とする方針。

第６条　外部からの衝撃による損傷の防止（竜巻：別添資料１　添付資料 3.5）

大飯発電所３／４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5 横滑りを考慮するエリア内の物品に対する基本設計用荷重の考え方の概念図		 図1 横滑りを考慮する物品に対する基本設計用荷重の考え方の概念図	【大飯】 設計方針の相違 ・泊では，大飯のような横滑りを考慮するエリアは設けず，女川と同じく，飛散管理エリア内において，フェンス等の障害物により横滑りを防止できない範囲を横滑り対策の検討対象とする方針。
①浮き上がり力の算出 (1)式のとおり。		①浮き上がり力の算出 （1）式のとおり。	【大飯】 記載表現の相違
②水平方向の風荷重 WD の算出 建築物荷重指針・同解説に準拠し、以下の(2)のとおりとする。なお、風力係数の設定は、建築基準法施行令に準拠する。 $W_D = q_H \times C_D \times G_D \times A$ (N)　…(2) ここで、q_H：速度圧（$=\rho \times V^2/2$、ρ：(=空気密度) 1.22kg/m³)) C_D：風力係数 G_D：風方向ガスト影響係数 (=1.00) A：受風面積（機器・物品を直方体とした場合は、側面の最大値）(m²)		②水平方向の風荷重 W_D の算出 建築物荷重指針・同解説に準拠し，以下の（2）のとおりとする。なお，風力係数の設定は，建築基準法施行令に準拠する。 $W_D = q_H \times C_D \times G_D \times A[N]$・・・（2） ここで， q_H：速度圧（$=\rho \times V^2/2$，ρ：（＝空気密度）1.22 kg/m³）） C_D：風力係数 G_D：風方向ガスト影響係数（＝1.00） A：受風面積（機器・物品を直方体とした場合は，側面の最大値）[m²]	
c．各部材の評価方法 連結材（ワイヤー類）を経由して作用する固定材（アンカー類、鋼製治具等）への荷重は、図６のとおり、引き抜き方向とせん断方向にそれぞれ基本設計用荷重が作用するものする。なお、部材の設計で用いる許容荷重は、許容値としてメーカが提示する値又は破断（終局）強度や基準強度に対して適切に安全率を配慮した値とする。		3．各部材の評価方法 連結材（ワイヤー類）を経由して作用する基礎（アンカーボルト等）への荷重は，図２のとおり，引き抜き方向とせん断方向にそれぞれ基本設計用荷重が作用するものする。なお，部材の設計で用いる許容荷重は，許容値としてメーカが提示する値又は破断（終局）強度や基準強度に対して適切に安全率を配慮した値とする。	【大飯】 記載表現の相違 ・泊では，アンカーボルト等を基礎，固定金具等を固定材としている。

大飯発電所３／４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6 アンカー類や鋼製治具類等に関する検討荷重（概念図）		 図2　アンカーボルト等に関する検討荷重（概念図）	【大飯】 記載表現の相違 ・泊では，アンカーボルト等を基礎，固定金具等を固定材としている。

大飯発電所３／４号炉	女川原子力発電所２号炉	泊発電所３号炉	相違理由
	添付資料 3.6 設計竜巻荷重と積雪荷重の考慮について 設置許可基準規則第６条のうち「外部事象の考慮」において，竜巻と積雪は荷重により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として抽出しており，組合せの要否の検討を実施している。 また，積雪事象は気象情報によって予測可能であることも踏まえて，積雪が確認された場合には除雪等に必要な資機材を確保するとともに手順等を整備することによって，雪を長期間堆積状態にしない方針としている。 一方，「原子力発電所の竜巻影響評価ガイド」では設計竜巻荷重と組み合わせる荷重として，竜巻以外の自然現象による荷重を挙げており，竜巻との同時発生が想定され得る雪等の発生頻度を参照し，設計対象施設に常時作用する荷重，運転時荷重等と組み合わせることの適切性や設定する荷重の大きさ等を判断するとしている。 これらの方針を踏まえて，設計竜巻荷重と積雪荷重の組合せの考え方について以下のとおり整理する。 １．設計竜巻荷重と設計積雪荷重の組合せの考え方 竜巻及び積雪による堆積荷重は，同時に発生する場合を考慮し，設計上考慮すべき荷重評価における自然現象の組合せとして，竜巻による荷重及び積雪による荷重の組合せを設定している。荷重の組合せは，主たる作用（主事象）の最大値と，従たる作用（副事象）の任意時点の値（平均値）の和として作用の組合せを考慮する Turkstra の法則※1の考え方に基づき設定している。この考え方は，日本建築学会「建築物荷重指針・同解説」や建築基準法，土木学会「性能設計における土木構造物に対する作用の指針」，国土交通省「土木・建築にかかる設計の基本」，EN1990（ユーロコード），ASCE 7-02（米国土木学会），ANSI（米国国家規格協会），ISO 等でも採用されている。 竜巻は発生頻度が低い偶発荷重であるが，発生すると荷重が大きく，安全機能への影響が大きいと考えられることから，設計上の主荷重として扱う。一方，積雪は発生頻度が主荷重と比べて相対的に高いが，荷重は主荷重に比べて小さく，安全機能への影響も主荷重に比べて小さいため，従荷重として扱う。 竜巻と積雪の発生頻度，影響の程度を表１に示す。また，主荷重と従荷重の組合せを表２に示す。（表１，表２は「別添資料１　外部事象の考慮について」より抜粋）	添付資料 3.6 設計竜巻荷重と積雪荷重との組み合わせについて 設置許可基準規則第６条のうち「外部事象の考慮」において，竜巻と積雪は荷重により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として抽出しており，組合せの要否の検討を実施している。 また，積雪事象は気象情報によって予測可能であることも踏まえて，積雪が確認された場合には除雪等に必要な資機材を確保するとともに手順等を整備することによって，雪を長期間堆積状態にしない方針としている。 一方，「原子力発電所の竜巻影響評価ガイド」では設計竜巻荷重と組み合わせる荷重として，竜巻以外の自然現象による荷重を挙げており，竜巻との同時発生が想定され得る雪等の発生頻度を参照し，設計対象施設に常時作用する荷重，運転時荷重等と組み合わせることの適切性や設定する荷重の大きさ等を判断するとしている。 これらの方針を踏まえて，設計竜巻荷重と積雪荷重の組合せの考え方について以下のとおり整理する。 １．設計竜巻荷重と設計積雪荷重の組合せの考え方 竜巻及び積雪による堆積荷重は，同時に発生する場合を考慮し，設計上考慮すべき荷重評価における自然現象の組合せとして，竜巻による荷重及び積雪による荷重の組合せを設定している。荷重の組合せは，主たる作用（主事象）の最大値と，従たる作用（副事象）の任意時点の値（平均値）の和として作用の組合せを考慮する Turkstra の法則※1の考え方に基づき設定している。この考え方は，日本建築学会「建築物荷重指針・同解説」や建築基準法，土木学会「性能設計における土木構造物に対する作用の指針」，国土交通省「土木・建築にかかる設計の基本」，EN1990（ユーロコード），ASCE 7-02（米国土木学会），ANSI（米国国家規格協会），ISO 等でも採用されている。 竜巻は発生頻度が低い偶発荷重であるが，発生すると荷重が大きく，安全機能への影響が大きいと考えられることから，設計上の主荷重として扱う。一方，積雪は発生頻度が主荷重と比べて相対的に高いが，荷重は主荷重に比べて小さく，安全機能への影響も主荷重に比べて小さいため，従荷重として扱う。 竜巻と積雪の発生頻度，影響の程度を表１に示す。また，主荷重と従荷重の組合せを表２に示す。（表１，表２は「別添資料１　外部事象の考慮について」より抜粋）	【大飯】 記載方針の相違 ・女川審査実績の反映 ・大飯は資料無し 【女川】 記載表現の相違 【女川】 記載表現の相違

大飯発電所３／４号炉

女川原子力発電所２号炉

表１　竜巻および積雪荷重の性質

荷重の種類		荷重の大きさ	最大荷重の継続時間	発生頻度（/年）
主荷重	竜巻	大	短（数十秒）	1.9×10^{-6}
従荷重	積雪	小	長（約２週間）*1	1.0×10^{-2} *2

*1　積雪は冬季の限定した期間のみ発生する。除雪を行うことで，継続期間は短縮することが可能

*2　100 年再現期待値

表２　竜巻（主荷重）と積雪（従荷重）の組合せ

	竜巻（主荷重）	
積雪（従荷重）	建築基準法	記載なし
	継続時間	短（竜巻）×長（積雪）
	荷重の大きさ	大（竜巻）＋小（積雪）

上記のとおり，竜巻の作用時間は極めて短時間であること，積雪の荷重は冬季の限定された期間に発生し，積雪荷重の大きさや継続時間は除雪を行うことで低減できることから，発生頻度が極めて小さい設計竜巻の風荷重と積雪による荷重が同時に発生し，設備に影響を与えることは考えにくいため，組合せを考慮しない。また，雪が堆積した状態における竜巻の影響については，除雪により雪を長期間堆積状態にしない方針であることから，組合せを考慮しない。

２．竜巻との同時発生が想定される雪との組合せの考え方

「原子力発電所の竜巻影響評価ガイド」で設計竜巻荷重に組み合わせる荷重として考慮することが要求される竜巻と同時発生が想定される雪は，冬期に竜巻が襲来する場合に考慮すべき事象である。
竜巻通過前後の気象条件において降雪を伴う可能性はあるが，上昇流の竜巻本体周辺では，竜巻通過時に雪は降らない。また，下降流の竜巻通過時は，竜巻通過前に積もった雪の大部分は竜巻の風により吹き飛ばされ，雪による荷重は十分小さく設計竜巻荷重に包絡される。よって，「原子力発電所の竜巻影響評価ガイド」で考慮することが要求される竜巻と同時発生が想定される雪は荷重として影響を及ぼさないことから，組合せを考慮しない。

［参考文献］
※１：建築物荷重指針・同解説（2015）（2 章荷重の種類と組合せ，付 5.5 許容応力度設計に用いる組合せ荷重のための荷重係数）

泊発電所３号炉

表１　竜巻及び積雪荷重の性質

荷重の種類		荷重の大きさ	最大荷重の継続時間	発生頻度（/年）
主荷重	竜巻	大	短（数十秒）	2.5×10^{-7}
従荷重	積雪	中	長（約２週間）*1	1.0×10^{-2} *2

*1　積雪は冬季の限定した期間のみ発生する。除雪を行うことで，継続期間は短縮することが可能

*2　垂直積雪量が冬季の最大積雪の 100 年再現期待値に相当する値

表２　竜巻（主荷重）と積雪（従荷重）の組合せ

	竜巻（主荷重）	
積雪（従荷重）	建築基準法	記載なし
	継続時間	短（竜巻）×長（積雪）
	荷重の大きさ	大（竜巻）＋中（積雪）

上記のとおり，竜巻の作用時間は極めて短時間であること，積雪の荷重は冬季の限定された期間に発生し，積雪荷重の大きさや継続時間は除雪を行うことで低減できることから，発生頻度が極めて小さい設計竜巻の風荷重と積雪による荷重が同時に発生し，設備に影響を与えることは考えにくいため，組合せを考慮しない。また，雪が堆積した状態における竜巻の影響については，除雪により雪を長期間堆積状態にしない方針であることから，組合せを考慮しない。

２．竜巻との同時発生が想定される雪との組合せの考え方

「原子力発電所の竜巻影響評価ガイド」で設計竜巻荷重に組み合わせる荷重として考慮することが要求される竜巻と同時発生が想定される雪は，冬期に竜巻が襲来する場合に考慮すべき事象である。
竜巻通過前後の気象条件において降雪を伴う可能性はあるが，上昇流の竜巻本体周辺では，竜巻通過時に雪は降らない。また，下降流の竜巻通過時は，竜巻通過前に積もった雪の大部分は竜巻の風により吹き飛ばされ，雪による荷重は十分小さく設計竜巻荷重に包絡される。よって，「原子力発電所の竜巻影響評価ガイド」で考慮することが要求される竜巻と同時発生が想定される雪は荷重として影響を及ぼさないことから，組合せを考慮しない。

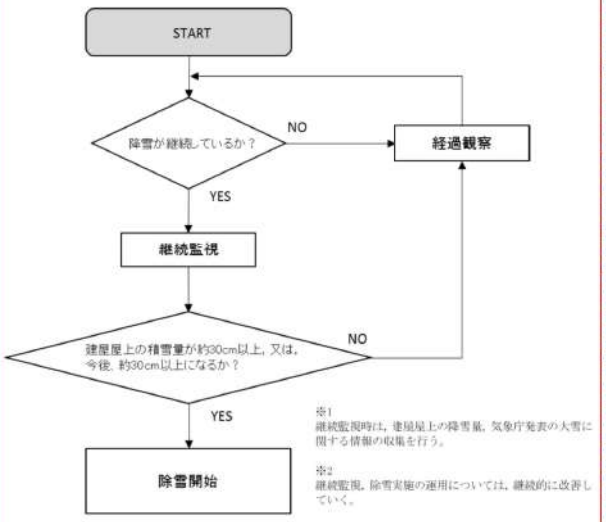
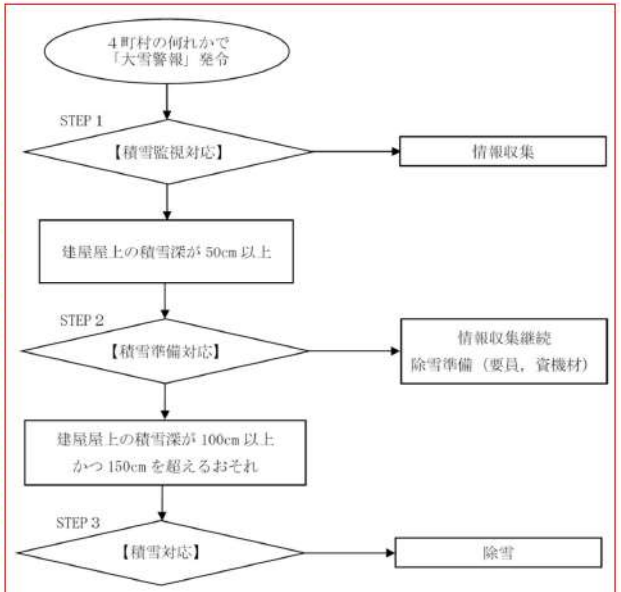
［参考文献］
※１：建築物荷重指針・同解説（2015）（2 章 荷重の種類と組合せ，付 5.5　許容応力度設計に用いる組合せ荷重のための荷重係数）

相違理由

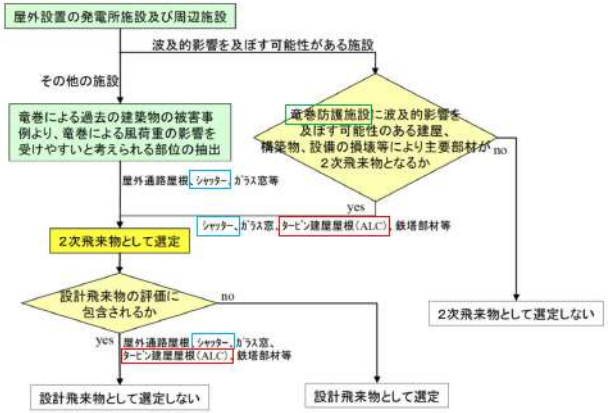
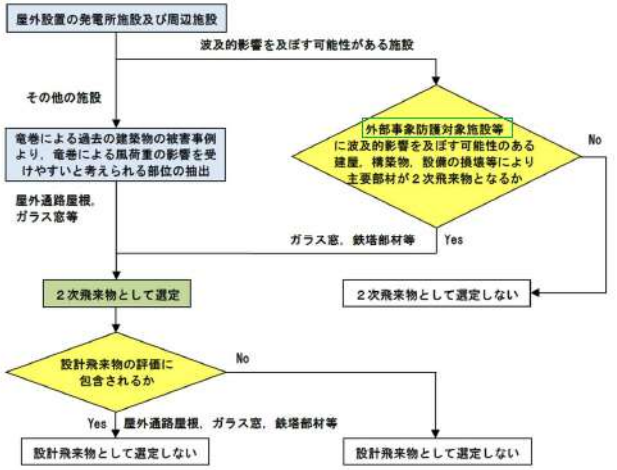
【女川】
記載表現の相違

【女川】
泊は多雪地域のため”中”という記載としている。
補足：「外部事象の考慮」では“追而”としているが，竜巻の発生頻度等のみであるため，本資料では先行して掲載した。

【女川】
泊は多雪地域のため”中”という記載としている。
補足：「外部事象の考慮」では“追而”としているが，竜巻の発生頻度等のみであるため，本資料では先行して掲載した。

大飯発電所３／４号炉	女川原子力発電所２号炉	泊発電所３号炉	相違理由
	【柏崎刈羽原子力発電所６，７号炉まとめ資料　６条-別添１(外事)-1-添付 8-13 ページより引用】 別紙 4 原子炉建屋等の屋上の除雪運用について 評価対象の建屋は，設計基準積雪量の荷重に対して健全であることを確認しているが，積雪に対する頑健性を高めるため，建屋屋上の積雪量の監視及び気象情報（降雪予報）の収集を行い，除雪を実施する。  図 4-1　原子炉建屋等屋上積雪量の管理作業フロー	別紙 1 原子炉建屋等の屋上の除雪運用について 外部事象防護対象施設を内包する建屋（原子炉建屋等）を含む建屋屋上の除雪については，発電所周辺４町村（岩内町，共和町，泊村，神恵内村）のうち，いずれかに「大雪警報」が発令された場合，建屋屋上の積雪深を監視し，100 cm以上かつ 150 cmを超えるおそれがある場合は，150 cmを超えないように除雪を実施することとしている。（図１参照）  ※１　情報収集は，建屋屋上の積雪深測定，気象情報の監視を行う。 ※２　継続監視、除雪実施の運用については、継続的に改善していく。 図１　原子炉建屋等の屋上除雪フロー 本運用において，建屋屋上の積雪深が 50 cm以上となった実績はないが，150 cmを超えないよう除雪を実施する運用としていることを踏まえ，評価対象の建屋については，設計竜巻荷重等に積雪量 150 cmの荷重を組合せた荷重に対して構造健全性が維持されること又は倒壊しないことを確認している。	【大飯，女川】 設計方針の相違 ・泊では，発電所周辺４町村のいずれかに「大雪警報」が発令された場合，建屋屋上の積雪深を監視し，100 cm以上かつ 150 cmを超えるおそれがある場合は，150 cmを超えないように除雪する運用としている。過去３年程度の運用においては，建屋屋上の積雪深が 50 cm以上(要員参集等の除雪準備を開始する基準）となった実績はないが，150 cmを超えないように除雪する運用としていることを踏まえ，評価対象の建屋については，設計竜巻荷重等に積雪量150 cmの荷重を組合せた荷重に対して構造健全性が維持されること又は倒壊しないことを確認している旨記載している。 ・大飯，女川は資料なし ・柏崎のその他外部事象のまとめ資料の記載を参考とした。 【柏崎】 記載表現の相違 【柏崎】 記載方針の相違 【柏崎】 設計方針の相違 ・柏崎では，建屋屋上の積雪量が 30 cm以上又は 30 cmを超える可能性がある場合に除雪を実施することとしているが，泊では，建屋屋上の積雪深が 100 cm以上かつ 150 cmを超えるおそれがあ

大飯発電所３／４号炉	女川原子力発電所２号炉	泊発電所３号炉	相違理由
			る場合は，150 ㎝を超えないように除雪を実施することとしている。 ・柏崎では，評価対象建屋について，設計基準積雪量の荷重に対して健全性を確認している。泊では，除雪運用を考慮し，設計竜巻荷重等に積雪量150㎝の荷重を組み合わせた荷重に対して健全性を確認している。

大飯発電所３／４号炉	女川原子力発電所２号炉	泊発電所３号炉	相違理由
16. ２次飛来物の抽出について ２次飛来物の選定においては、以下の観点及び選定フローにより、抽出を行った。また、抽出された２次飛来物について設計飛来物に包含されるかどうか確認を行った。 ① 竜巻防護施設に波及的影響を及ぼす可能性がある建屋、構築物、設備の損壊等により主要部材（壁、屋根等）が２次飛来物となるか。 ② 竜巻による過去の建築物の被害事例より竜巻による風荷重の影響を受けやすいと考えられる部位であるか。  図１　２次飛来物選定フロー 以上より、まず、①竜巻防護施設に波及的影響を及ぼす可能性がある建屋、構築物、設備であり、損壊等により部材（壁、屋根等）が２次飛来物となる可能性が考えられるかについて廃棄物処理建屋、鉄骨造であるタービン建屋（鉄骨造部分）、原子炉周辺建屋（鉄骨造部分）、永久構台、送電鉄塔について確認を行った。その結果を以下の表１に示す。 また、②の竜巻による風荷重の影響を受けやすいと考えられる部位については、過去に発生した竜巻による建築物の被害状況等により、屋外通路屋根、建屋のｼｬｯﾀｰ、窓ｶﾞﾗｽ、給気用格子について、２次飛来物となる可能性が否定できないが、これらについては、飛来物となったとしても設計飛来物である鋼製材に包含されること確認した。検		添付資料3.7 ２次飛来物の抽出について ２次飛来物の選定においては，以下の観点及び選定フローにより，抽出を行った。また，抽出された２次飛来物について設計飛来物に包含されるかどうか確認を行った。 ① 外部事象防護対象施設等に波及的影響を及ぼす可能性がある建屋，構築物，設備の損壊等により主要部材（壁，屋根等）が２次飛来物となるか。 ② 竜巻による過去の建築物の被害事例より竜巻による風荷重の影響を受けやすいと考えられる部位であるか。  図１　２次飛来物選定フロー 以上より，まず，①外部事象防護対象施設等に波及的影響を及ぼす可能性がある建屋，構築物，設備であり，損壊等により部材（壁，屋根等）が２次飛来物となる可能性が考えられるかについて，鉄骨造である循環水ポンプ建屋，タービン建屋，原子炉建屋（燃料取扱棟），送電鉄塔について確認を行った。その結果を以下の表１に示す。 また，②の竜巻による風荷重の影響を受けやすいと考えられる部位については，過去に発生した竜巻による建築物の被害状況等により，飛散をしていないシャッターを除き，屋外通路屋根，ガラス窓，給気用ガラリについて，２次飛来物となる可能性が否定できないが，これらについては，飛来物となったとしても設計飛来物である鋼製材に包	【女川】 記載の充実 ・大飯審査実績の反映 【大飯】 記載表現の相違 【大飯】 記載表現の相違 （以下，同様の相違理由は省略する。） 【大飯】 記載方針の相違 ・泊では，女川と同じく，過去の被害状況から，シャッターについては，固定部が外れていないことが確認できるため，２次飛来物として抽出していない。（添付3.3別紙２参照） 【大飯】 設備の相違 ・泊のタービン建屋屋根は，飛散しないことを確認している。 【大飯】 設備の相違 ・波及的影響を及ぼす可能性がある建屋，構築物，設備の相違 【大飯】 ・泊では，女川と同じく，過去の被害状況か

大飯発電所３／４号炉

討結果を別紙１に示す。

表１　２次飛来物評価結果

	施設の倒壊有無	部材の飛散有無	部材の設計飛来物への包含性
タービン建屋	無※1	有※2	建屋のｼｬｯﾀｰ，ｶﾞﾗｽ窓，屋根（ALC）の飛散可能性は否定できないが，設計飛来物である鋼製材に包含されることを確認した。
廃棄物処理建屋	無※1	無※1	－
原子炉周辺建屋（鉄骨造部分）	無※1	無※1	－
永久構台	無※3	無※3	－
送電鉄塔	強度検討の結果，最も余裕度が低い部材が塔体下部の部材であることから，鉄塔が損壊する場合には，塔体下部から屈曲するように倒壊すると想定される。部材・ボルトが破断したとしても少なくとも部材の片端は別部材と連結されていることから飛散することは考え難い。※4		（余裕度が１を下回る部材は，設計飛来物に包含されることを確認した。）

※1：評価結果は補足説明資料10本文に記載
※2：評価結果は補足説明資料10別紙4に記載
※3：評価結果は補足説明資料10別紙7に記載
※4：評価結果は補足説明資料10別紙8に記載

以上より、２次飛来物としては、屋外通路屋根、ｼｬｯﾀｰ、ｶﾞﾗｽ窓、給気用格子、ﾀｰﾋﾞﾝ建屋屋根(ALC)、鉄塔部材について２次飛来物となる可能性を否定できないがこれらについては、設計飛来物である鋼製材に包含できることを確認した。

女川原子力発電所２号炉

泊発電所３号炉

含されること確認した。検討結果を別紙１に示す。

表１　２次飛来物評価結果

	施設の倒壊有無	部材の飛散有無	部材の設計飛来物への包含性
循環水ポンプ建屋	無※1	無※1	ガラス窓等の飛散可能性は否定できないものの，設計飛来物に包絡されることを確認した。
タービン建屋	無※1	無※1	
原子炉建屋（燃料取扱棟）	無※1	無※1	
送電鉄塔	強度検討の結果，鉄塔下部の部材（腹材）の余裕度が1.00を下回る結果となった。万一，鉄塔が損壊した場合においても，架渉線の径間長が長く高張力側である No.6 鉄塔方向に倒壊し，外部事象防護対象施設を内包する建屋側に倒壊するリスクは極めて低い。また，鉄塔の高さ（約 29m）に対して，鉄塔から外部事象防護対象施設を内包する建屋までの距離は約 400m 確保されているため，鉄塔が倒壊したとしても外部事象防護対象施設を内包する建屋に衝突することはない。さらに当該部材が破断したとしても，当該部材を主柱材に連結しているボルトの余裕度が1.00以上確保されており，少なくとも部材の片端は他の部材と連結されていると考えられるため，飛散することは考え難いことから，送電鉄塔への竜巻襲来時における影響はないことを確認した。※2		（余裕度が1.00を下回る部材は，設計飛来物に包含されることを確認した。）

※1：評価結果は設工認にて説明
※2：評価結果は別紙２に記載

以上より，屋外通路屋根，ガラス窓，給気用ガラリ，鉄塔部材については，２次飛来物となる可能性を否定できないが，これらについては，設計飛来物である鋼製材に包含できることを確認した。

相違理由

ら，シャッターについては，固定部が外れていないことが確認できるため，２次飛来物として抽出していない。（添付3.3別紙２参照）

【大飯】
設備の相違
・波及的影響を及ぼす可能性がある建屋，構築物，設備の相違

【大飯】
設備の相違
・泊のタービン建屋屋根は，飛散しないことを確認している。
・送電鉄塔の構造，部材の違いによる評価結果の相違（大飯同様の評価を行っている）

【大飯】
・泊では，女川と同じく，過去の被害状況から，シャッターについては，固定部が外れていないことが確認できるため，２次飛来物として抽出していない。（添付3.3別紙２参照）
・建屋の構造健全性の評価結果は，設工認で説明する方針。

【大飯】
記載表現の相違

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

第６条　外部からの衝撃による損傷の防止（竜巻：別添資料１　添付資料 3.7）

大飯発電所３／４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

主な竜巻による被害概要を調査した文献より，竜巻による被害を受けやすい建築物の部位として以下が挙げられる。

平成24年5月6日茨城県つくば市で発生したF3竜巻による建築物の被害状況※1

大飯発電所において竜巻による風荷重や飛来物の影響を受けやすいと考えられる部位

以上より，大飯発電所においても竜巻により被害を受けた建築物の部位と同様な箇所については２次飛来物となる可能性が否定できないため，２次飛来物として抽出し，設計飛来物に包含されることを確認した。以下に比較結果を示す。

表１　２次飛来物の設計飛来物への包含性について

対象物名	仕様 長さ[m]	仕様 幅[m]	仕様 高さ[m]	仕様 重量[kg]	運動エネルギー[kJ]	飛来物コンクリート(Fc30)に対する貫通限界厚さ[cm]
鋼製材	4.2	0.3	0.2	135	220	27.2
屋根材、シャッター※2	3.0	1.5	0.01	35	117※3	23.8
ガラス窓	0.914	0.813	0.002	4	15	11.9
給気用格子	1	1	0.002	16	42	17.9

※1：「平成24年(2012年)5月6日に茨城県つくば市で発生した建築物等の竜巻被害調査報告」（ISSN1346-7328 国総研 第703号 ISSN0286-4630 建築研究資料 第141号 平成25年1月）
※2：被害状況から分解したと仮定
※3：柔構造であるため，衝突した際に伝わる運動エネルギーはさらに低いと考えられる。

別紙１

主な竜巻による被害概要を調査した文献より，竜巻による被害を受けやすい建築物の部位として以下が挙げられる。

屋根材　　ガラス窓

図１　平成24年5月6日 茨城県つくば市で発生したF3竜巻による建築物の被害状況※1

屋根材　　ガラス窓　　給気ガラリ

図２　泊発電所において竜巻による風荷重や飛来物の影響を受けやすいと考えられる部位

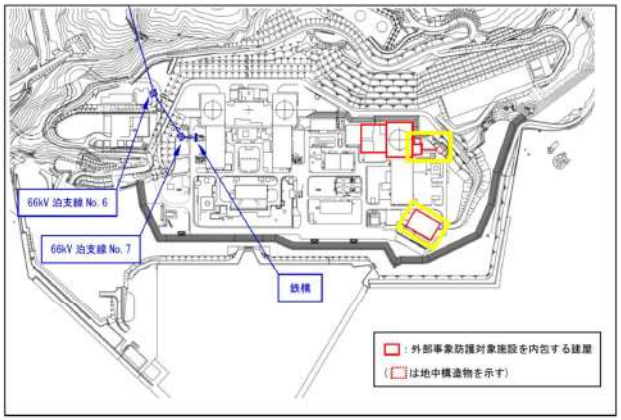
以上より，泊発電所においても竜巻により被害を受けた建築物の部位と同様な箇所については，２次飛来物として抽出し，設計飛来物に包含されることを確認した。以下の表１に比較結果を示す。

表１　２次飛来物の設計飛来物への包含性について

	仕様 長さ[m]	仕様 幅[m]	仕様 高さ[m]	仕様 質量[kg]	運動エネルギー[kJ]	コンクリート(Fc24)の貫通限界厚さ[cm]
鋼製材	4.2	0.3	0.2	135	220	28.6
屋根材※2	2.4	2.91	0.0008	20	84※3	27.1
ガラス窓	0.8	1.0	0.005	10	29	15.5
給気用ガラリ	1.0	2.0	0.12	20	64	13.6

※１：「平成24年(2012年)5月6日に茨城県つくば市で発生した建築物等の竜巻被害調査報告」（ISSN1346-7328　国総研　第703号　ISSN0286-4630　建築研究資料　第141号　平成25年1月）
※２：被害状況から分解したと仮定
※３：柔構造であるため，衝突した際に伝わる運動エネルギーは，さらに低いと考えられる。

【大飯】
設備の相違
・発電所敷地内の建物・構築物（２次飛来物）の違いによる相違
【大飯】
・泊では，女川と同じく，過去の被害状況から，シャッターについては，固定部が外れていないことが確認できるため，２次飛来物として抽出していない。（添付 3.3 別紙２参照）
【大飯】
記載表現の相違
【大飯，女川】
設備の相違
・コンクリート強度及び発電所敷地内の建物・構築物（２次飛来物）の違いによる評価結果の相違

大飯発電所３／４号炉	女川原子力発電所２号炉	泊発電所３号炉	相違理由
（補足説明資料 10） 別紙 8 送電鉄塔の部材飛来を想定した竜巻防護施設の安全性評価検討について １．検討対象 送電鉄塔への 100m/s の竜巻による影響検討に際し、原子炉建屋に最も近い鉄塔（500kV 大飯幹線 No. 2）の強度検討を実施する。 図1 検討対象 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。		別紙 2 送電鉄塔への竜巻襲来時における影響について １．検討対象 送電鉄塔への最大風速 100m/s の竜巻襲来時における３号機の外部事象防護対象施設を内包する建屋（原子炉建屋等）への影響を確認するため，当該建屋に最も近い鉄塔（66kV 泊支線 No. 7）の強度検討を実施した。  図１ 検討対象平面図	【女川】 記載の充実 ・大飯審査実績の反映 【大飯】 記載表現の相違 【大飯】 設備の相違 ・評価対象鉄塔の相違

大飯発電所３／４号炉

【6 竜巻-別添 1-添付 3.7-10, 11 にて比較】

２．使用材料および許容応力度

送電用鉄塔の材質および強度区分別の許容応力度は、表１ および表２ のとおりである。

表１ 鋼材の許容応力度

種別	材質または強度区分記号	板厚 t (mm)	降伏点または耐力 σ_y (N/mm^2)	引張強さ σ_B (N/mm^2)
山形鋼	SS400	t ≦16	245	400
		16＜ t ≦40	235	400
	SS540	t ≦16	400(378)	540
		16＜ t ≦40	390(378)	540
鋼管	STK400	－	235	400
	STKT590	－	440(413)	590
鋼板	SS400	t ≦16	245	400
		16＜ t ≦40	235	400
	SM490	t ≦16	325	490
		16＜ t ≦40	315	490
ボルト	5.8	－	420(364)	520
	6.8	－	480(420)	600
	9.8	－	720(630)	900

（　）内は $0.7\sigma_B$ を示す。

表２ ｺﾝｸﾘｰﾄの圧縮強度

種別	種別	圧縮強度(N/mm^2)（材齢 28 日強度）
充てんｺﾝｸﾘｰﾄ	軽量	49.1
	普通	39.3

なお、終局時の検討であることから、鋼材は平成 12 年建設省告示第 2464 号の第３に基づき F 値を 1.1 倍する。

３．検討方法

送電鉄塔に関しては、鉄塔本体及び送電線に作用する風荷重を以下のように設定し、検討を行う。

【比較のため 6 竜巻-別添 1-添付 3.7-6 の（2）の記載を一部再掲】

送電鉄塔の設計は経済産業省令の「電気設備に関する技術基準を定める省令」に基づき平均風速 40m/s(10 分間平均風速)にて設計されている。

女川原子力発電所２号炉

泊発電所３号炉

２．検討方法

送電鉄塔の設計は，経済産業省の「電気設備に関する技術基準を定める省令」に基づき，平均風速 40m/s（10 分間平均風速）に耐えうるよう設計している。

強度検討における竜巻の想定については，ランキン渦モデルにて風速を想定し，送電鉄塔位置が最大風速となる最大接線風速半径 30m の位置として，送電鉄塔及び架渉線（電力線及び架空地線）に作用する風荷重を以下のとおり設定した。

相違理由

【大飯】
記載方針の相違

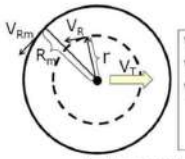
【大飯】
記載表現の相違

【大飯】
記載方針の相違

第６条　外部からの衝撃による損傷の防止（竜巻：別添資料１　添付資料3.7）

大飯発電所３／４号炉	女川原子力発電所２号炉	泊発電所３号炉	相違理由
（１）鉄塔に対して 本検討は竜巻荷重に対する評価であるため、竜巻による風圧に関する荷重を考慮した検討を行う。 送電鉄塔における風圧は一般に $P=1/2\,\rho V^2C$ の理論式によって求められ、風速の２乗に比例する。 よって、V=100m/s の場合における風圧荷重は表３の設計風圧値を用いて算出する。 この設計風圧値は、表４の台風を想定した 40m/s 時の設計風圧値に対して、竜巻と台風との設計用速度圧の比である 6.25（$100^2/40^2$）を乗じて算出した。		（１） 鉄塔に対して 送電鉄塔における風圧は一般に $P=1/2\,\rho V^2C$ の理論式によって求められ，風速の２乗に比例する。 よって，V=100m/s の場合における風圧荷重は表１の設計風圧値を用いて算出し，この竜巻を想定した設計風圧値については，表２の設計等価風圧値（風速 40m/s 時）に対する設計用速度圧の比である 6.25（$100^2/40^2$）を乗じて算出した。	【大飯】 記載方針の相違 【大飯】 記載表現の相違
表３．鉄塔に関する 100m/s の竜巻を想定した設計風圧値 鉄塔風圧値（Pa） 鋼管：14,100　山形鋼：25,131 表４．鉄塔に関する高温季設計風圧値 鉄塔風圧値（Pa） 鋼管：2,256　山形鋼：4,021		表１ 最大風速 100m/s の竜巻を想定した設計風圧値 鉄塔風圧値（Pa） 塔高 40m 以下 普通鉄塔：17,750 表２ 鉄塔における設計等価風圧値 鉄塔風圧値（Pa） 塔高 40m 以下 普通鉄塔：2,840	【大飯】 設備の相違 ・評価対象鉄塔の相違
（２）電線に対して 【6 竜巻-別添 1-添付 3.7-5 にて比較】 送電鉄塔の設計は経済産業省令の「電気設備に関する技術基準を定める省令」に基づき平均風速 40m/s（10 分間平均風速）にて設計されている。 送電線については、この省令に基づき風速 40m/s 時の電線 1m 当りの電線風圧値(Hc)を設定し、この風圧値が作用した際に耐えられるよう送電鉄塔の設計を行っている。 したがって、100m/s の竜巻時に送電線に作用する風圧値については、この Hc を基準として以下のとおり、2.8Hc と算定した。 ＜送電線に作用する風荷重の算出方法＞ ①ガイド記載の風速 100m/s の竜巻特性値より風速分布を作成 以下の図２のガイド記載のランキン渦モデルにおける風速分布の考え方に基づき、竜巻風速 100m/s 時に風速分布を図３のように作成する。		（２）架渉線に対して 架渉線については，風速 40m/s 時の電線 1m 当りの電線風圧値（Hc）を設定し，この風圧値が作用した際に耐えられるよう送電鉄塔の設計を行っている。 最大風速 100m/s の竜巻襲来時に架渉線へ作用する風圧値を算定するにあたっては，40m/s 時の風圧値 Hc との比較による換算係数と架渉線の作用範囲について，次項に述べる計算方法に基づき算定した。 ＜架渉線に作用する風荷重の算出方法＞ ① 竜巻の中心距離からの風速分布 原子力発電所の竜巻影響評価ガイドに記載されている風速 100m/s の竜巻特性値より，風速分布を作成した。以下の図２ランキン渦モデルにおける風速分布の考え方に基づき，竜巻風速 100m/s 時の風速分布を図３のとおり作成した。	【大飯】 記載表現の相違 【大飯】 記載表現の相違 【大飯】 記載方針の相違 【大飯】 記載表現の相違 【大飯】 記載方針の相違

大飯発電所３／４号炉



V_T：竜巻の移動速度
V_R：接線風速、r：竜巻渦中心からの半径
V_{Rm}：最大接線風速、R_m：最大接線風速が生じる位置での半径
$V_R = V_{Rm} \cdot (r/R_m)$（$r \leqq R_m$の範囲）
$V_R = V_{Rm} \cdot (R_m/r)$（$r \geqq R_m$の範囲）

最大竜巻風速	移動速度	最大接線風速	最大接線風速半径
100m/s	15m/s	85m/s	30m

図2 ランキン渦モデルによる風速分布の考え方

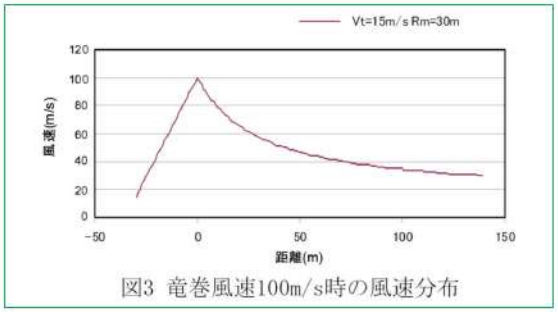


図3 竜巻風速100m/s時の風速分布

②風速値の風荷重換算を行う。
　風荷重については、$P=1/2\,\rho V^2C$ より、風速の２乗に比例するため図３より風速の２乗に比例する風圧分布図を以下のとおり作成する。

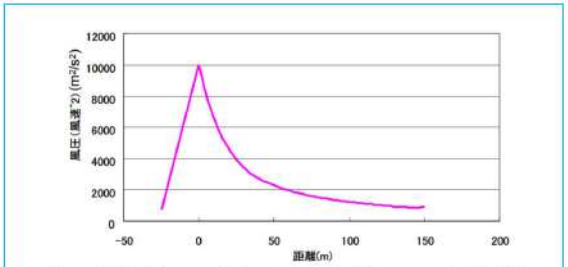
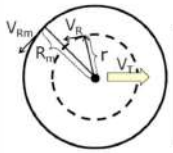


図4 竜巻風速100m/s時の風圧（風速の２乗）分布図

女川原子力発電所２号炉

泊発電所３号炉



V_T：竜巻の移動速度
V_R：接線風速、r：竜巻渦中心からの半径
V_{Rm}：最大接線風速、R_m：最大接線風速が生じる位置での半径
$V_R = V_{Rm} \cdot (r/R_m)$（$r \leqq R_m$の範囲）
$V_R = V_{Rm} \cdot (R_m/r)$（$r \geqq R_m$の範囲）

最大竜巻風速	移動速度V_T	最大接線風速V_{Rm}	最大接線風速半径R_m
100m/s	15m/s	85m/s	30m

図２ ランキン渦モデルによる風速分布の考え方

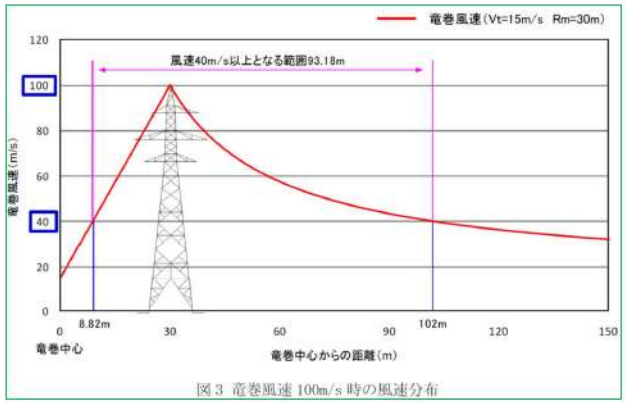


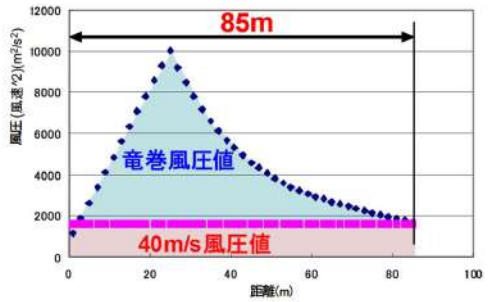
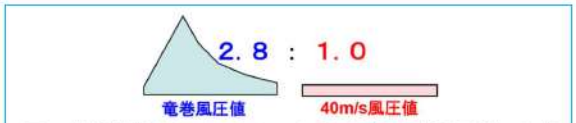
図３ 竜巻風速 100m/s 時の風速分布

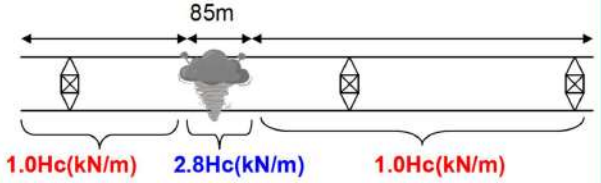
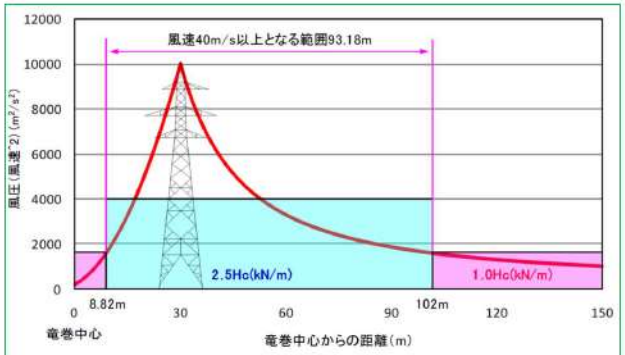
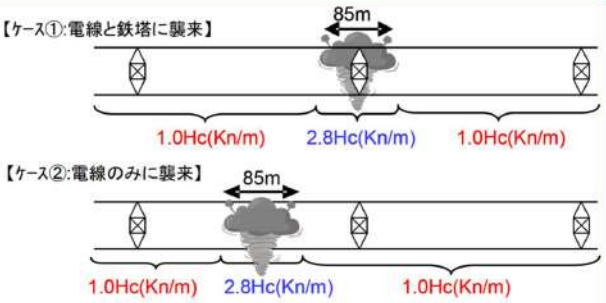
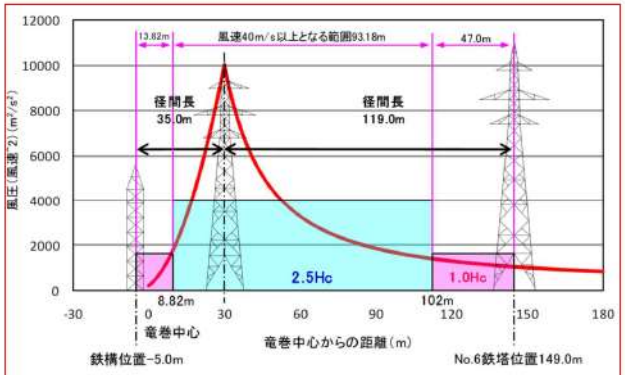
相違理由

【大飯】
記載表現の相違

【大飯】
記載方針の相違

第６条　外部からの衝撃による損傷の防止（竜巻：別添資料１　添付資料3.7）

大飯発電所３／４号炉	女川原子力発電所２号炉	泊発電所３号炉	相違理由
③40m/s の風圧値を超える範囲を竜巻影響範囲とする。 送電線の設計風圧である 40m/s を超える範囲について、竜巻影響範囲とし、以下の図５のとおり、竜巻影響範囲を 85m とする。  図5 40m/sの風圧値を超える範囲の算出結果		② 竜巻影響範囲の決定 架渉線に作用する竜巻影響範囲は，風荷重が架渉線の設計風速である 40m/s に相当する風圧値を超える範囲とした。風圧値が 40m/s 以上となる範囲は，竜巻渦中心からの距離 8.82m から 102m までの 93.18m となる。	【大飯】 記載表現の相違 【大飯】 設計方針の相違 ・40m/s の風圧値を超える範囲の相違
④風圧値の比較 鉄塔に作用する電線風圧荷重は以下の関係で表される。 Ｈｃ＝Ｐ×Ａ Ｈｃ：電線風圧荷重（ｋＮ） Ｐ　：電線風圧（Ｐａ） Ａ　：受風面積（㎡） ここで電線の太さは一様であるため、電線風圧荷重は、風圧Ｐの電線長さ方向の積分値に比例することになる。 図５より 85m の竜巻影響範囲において、竜巻風圧値と 40m/s 風圧値の積分面積比較を行った結果、竜巻風圧値は 40m/s 風圧値の 2.8 倍であった。 【下段にて比較】 したがって、竜巻の影響を受ける電線には、風速 40m/s 時の電線 1m 当りの電線風圧を Hc とした場合、Hc×2.8 が作用するものとした。  図6 竜巻影響範囲における40m/s風圧値と竜巻風圧値の比較		③ 架渉線における風圧値の比較 架渉線に作用する風圧荷重は以下の関係で表される。 Ｈｃ＝Ｐ×Ａ Ｈｃ：架渉線風圧荷重（kN） Ｐ：架渉線風圧（Pa） Ａ：受風面積（m²） ここで，架渉線の太さは一様であるため，架渉線風圧荷重は風圧Ｐの架渉線長さ方向の積分値に比例することとなる。 図３から算出した竜巻影響範囲において，次式のとおり，竜巻風圧値と 40m/s 風圧値の積分による面積比較を行った結果，竜巻風圧値は 40m/s 風圧値の 2.5 倍と計算される。 $$\frac{\int_{8.82}^{30}\{V_{Rm}\cdot(r/R_m)+V_T\}^2dr+\int_{30}^{102}\{V_{Rm}\cdot(R_m/r)+V_T\}^2dr}{40^2\times(102-8.82)}\fallingdotseq 2.5$$	【大飯】 記載表現の相違 【大飯】 記載表現の相違 【大飯】 設計方針の相違 ・40m/s の風圧値を超える範囲の相違 【大飯】 記載方針の相違

大飯発電所３／４号炉	女川原子力発電所２号炉	泊発電所３号炉	相違理由
【比較のため順番を入れ替えて再掲】 したがって、竜巻の影響を受ける電線には、風速 40m/s 時の電線 1m 当りの電線風圧を Hc とした場合、Hc×2.8 が作用するものとした。 ⑤送電線に作用する風荷重 以上①～④より、85m の範囲には 40m/s の風圧値の 2.8 倍が作用し、それ以外の範囲には、40m/s の風圧値が作用するとして、送電線に作用する風荷重を以下の図 7 のとおりとする。  ※ Hc ： 風速40m/sの時の電線1m当り電線風圧値 図7 送電線に作用する風荷重の算定結果		したがって，竜巻の影響を受ける範囲の架渉線には，風速 40m/s 時の架渉線 1m 当りの架渉線風圧を Hc とした場合，Hc×2.5 倍の風圧が作用するものとした。 ④ 竜巻襲来時の架渉線に作用する風荷重 以上の①～③から，93.18m の範囲には風速 40m/s における風圧値の 2.5 倍が作用し，それ以外の範囲には，風速 40m/s の風圧値が作用することとなり，架渉線に作用する風荷重は図 4 のとおりとなる。  図 4 架渉線に作用する風荷重の算定結果	【大飯】 記載表現の相違 【大飯】 設計方針の相違 ・40m/s の風圧値を超える範囲の相違 【大飯】 記載表現の相違
なお、鉄塔と電線による連成系である送電鉄塔は、竜巻の影響範囲に比べて広範囲に分布していることから、鉄塔とその周辺の電線に竜巻が襲来する場合をケース①とし、径間内の電線のみに竜巻が襲来する場合をケース②として以下の図８のように設定した。  図8 送電鉄塔に関する検討ｹｰｽ		⑤ 泊支線 No.7 鉄塔の前後径間における架渉線風荷重分布 ④にて算出した架渉線に作用する風荷重を泊支線 No.7 鉄塔の前後径間に適用した場合の風荷重分布を表すと図 5 のとおりとなる。  図 5 泊支線 No.7 鉄塔前後の架渉線に作用する風荷重	【大飯】 設計方針の相違 ・大飯では，①鉄塔とその周辺の電線に竜巻が襲来するケースと，②径間内の電線のみに竜巻が襲来するケースの２ケース検討しているが，泊では径間長が短いことを考慮し，竜巻影響範囲を包含する前後径間すべての範囲に竜巻が襲来するケースについて検討している。

大飯発電所３／４号炉

【比較のため６竜巻-別添1-添付3.7-5の２．を再掲】

２．使用材料および許容応力度

送電用鉄塔の材質および強度区分別の許容応力度は、表１および表２のとおりである。

【比較のため順番を入れ替えて再掲】

なお、終局時の検討であることから、鋼材は平成12年建設省告示第2464号の第３に基づきＦ値を1.1倍する。

表１　鋼材の許容応力度

種別	材質または強度区分記号	板厚ｔ（mm）	降伏点または耐力σ_y（N/mm^2）	引張強さσ_B（N/mm^2）
山形鋼	SS400	t≦16	245	400
		16＜t≦40	235	400
	SS540	t≦16	400(378)	540
		16＜t≦40	390(378)	540
鋼管	STK400	－	235	400
	STKT590	－	440(413)	590
鋼板	SS400	t≦16	245	400
		16＜t≦40	235	400
	SM490	t≦16	325	490
		16＜t≦40	315	490
ボルト	5.8	－	420(364)	520
	6.8	－	480(420)	600
	9.8	－	720(630)	900

（　）内は$0.7\sigma_B$を示す。

女川原子力発電所２号炉

泊発電所３号炉

⑥ 本検討における架渉線風圧荷重分布について

鉄塔の強度計算を行うにあたり，66kV 泊支線 No.７鉄塔が架渉線風圧荷重を分担する径間長は前後径間の 1/2 径間ずつであり，図６のとおり，竜巻影響範囲に包含される。

本検討においては，架渉線の径間長が短いことを勘案し，図６のとおり前後径間すべての架渉線風圧を２.５倍として検討した。

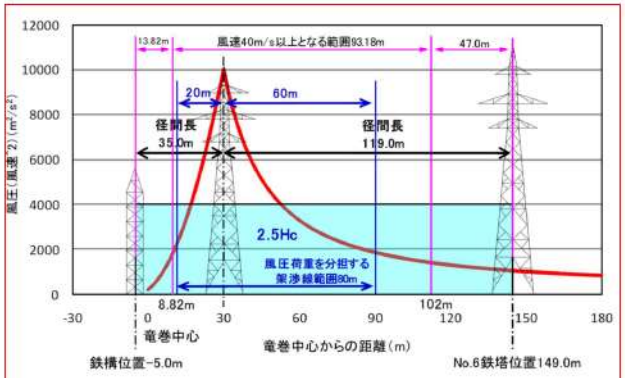


図６ 本検討における架渉線風荷重分布

３．使用材料および許容応力度

送電鉄塔の材質および強度区分別の許容応力度は，表３のとおりである。

なお，終局時の検討であることから，鋼材は平成12年建設省告示第2464号の第３に基づきＦ値を1.1倍した。

表３ 鋼材の許容応力度

種別	材質	板厚ｔ・径（mm）	降伏点または耐力σ_y（N/mm^2）	引張強さσ_B（N/mm^2）
山形鋼	SS400	t≦16	245	400
		16＜t≦40	235	400
	SS540	t≦16	400(378)	540
		16＜t≦40	390(378)	540
ボルト	SS400	φ=16	420(364)	520
	SS540	φ=20	480(420)	600
		φ=22	720(630)	900

（　）内はσ_Bを示す。

相違理由

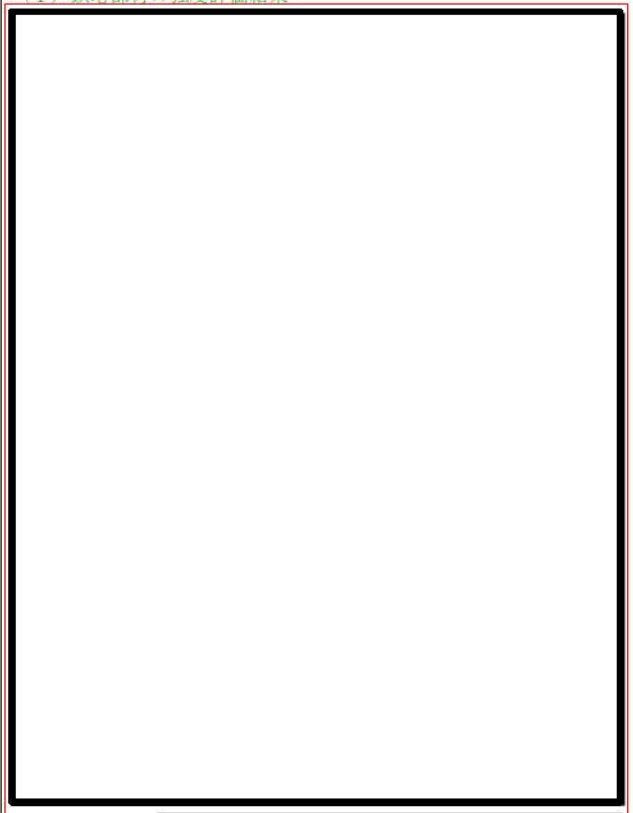
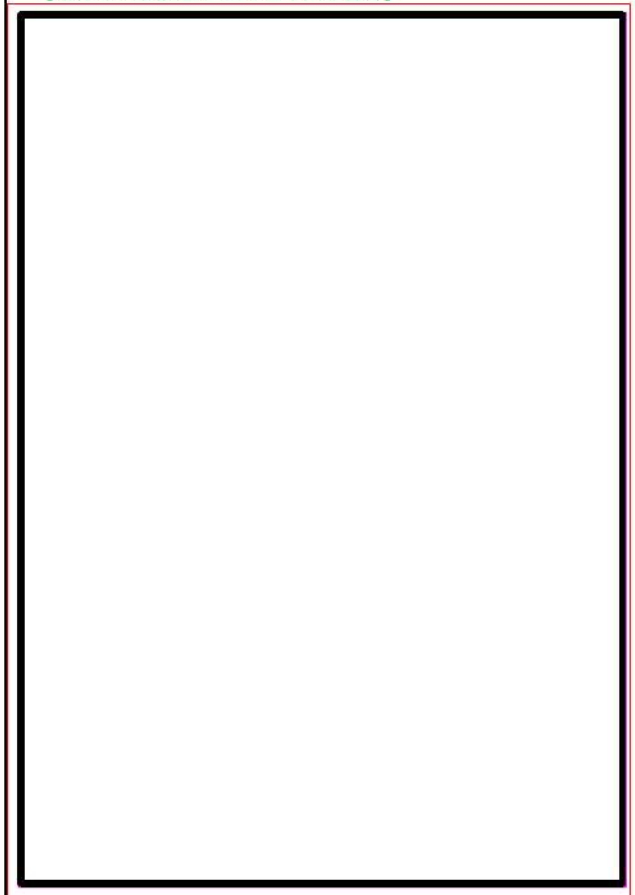
【大飯】
設計方針の相違
・大飯では，①鉄塔とその周辺の電線に竜巻が襲来するケースと，②径間内の電線のみに竜巻が襲来するケースの２ケース検討しているが，泊では径間長が短いことを考慮し，竜巻影響範囲を包含する前後径間すべての範囲に竜巻が襲来するケースについて検討している。

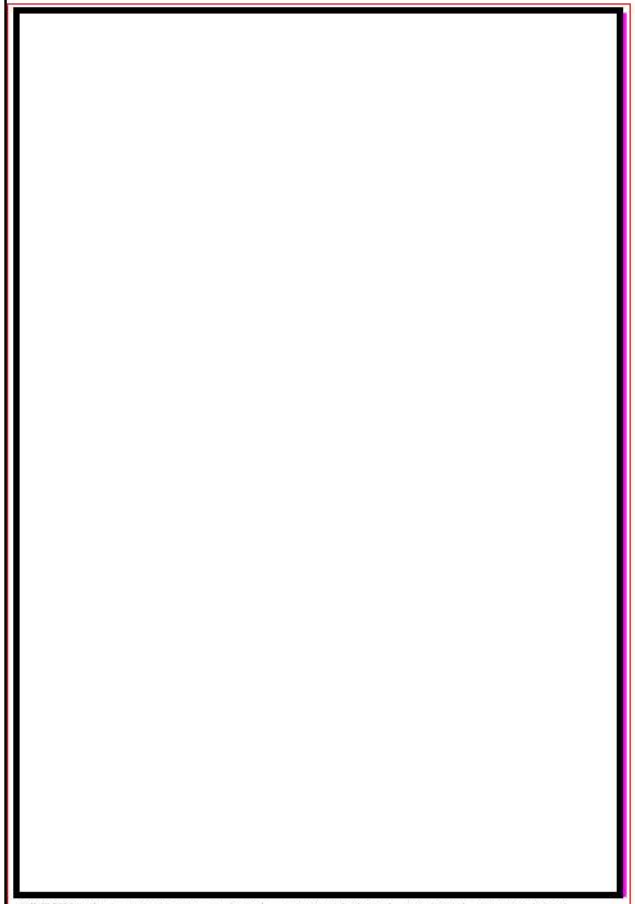
【大飯】
記載表現の相違

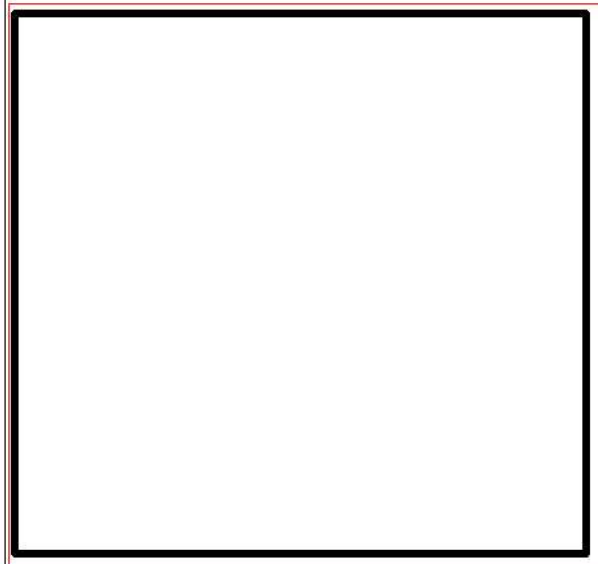
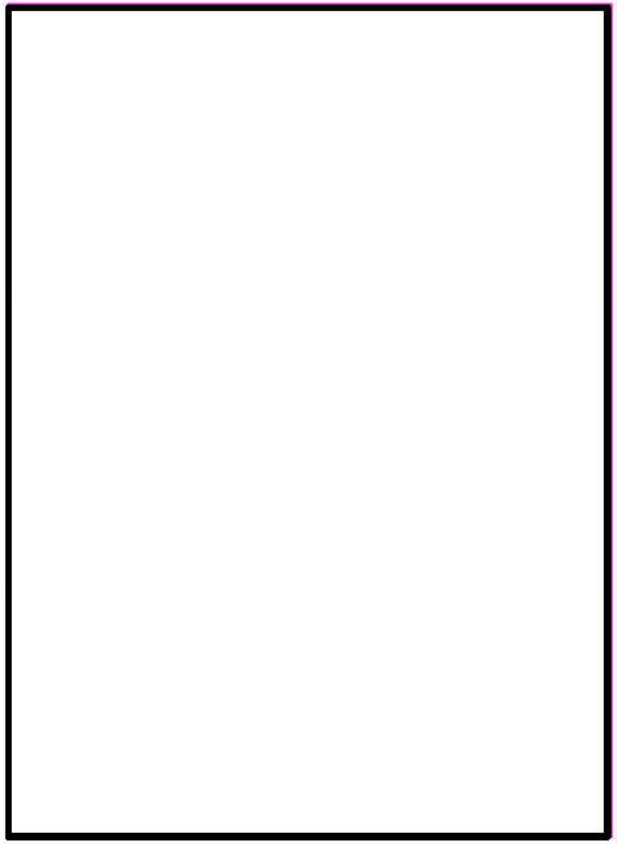
【大飯】
記載表現の相違

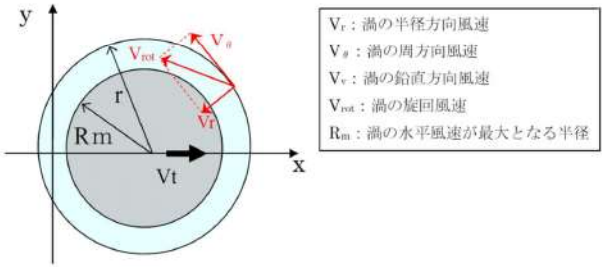
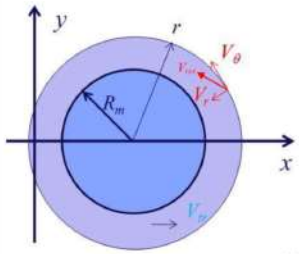
【大飯】
設備の相違
・評価対象鉄塔の相違

大飯発電所３／４号炉	女川原子力発電所２号炉	泊発電所３号炉	相違理由
【比較のため６竜巻-別添1-添付3.7-5の２．を再掲】 表２ ｺﾝｸﾘｰﾄの圧縮強度 種別 / 種別 / 圧縮強度(N/mm²)（材齢28日強度） 充てんｺﾝｸﾘｰﾄ / 軽量 / 49.1 充てんｺﾝｸﾘｰﾄ / 普通 / 39.3 【上段にて比較】 なお、終局時の検討であることから、鋼材は平成12年建設省告示第2464号の第3に基づきF値を1.1倍する。			
４．検討結果 （１）鉄塔部材の検討結果 [redacted] 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。		４．強度検討結果 強度検討の結果，鉄塔下部の部材（腹材）の余裕度が1.00を下回る結果となった。 万一，鉄塔が損壊した場合においても，架渉線の径間長が長く高張力側であるNo.6鉄塔方向に倒壊し，外部事象防護対象施設を内包する建屋側に倒壊するリスクは極めて低い。また，鉄塔の高さ（約29m）に対して，鉄塔から外部事象防護対象施設を内包する建屋までの距離は約400m確保されているため，鉄塔が倒壊したとしても外部事象防護対象施設を内包する建屋に衝突することはない。 さらに当該部材が破断したとしても，当該部材を主柱材に連結しているボルトの余裕度が1.00以上確保されており，少なくとも部材の片端は他の部材と連結されていると考えられるため，飛散することは考え難いことから，送電鉄塔への竜巻襲来時における影響はないことを確認した。	【大飯】 設備の相違 ・評価対象鉄塔の相違 【大飯】 記載表現の相違 【大飯】 設備の相違 ・評価対象鉄塔の相違

大飯発電所３／４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８ 付録 ＜参考＞ なお、参考として余裕度が不足する部材について設計飛来物に包含できるか確認を行った。以下に評価結果を示す。 （１）鉄塔部材の強度評価結果  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。		＜参考資料＞ 【塔体部の余裕度が 1.00 を下回る箇所】  枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。	【大飯】 記載表現の相違 【大飯】 設備の相違 ・評価対象鉄塔の相違

大飯発電所３／４号炉	女川原子力発電所２号炉	泊発電所３号炉	相違理由
		【鉄塔部材の強度検討結果】  ※使用鋼材・ボルト：L45×4～L100×10（SS400），L120×8以上（SS540），M16（SS400），M20・M22（SS540） 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。	【大飯】 記載表現の相違 【大飯】 設備の相違 ・評価対象鉄塔の相違

大飯発電所３／４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）余裕度が不足する部材と設計飛来物の比較について  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。		【余裕度が 1.00 を下回る部材と設計飛来物の比較】  枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。	【大飯】 記載表現の相違 【大飯】 設備の相違 ・評価対象鉄塔の相違 ・仮に余裕度が１を下回る部材が飛散したとしても，運動エネルギー，貫通力ともに設計飛来物に包含される結果は同じ。

大飯発電所３／４号炉	女川原子力発電所２号炉	泊発電所３号炉	相違理由
9. 飛来物の飛散有無の判断方法、飛散距離および高さの算定の仕方について 地上にあるものに対する竜巻による浮き上がりの有無に関する知見は少ない。一方、浮き上がったものについては飛来物のサイズ、質量、形状から算出した空力パラメータにより飛散の程度を算出することができる。 このため、飛来物となる可能性があるものは全て浮き上がるとして、浮き上がったものがそれ以上浮遊し継続して上昇するか否かを空力パラメータを用いて判断することにより、飛散有無を判断した。 以下に飛来物の飛散有無の判断方法、飛散距離および飛散高さの算定の仕方について示す。 （１）竜巻の風速場 飛来物の軌跡評価は竜巻の風速場に地上 40m※1 地点に飛来物を置き、これを起点として軌跡評価を実施する。 ランキン渦としてモデル化した竜巻について、※2 の文献より周方向、半径方向、鉛直方向の速度を以下のように表せる。 $V_r = \frac{1}{\sqrt{5}} V_{rot}$ $V_\theta = \frac{2}{\sqrt{5}} V_{rot}$ $V_z = \frac{4}{3\sqrt{5}} V_{rot}$ $V_{rot} = \begin{cases} \frac{r}{R_m} V_m & if \quad 0 \le r \le R_m \\ \frac{R_m}{r} V_m & if \quad R_m \le r \end{cases}$ ※2 の文献において、以下の関係が示されている。 $V_r = \frac{1}{2} V_\theta$ 、 $V_z = \frac{2}{3} V_\theta$ 従って、 $V_{rot} = \sqrt{V_r^2 + V_\theta^2} = \sqrt{\left(\frac{1}{2} V_\theta\right)^2 + V_\theta^2} = \frac{\sqrt{5}}{2} V_\theta$ より $V_\theta = \frac{2}{\sqrt{5}} V_{rot}$ よって、 $V_z = \frac{2}{3} V_\theta = \frac{4}{3\sqrt{5}} V_{rot}$  Vr：渦の半径方向風速 Vθ：渦の周方向風速 Vv：渦の鉛直方向風速 Vrot：渦の旋回風速 Rm：渦の水平風速が最大となる半径 図１ 風速条件の設定概略図		添付資料 3.8 飛来物の飛散有無の判断方法，飛散距離および高さの算定の仕方について 地上にあるものに対する竜巻による浮き上がりの有無に関する知見は少ない。一方，浮き上がったものについては，飛来物のサイズ，質量，形状から算出した空力パラメータにより，飛散の程度を算出することができる。 このため，飛来物となる可能性があるものは全て浮き上がるとして，浮き上がったものがそれ以上浮遊し継続して上昇するか否かについて，空力パラメータを用いて判断することにより，飛散有無を判断した。 以下に飛来物の飛散有無の判断方法，飛散距離及び飛散高さの算定の仕方について示す。 １．竜巻の風速場 飛来物の軌跡評価は竜巻の風速場に地上 40m※1 地点に飛来物を置き，これを起点として軌跡評価を実施する。 ランキン渦としてモデル化した竜巻について，※２の文献より周方向，半径方向，鉛直方向の速度を以下のように表せる。 $V_r = \frac{1}{\sqrt{5}} V_{rot}$ $V_\theta = \frac{2}{\sqrt{5}} V_{rot}$ $V_Z = \frac{4}{3\sqrt{5}} V_{rot}$ $V_r = \begin{cases} \frac{r}{R_m} V_m & if \quad 0 \le r \le R_m \\ \frac{r}{R_m} V_m & if \quad R_m \le r \end{cases}$ ※２の文献において，以下の関係が示されている。 $V_r = \frac{1}{2} V_\theta$，$V_Z = \frac{2}{3} V_\theta$ したがって， $V_{rot} = \sqrt{V_r^2 + V_\theta^2} = \sqrt{\left(\frac{1}{2} V_\theta\right)^2 + V_\theta^2} = \frac{\sqrt{5}}{2} V_\theta$ より， $V_\theta = \frac{2}{\sqrt{5}} V_{rot}$ よって， $V_Z = \frac{2}{3} V_\theta = \frac{4}{3\sqrt{5}} V_{rot}$  V_r：渦の半径方向風速 V_θ：渦の周方向風速 V_Z：渦の鉛直方向風速 V_{rot}：渦の旋回風速 R_m：渦の水平速度が最大となる半径 図１　風速条件の設定概略図	【女川】 設計方針の相違 ・泊では，大飯と同じく，ランキン渦モデルを適用しているが，女川では，フジタモデルを適用している。 【大飯】 記載表現の相違

大飯発電所３／４号炉	女川原子力発電所２号炉	泊発電所３号炉	相違理由
※1：米国の REGULATORY GUIDE や平成 21～22 年度原子力安全基盤調査研究「竜巻による原子炉施設への影響に関する調査研究」（東京工芸大学）等でも竜巻中の高さ 40m を飛来物の初期位置としている。 ※2：J.R McDonald、 K.C.Mehta、 and J.E.Minor “Tornado-Resistant Design of nuclear Power-Plant Structures” （２）飛来物の運動（飛散距離、高さの算定の仕方） 飛来物の飛散距離および飛散高さについては、竜巻による風速場の中での飛来物の軌跡を計算することで評価した。 仮定した風速場は（１）に示したランキン渦とした。その風速場の中で、質点系にモデル化した飛来物が、相対速度の２乗に比例した抗力を受けるものとした。この時、飛来物の運動は式(1)※3 にて表される。 $m\ddot{\mathbf{x}}(t)=\frac{1}{2}\rho C_D A(\mathbf{V}(\mathbf{x}(t))-\dot{\mathbf{x}}(t))\lvert\mathbf{V}(\mathbf{x}(t))-\dot{\mathbf{x}}(t)\rvert-mg\mathbf{J}$ ・・・(1) ここで、m：飛来物の質量、A：代表面積、C_D：抗力係数、$\mathbf{x}(t)$：時刻 t での飛来物の位置 $\dot{\mathbf{x}}(t)$：時刻 t での飛来物の速度、$\ddot{\mathbf{x}}(t)$：時刻 t での飛来物の加速度、 $\mathbf{V}(\mathbf{x}(t))$：時刻 t での飛来物位置での風速、ρ：空気密度、g：重力、 J：重力方向成分のみ 1、他成分は 0 のベクトル なお、抗力係数 C_D は、３方向の面積で重みづけした平均とした。 具体的な飛散距離および飛散高さの評価においては、式(1)を離散化することで計算を行った。 図２に飛来物軌跡評価のイメージを示す。		※１：米国の REGULATORY GUIDE や平成 21～22 年度原子力安全基盤調査研究「竜巻による原子炉施設への影響に関する調査研究」（東京工芸大学）等でも竜巻中の高さ 40m を飛来物の初期位置としている。 ※２：J.R McDonald, K.C.Mehta, and J.E.Minor “Tornado-Resistant Designof nuclearPower-Plant Structures” ２．飛来物の運動（飛散距離，高さの算定の仕方） 飛来物の飛散距離及び飛散高さについては，竜巻による風速場の中での飛来物の軌跡を計算することで評価した。 仮定した風速場は１．に示したランキン渦とした。その風速場の中で，質点系にモデル化した飛来物が，相対速度の２乗に比例した抗力を受けるものとした。この時，飛来物の運動は式（１）※3にて表される。 $m\ddot{x}(t)=\frac{1}{2}\rho C_D A\left(V(x(t))-\dot{x}(t)\right)\left\lvert V(x(t))-\dot{x}(t)\right\rvert-mgJ$・・・（１） ここで， m：飛来物の質量，A：代表面積，C_D：抗力係数，$x(t)$：時刻tでの飛来物の位置 $\dot{x}(t)$：時刻tでの飛来物の速度，$\ddot{x}(t)$：時刻tでの飛来物の加速度， $V(x(t))$：時刻tでの飛来物位置での風速，ρ：空気密度，g：重力， J：重力方向成分のみ１，他成分は０のベクトル なお，抗力係数C_Dは，３方向の面積で重みづけした平均とした。 具体的な飛散距離及び飛散高さの評価においては，式（１）を離散化することで計算を行った。 図２に飛来物軌跡評価のイメージを示す。	【大飯】 記載表現の相違

大飯発電所３／４号炉

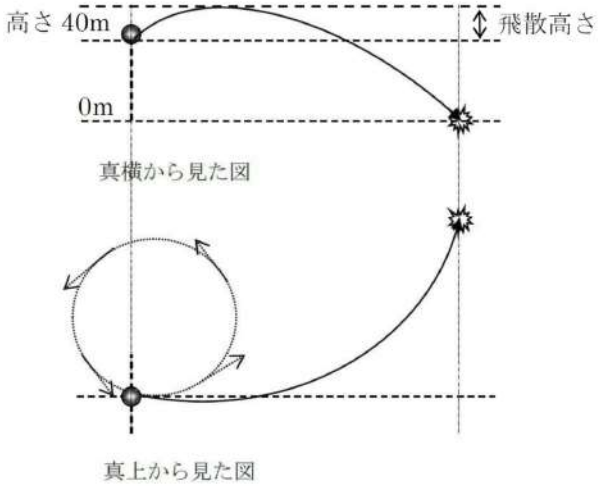


図２ 飛来物の軌跡評価イメージ

なお、本評価に用いた解析条件と JNES 委託研究※4 における解析条件、解析結果は以下の表１、図２のとおり、よく整合している。

また、本評価のランキン渦を用いた評価方法は米国における風による構造物の影響評価のための教科書※6 にも示されており、本評価に用いた解析条件は妥当であると考える。

表１ 本評価に用いた解析条件と JNES 委託研究における解析条件の比較

検討内容	本評価	JNES 委託研究	比較結果
飛来物初期高さ	40m	40m	一致
解析終了条件	0m	0m	一致
渦特性	ランキン渦	LES による乱流場	以下の図３のとおり、竜巻風速場をランキン渦にてモデル化した場合、飛来物速度に与える影響についてLES 解析結果と良く整合することが確認されている。※5

女川原子力発電所２号炉

泊発電所３号炉

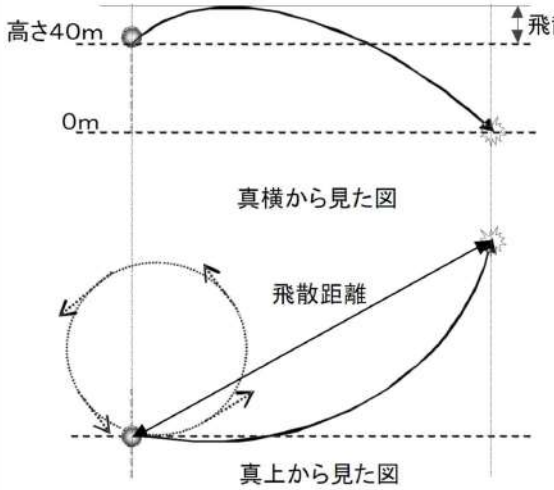


図２　飛来物の軌跡評価イメージ

なお，本評価に用いた解析条件と JNES 委託研究※4 における解析条件，解析結果は以下の表１，図３のとおり，よく整合している。

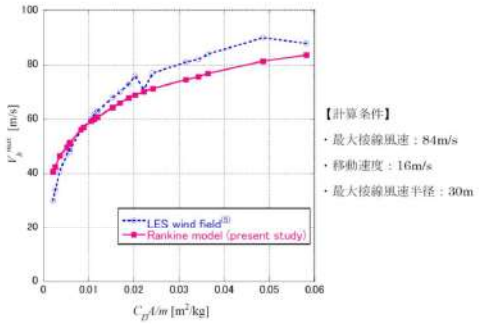
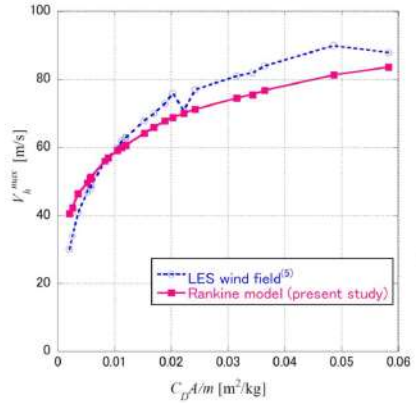
また，本評価のランキン渦を用いた評価方法は米国における風による構造物の影響評価のための教科書※6 にも示されており，本評価に用いた解析条件は妥当であると考える。

表１　本評価に用いた解析条件と JNES 委託研究における解析条件の比較

検討内容	本評価	JNES 委託研究	比較結果
飛来物初期高さ	40m	40m	一致
解析終了条件	0m	0m	一致
渦特性	ランキン渦	LES による乱流場	以下の図３ のとおり，竜巻風速場をランキン渦にてモデル化した場合，飛来物速度に与える影響について，LES 解析結果と良く整合することが確認されている。※5

相違理由

【大飯】
記載表現の相違

大飯発電所３／４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３ 空力パラメータと飛来物速度の関係 ※3：E. Simiu, M. Cordes: “Tornado-Borne Missile Speeds,” NBSIR 76-1050, National Bureau of Standards, Washington D.C., 1976. ※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 ※5：江口譲、杉本聡一郎、服部康男、平口博丸（電力中央研究所）：「移動ランキン渦モデルによる飛来物速度の評価」、日本流体力学会年会、2013.9. ※6：E. Simiu, R.H. Scanlan: “Wind Effect on Structures, An Introduction to Wind Engineering,” 1977. （３）想定飛来物の飛来の判断基準について 想定飛来物が飛来するか否かについては、表２に示す竜巻の条件下で、想定飛来物の寸法（長さ、幅、高さ）、質量、形状（棒状、板状、塊状）から算出した空力パラメータ(C_DA/m)の値をもとに判断している。 以下に、飛来するか否かの判断基準とする空力パラメータの設定について示す。 ＜飛来するか否かの判断基準とする空力パラメータの設定について＞ 竜巻風速場で初速０の想定飛来物に働く力は、風速の２乗に比例するものとし、その鉛直方向成分が浮上り力Ｆであるとする。その時、 $F=\frac{1}{2}\rho C_D A V_r\lvert V_D+V_r\rvert$ ※7 … (2) ここで、F：浮上り力（N）、ρ：空気密度(kg/m³)、C_D：抗力係数、 V_D：（水平）竜巻風速(m/s)、V_r：鉛直風速(m/s)、A：代表面積（m²）		 図３ 空力パラメータと飛来物速度の関係 ※３：E. Simiu, M. Cordes: “Tornado-Borne Missile Speeds,” NBSIR 76-1050, National Bureau of Standards, Washington D.C., 1976. ※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 ※５：江口譲，杉本聡一郎，服部康男，平口博丸（電力中央研究所）：「移動ランキン渦モデルによる飛来物速度の評価」，日本流体力学会年会，2013.9. ※６：E. Simiu, R.H. Scanlan: “Wind Effect on Structures, An Introduction to Wind Engineering,” 1977. ３．想定飛来物の飛来の判断基準について 想定飛来物が飛来するか否かについては，表２に示す竜巻の条件下で，想定飛来物の寸法（長さ，幅，高さ），質量，形状（棒状，板状，塊状）から算出した空力パラメータ(C_DA/m)の値をもとに判断している。 以下に，飛来するか否かの判断基準とする空力パラメータの設定について示す。 ＜飛来するか否かの判断基準とする空力パラメータの設定について＞ 竜巻風速場で初速０の想定飛来物に働く力は，風速の２乗に比例するものとし，その鉛直方向成分が浮上り力Ｆであるとする。その時， $F=\frac{1}{2}\rho C_D A V_Z\lvert V_D+V_Z\rvert$ ※7 ・・・（２） ここで， F：浮上り力[N]，ρ：空気密度[kg/m³]，C_D：抗力係数， V_D：（水平）竜巻風速[m/s]，V_Z：鉛直風速[m/s]，A：代表面積[m²]	【大飯】 記載表現の相違

第６条　外部からの衝撃による損傷の防止（竜巻：別添資料１　添付資料 3.8）

大飯発電所３／４号炉	女川原子力発電所２号炉	泊発電所３号炉	相違理由
上記で表される浮上り力と自重から、想定飛来物が飛来するか否かは、以下の式により判断できる。 $\frac{1}{2}\rho C_D A V_V \lvert V_D + V_V \rvert > mg \Leftrightarrow \frac{C_D A}{m} > \frac{2g}{\rho V_V \lvert V_D + V_V \rvert}$　… (3) ここで、$\frac{C_D A}{m}$：空力パラメータ また、想定飛来物の飛散高さ評価時に仮定した竜巻風速場内における鉛直方向風速に関する関係式※7 及び表２の V_{Rm} から、 $V_V = \frac{4}{3\sqrt{5}} \times V_{Rm} = 50(m/s)$　… (4) これをもとに、式(2)に表１の値を代入すると、以下のようになる。 $\frac{C_D A}{m} > \frac{2g}{\rho V_V \lvert V_D + V_V \rvert} = \frac{2 \times 9.8}{1.22 \times 50 \times \sqrt{100^2 + 50^2}} = 0.0028$（切り捨て） となる。 すなわち、表１の条件下で、飛来するか否かに関する空力パラメータの閾値は、0.0028 と算定される。 一方、表３のガイド例示の飛来物であるトラックの空力パラメータは 0.0026 であり、上記閾値より小さい。すなわち、その空力パラメータを有するトラックは、表１に示す竜巻の条件下では飛来しない。そこで、ガイド例示のトラックの空力パラメータ 0.0026 を保守的に飛来するか否かの判断基準の空力パラメータとする。 なお、厳密には空力パラメータは、空中にある物体が竜巻による風速場の中でどのような挙動を示すかを図る数値であり、上記にて述べてきた空力パラメータが 0.0028 以下の物体については、初期位置（本評価では高さ 40m）から浮上しないことを示しており、地面に置かれた物体が浮上しないことを示しているわけではない。ただし、地面に置かれた物体が竜巻による揚力等により浮上した時点でこの空力パラメータによる評価を適用することができることから空力パラメータが 0.0028 以下の物体は揚力等により浮上った瞬間に落下することが考えられるため、飛来しないとみなすことができる。 以上より、空力パラメータ 0.0026 を飛来有無の判断基準とすることは妥当であると考える。		上記で表される浮上り力と自重から，想定飛来物が飛来するか否かは，以下の式により判断できる。 $\frac{1}{2}\rho C_D A V_Z \lvert V_D + V_Z \rvert > mg \Leftrightarrow \frac{C_D A}{m} > \frac{2g}{\rho V_Z \lvert V_D + V_Z \rvert}$・・・（３） ここで， $\frac{C_D A}{m}$：空力パラメータ また，想定飛来物の飛散高さ評価時に仮定した竜巻風速場内における鉛直方向風速に関する関係式※7及び表２の V_{Rm} から， $V_Z = \frac{4}{3\sqrt{5}} \times V_{Rm} = 50.7(m/s)$・・・（４） これをもとに，式（３）に表１の値を代入すると，以下のようになる。 $\frac{C_D A}{m} > \frac{2g}{\rho V_Z \lvert V_D + V_Z \rvert} = \frac{2 \times 9.8}{1.22 \times 50.7 \times \sqrt{100^2 + 50.7^2}} = 0.0028$（切り捨て） となる。 すなわち，表２の条件下で，飛来するか否かに関する空力パラメータの閾値は，0.0028 と算定される。 一方，表３のガイド例示の飛来物であるトラックの空力パラメータは 0.0026 であり，上記閾値より小さい。すなわち，その空力パラメータを有するトラックは，表２に示す竜巻の条件下では飛来しない。そこで，ガイド例示のトラックの空力パラメータ 0.0026 を保守的に飛来するか否かの判断基準の空力パラメータとする。 なお，厳密には空力パラメータは，空中にある物体が竜巻による風速場の中でどのような挙動を示すかを図る数値であり，上記にて述べてきた空力パラメータが 0.0028 以下の物体については，初期位置（本評価では高さ 40m）から浮上しないことを示しており，地面に置かれた物体が浮上しないことを示しているわけではない。ただし，地面に置かれた物体が竜巻による揚力等により浮上した時点でこの空力パラメータによる評価を適用することができることから空力パラメータが 0.0028 以下の物体は揚力等により浮上った瞬間に落下することが考えられるため，飛来しないとみなすことができる。 以上より，空力パラメータ 0.0026 を飛来有無の判断基準とすることは妥当であると考える。	【大飯】 数値の丸め方の相違 【大飯】 記載表現の相違 【大飯】 数値の丸め方の相違

第６条　外部からの衝撃による損傷の防止（竜巻：別添資料１　添付資料3.8）

大飯発電所３／４号炉

表２ 飛散高さ算出に係る竜巻の条件

設計風速(V_D)	移動速度	最大接線風速(V_{Rm})	空気密度(ρ)
100m/s	15m/s	85m/s	1.22kg/m³

表３ ガイド例示の飛来物の空力パラメータ及び飛散高さ

飛来物の種類	鋼製パイプ	鋼製材	コンクリート板	コンテナ	トラック
サイズ (m)	長さ×直径 2×0.05	長さ×幅×奥行 4.2×0.3×0.2	長さ×幅×厚さ 1.5×1×0.15	長さ×幅×奥行 2.4×2.6×6	長さ×幅×奥行 5×1.9×1.3
質量 (kg)	8.4	135	540	2300	4750
空力パラメータ	0.0057	0.0089	0.0021	0.0105	0.0026
飛散高さ (m)	22	47	0	56	0

※７：Simiu,E. and Cordes,M.,NBSIR 76-1050.Tornade-Borne Missile Speeds,1976.

（４）空力パラメータの算出方法について

空力パラメータはガイドの参考文献※８及び米国における竜巻設計のための飛来物特性を与えるNUREG-0800(1996) ※９ に引用されていた文献※10 を参照し、以下の式(5)のとおり算出した。

$$\frac{C_D A}{m}=\frac{c(C_{D1}A_1+C_{D2}A_2+C_{D3}A_3)}{m} \quad \cdots(5)$$

ここで、m:飛来物の質量、c：係数(0.33)、C_{D1}、C_{D2}、C_{D3}：飛来物の抗力係数であり、抗力係数は飛来物形状により、以下の表３のとおりとする。

表３ 飛来物の抗力係数

飛来物形状	C_{D1}	C_{D2}	C_{D3}
塊状物体	2.0	2.0	2.0
板状物体	2.0	1.2	1.2
棒状物体	0.7	2.0	0.7

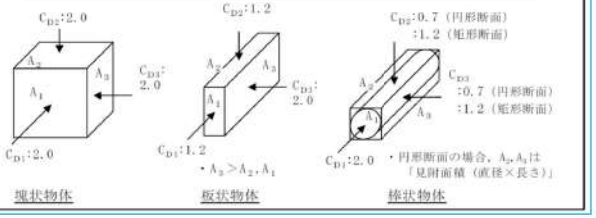
なおA_1、A_2、A_3は飛来物の投影面積であり、L、W、H をそれぞれ飛来物の長さ、幅、高さとした時、A_1=L×W、A_2=W×H、A_3=H×L である。ただし、板状については、L,W>H、棒状については、L>W,H とする。

女川原子力発電所２号炉

【島根原子力発電所２号炉　まとめ資料　添付資料3.3 別紙５より引用】

表１　空力パラメータ算出のための抗力係数

物体の形状	C_{D1}	C_{D2}	C_{D3}
塊状	2.0	2.0	2.0
板状	1.2	1.2	2.0
棒状	2.0	0.7（円形断面） 1.2（矩形断面）	0.7（円形断面） 1.2（矩形断面）



泊発電所３号炉

表２　飛散高さ算出に係る竜巻の条件

設計風速（V_D）	移動速度	最大接線風速（V_{Rm}）	空気密度（ρ）
100m/s	15m/s	85m/s	1.22kg/m³

表３　ガイド例示の飛来物の空力パラメータ及び飛散高さ

飛来物の種類	鋼製パイプ	鋼製材	コンクリート板	コンテナ	トラック
サイズ[m]	長さ×直径 2×0.05	長さ×幅×奥行 4.2×0.3×0.2	長さ×幅×厚さ 1.5×1×0.15	長さ×幅×奥行 2.4×2.6×6	長さ×幅×奥行 5×1.9×1.3
質量[kg]	8.4	135	540	2300	4750
空力パラメータ	0.0057	0.0089	0.0021	0.0105	0.0026
飛散高さ[m]	22	47	0	56	0

※７：Simiu,E. and Cordes,M.,NBSIR 76-1050.Tornade-Borne Missile Speeds,1976.

４．空力パラメータの算出方法について

空力パラメータは，ガイドの参考文献※８及び米国における竜巻設計のための飛来物特性を与えるNUREG-0800(1996)※９に引用されていた文献※10を参照し，以下の式（５）のとおり算出した。

$$\frac{C_D A}{m}=\frac{c(C_{D1}A_1+C_{D2}A_2+C_{D3}A_3)}{m} \cdots(5)$$

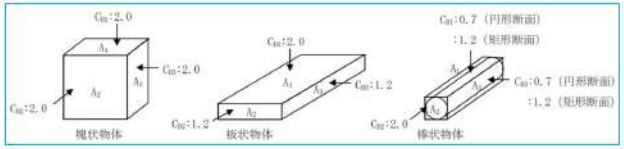
ここで，

m：飛来物の質量，c：係数(0.33)，C_{D1}，C_{D2}，C_{D3}：飛来物の抗力係数であり，抗力係数は飛来物形状により，以下の表４のとおりとする。

表４　飛来物の抗力係数

飛来物形状	C_{D1}	C_{D2}	C_{D3}
塊状物体	2.0	2.0	2.0
板状物体	2.0	1.2	1.2
棒状物体	0.7（円形断面） 1.2（矩形断面）	2.0	0.7（円形断面） 1.2（矩形断面）

なお，A_1，A_2，A_3は飛来物の投影面積であり，L，W，H をそれぞれ飛来物の長さ，幅，高さとした時，A_1=L×W，A_2=W×H，A_3=H×L である。ただし，板状については，L,W>H，棒状については，L>W,H とする。



相違理由

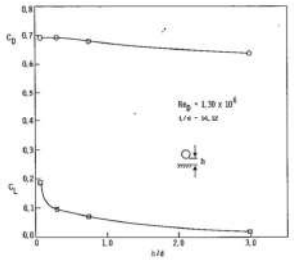
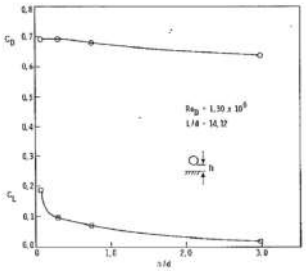
【大飯】
記載表現の相違

【大飯】
記載方針の相違
・泊では，島根を参考にして，棒状物体については，円形断面に加えて矩形断面の抗力係数を記載している。

【大飯】
記載方針の相違
・泊では，島根を参考にして，飛来物の形状と抗力係数の関係が判

大飯発電所３／４号炉	女川原子力発電所２号炉	泊発電所３号炉	相違理由
※8：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 ※9：US-NRC：“3.5.1.4 MISSILE GENERATED BY NATURAL PHENOMENA,” Standard Review Plan, NUREG-0800, 1996. ※10：E.Simiu, M. Cordes：“Tornado-Borne Missile Speeds,” NBSIR 76-1050, National Bureau of Standards, Washington D.C., 1976.		※８：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 ※９：US-NRC：“3.5.1.4 MISSILE GENERATED BY NATURAL PHENOMENA,” Standard Review Plan, NUREG-0800, 1996. ※10：E.Simiu, M. Cordes：“Tornado-Borne Missile Speeds,” NBSIR 76-1050, National Bureau of Standards, Washington D.C., 1976.	る図面を記載している。（島根では，棒状物体の A2,A3 について，見附面積であることを注釈しているが，泊では，大飯同様，前段で A1,A2,A3 は投影面積と記載しているため，注釈はしていない。）

大飯発電所３／４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 空力パラメータによる浮力と揚力の比較について 飛来の判断基準については、空力パラメータが 0.0026 より大か小かにより判断しているが、その考え方の保守性について竜巻風速場をランキン渦モデルとした場合に鉛直方向に作用する力と円柱状物体（直径 d、長さ 14.1d）に作用する揚力との比較により、確認を行った。以下にその確認結果を示す。 ①竜巻風速場で初速 0 の想定飛来物に働く鉛直方向成分の力 F_D 前記の(2)式のとおり、以下で表される。 $F_D = \frac{1}{2}\rho C_D A V_r \lvert V_D + V_r \rvert$ したがって、設計風速 100m/s における鉛直方向の浮上り力は(4)式及び表 1 より、 F_D=3417C_DA[N]　… (6) ②地上に置かれた物体にかかる揚力 F_L $F_L = \frac{1}{2}\rho C_L a V_D^2$　… (7) ここで、C_L：地上での揚力係数、a：地上での代表面積（m²） したがって、上式に表 1 の条件を代入すると、 F_L=6100C_La[N]　… (8) 以上より、(6)式が(8)式よりも保守的となるための条件は以下のとおり。 $F_D > F_L \Leftrightarrow 3417C_DA > 6100C_La \Leftrightarrow \frac{C_D A_D}{C_L a} > 1.79$ … (9) (9)式の条件が当てはまるかどうかを確認するために竜巻飛来物の		別紙 1 空力パラメータによる浮力と揚力の比較について 飛来の判断基準については，空力パラメータが 0.0026 より大か小かにより判断しているが，その考え方の保守性について竜巻風速場をランキン渦モデルとした場合に鉛直方向に作用する力と円柱状物体（直径 d，長さ 14.1d）に作用する揚力との比較により，確認を行った。以下にその確認結果を示す。 1．竜巻風速場で初速０の想定飛来物に働く鉛直方向成分の力 F_D 前記の（２）式のとおり，以下で表される。 $F_D = \frac{1}{2}\rho C_D A V_Z \lvert V_D + V_Z \rvert$ したがって，設計風速 100m/s における鉛直方向の浮上り力は，（４）式及び表２より， F_D=3467C_DA[N]・・・（６） 2．地上に置かれた物体にかかる揚力 F_L $F_L = \frac{1}{2}\rho C_L a V_D^2$・・・（７） ここで， C_L：地上での揚力係数，a：地上での代表面積[m²] したがって，上式に表２の条件を代入すると， F_L=6100C_La[N]・・・（８） 以上より，（６）式が（８）式よりも保守的となるための条件は以下のとおり。 $F_D > F_L \Leftrightarrow 3467C_DA > 6100C_La \Leftrightarrow \frac{C_D A}{C_L a} > 1.76$・・・（９） （９）式の条件が当てはまるかどうかを確認するために竜巻飛来物	【女川】 記載の充実 ・大飯審査実績の反映 【大飯】 記載表現の相違 【大飯】 数値の丸め方の相違 【大飯】 数値の丸め方の相違

大飯発電所３／４号炉	女川原子力発電所２号炉	泊発電所３号炉	相違理由
軌跡を評価した文献※1 より、円柱（直径 d、長さ 14.1d）の揚力係数を参照し検討を行った。 図 3 より、 $C_La=0.2\times d\times 14.1d=2.8d^2$ と算出される。 また、 $C_DA=0.33(0.7\times 14.1d\times d+2.0\times d\times d+0.7\times d\times 14.1d)=7.1d^2$ であることから、 $C_DA/C_La=7.1/2.8=2.5$ となり、(9)式を満たす。従って(3)式は地面に置かれている円柱の浮上条件として保守的に適用できることが分かる。  Fig. 3-19. Effect of distance from ground plane on the drag and lift coefficients of open circular cylinder (length/diameter = 14.1) normal to flow (ψ = 90°) in supercritical Reynolds Number regime 別図１　円柱の地面からの高さと揚力係数の関係 ※1：Wind Field and Trajectory Models for Tornado Propelled Objects, EPRI NP-748, p.3-23, 1978		の軌跡を評価した文献※1 より，円柱（直径 d，長さ 14.1d）の揚力係数を参照し検討を行った。 別図１より， $C_La=0.2\times d\times 14.1d=2.8d^2$ と算出される。 また， $C_DA=0.33(0.7\times 14.1d\times d+2.0\times d\times d+0.7\times d\times 14.1d)=7.1d^2$ であることから， $C_DA/C_La=7.1/2.8=2.5$ となり，（９）式を満たす。したがって，（３）式は地面に置かれている円柱の浮上条件として保守的に適用できることが分かる。  Fig. 3-19. Effect of distance from ground plane on the drag and lift coefficients of open circular cylinder (length/diameter = 14.1) normal to flow (ψ = 90°) in supercritical Reynolds Number regime 別図１　円柱の地面からの高さと揚力係数の関係 ※１：Wind Field and Trajectory Models for Tornado Propelled Objects, EPRI NP-748, p.3-23, 1978	【大飯】 記載表現の相違

大飯発電所３／４号炉

別紙 2

藤田スケールに基づく被害状況との比較

空力パラメータを用いた物品の浮上と飛散状況について、気象庁ホームページに記載の藤田スケールにおける被害状況に記述されている自動車を対象として比較を行った。

評価する自動車としては、現地調査の結果から飛来物となる可能性がある乗用車(セダン)とする。

表1 評価対象の諸元

	長さ(m)	幅(m)	高さ(m)	質量(kg)	空力パラメータ $C_DA/m(m^2/kg)$
乗用車（セダン）	4.48	1.745	1.49	1350	0.0084

・F2 レベル(風速 69m/s)における評価

69m/s における浮上条件としては、(2)式より $C_DA/m>0.0059$ となり、乗用車(セダン)は評価上、浮き上がる評価となる。

これに対し、藤田スケールの被害状況においては、F2 レベルの竜巻においては『自動車が道から吹き飛ばされる』という記載となっており、空力パラメータの評価は保守的な評価となっている。

・F4 レベル(風速 100m/s)における評価

100m/s における浮上条件としては、$C_DA/m>0.0028$ となり、乗用車(セダン)は評価上、浮き上がる評価となり、飛散距離は約 330m となる。

これに対し、藤田スケールの被害状況においては、F4 レベルの竜巻においては『自動車は何十メートルも飛行する』という記載となっており、空力パラメータの評価は保守的な評価となっている。

以上から、空力パラメータを用いた飛散状況については、気象庁ホームページに記載の藤田スケールにおける被害状況と比較して保守的な結果になると判断できる。

女川原子力発電所２号炉

泊発電所３号炉

別紙２

藤田スケールに基づく被害状況との比較

空力パラメータを用いた物品の浮上と飛散状況について，気象庁ホームページに記載の藤田スケールにおける被害状況に記述されている自動車を対象として比較を行った。

評価する自動車としては，現地調査の結果から飛来物となる可能性がある乗用車(セダン)とする。

表１　評価対象の諸元

飛来物	長さ[m]	幅[m]	高さ[m]	質量[kg]	空力パラメータ $C_DA/m[m^2/kg]$
乗用車（セダン）	4.89	1.80	1.47	1760	0.00699

・F2 レベル（風速 69m/s）における評価

69m/s における浮上条件としては，前記の（３）式より $C_DA/m>0.0059$ となり，乗用車(セダン)は評価上，浮き上がる評価となる。

これに対し，藤田スケールの被害状況においては，『自動車が道から吹き飛ばされる』という記載となっており，空力パラメータの評価は保守的な評価となっている。

・F4 レベル（風速 100m/s）における評価

100m/s における浮上条件としては，$C_DA/m>0.0028$ となり，乗用車(セダン)は評価上，浮き上がる評価となり，飛散距離は約 320m となる。

これに対し，藤田スケールの被害状況においては，『自動車は何十メートルも空中飛行する』という記載となっており，空力パラメータの評価は保守的な評価となっている。

以上から，空力パラメータを用いた飛散状況については，気象庁ホームページに記載の藤田スケールにおける被害状況と比較して保守的な結果になると判断できる。

相違理由

【女川】
記載の充実
・大飯審査実績の反映

【大飯】
設計方針の相違
・想定飛来物（乗用車）の相違

【大飯】
記載表現の相違

大飯発電所３／４号炉

別紙３

飛来物速度（鉛直方向）に関する保守性について

竜巻により舞い上がった物体に対して竜巻が突然消えた場合の飛来物落下速度について検討した。

（１）評価条件

物体が竜巻により飛来開始し、その時間から 1、3、5、10 秒後に竜巻が突然消滅する条件で解析を行い、それぞれの最大鉛直方向速度を算出した。

物体の初期位置は高さ 40m としている。

【比較のため後述の表１を再掲】

表1 飛来物速度評価時の竜巻諸元

項目	評価に使用する値
最大風速（m/s）	100
移動速度(m/s)	15
最大接線風速(m/s)	85
最大風速半径(m)	30
空気密度(kg/m³)	1.22
重力加速度(m/s²)	9.8

（２）計算結果

空力パラメータ（C_DA/m）と物体が地上に落下するまでに達した最大の鉛直速度を評価した結果を図１に示す。

各線は竜巻が消滅した場合の鉛直方向の最大速度を示す。

一方、本竜巻影響評価における設計飛来物の鉛直方向の速度設定はガイドに従い、表２に示すように水平方向の 2/3 の速度に設定している。

【比較のため後述の表２を再掲】

表2 設計飛来物の空力パラメータ及び飛散速度

設計飛来物	空力パラメータ C_DA/m[m²/kg]	水平速度 [m/s]	鉛直速度 [m/s]
砂利	0.0177	62	42
鋼製パイプ	0.0057	49	33
鋼製材	0.0089	57	38

女川原子力発電所２号炉

泊発電所３号炉

別紙３

飛来物速度（鉛直方向）に関する保守性について

竜巻により舞い上がった物体に対して竜巻が突然消えた場合の飛来物落下速度について検討した。

１．評価条件

物体が竜巻により飛来開始し，その時間から t＝１，３，５，10 秒後に竜巻が突然消滅する条件で解析を行い，それぞれの最大鉛直方向速度を算出した。

物体の初期位置は高さ 40m としている。

竜巻の諸元を表１に示す。

表１　飛来物速度評価時の竜巻諸元

項目	評価に使用する値
最大風速[m/s]	100
移動速度[m/s]	15
最大接線風速[m/s]	85
最大風速半径[m]	30
空気密度[kg/m³]	1.22
重力加速度[m/s²]	9.80665

２．計算結果

空力パラメータ（C_DA/m）と物体が地上に落下するまでに達した最大の鉛直速度を評価した結果を図１に示す。

各線は竜巻が消滅した場合の鉛直方向の最大速度を示す。

一方，本竜巻影響評価における設計飛来物の鉛直方向の速度設定はガイドに従い，表２に示すように水平方向の 2/3 の速度に設定している。

表２　設計飛来物の空力パラメータ及び飛散速度

設計飛来物	空力パラメータ C_DA/m[m²/kg]	水平速度 [m/s]	鉛直速度 [m/s]
砂利	0.0185	62	42
鋼製パイプ	0.0057	49	33
鋼製材	0.0089	57	38

相違理由

【女川】
記載の充実
・大飯審査実績の反映

【大飯】
記載表現の相違

【大飯】
記載方針の相違

【大飯】
設計方針の相違
・砂利の重さの相違

大飯発電所３／４号炉

【表１及び表２は上段にて比較】

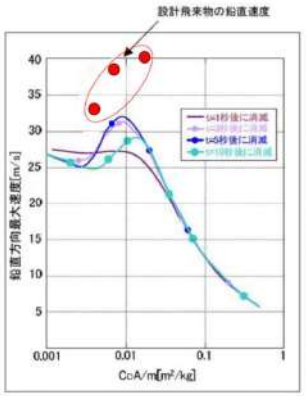


図1 竜巻風速100m/s時の飛来物の鉛直方向最大速度

表1 飛来物速度評価時の竜巻諸元

項目	評価に使用する値
最大風速（m/s）	100
移動速度(m/s)	15
最大接線風速(m/s)	85
最大風速半径(m)	30
空気密度(kg/m³)	1.22
重力加速度(m/s²)	9.8

表2 設計飛来物の空力パラメータ及び飛散速度

設計飛来物	空力パラメータ C_DA/m[m²/kg]	水平速度 [m/s]	鉛直速度 [m/s]
砂利	0.0177	62	42
鋼製パイプ	0.0057	49	33
鋼製材	0.0089	57	38

以上、本評価に用いた飛来物の鉛直速度は、ランキン渦モデルにおける上記の各時間における竜巻消滅後の飛来物鉛直速度をいずれも上回っていることから本評価は保守的であることが確認できた。

女川原子力発電所２号炉

泊発電所３号炉

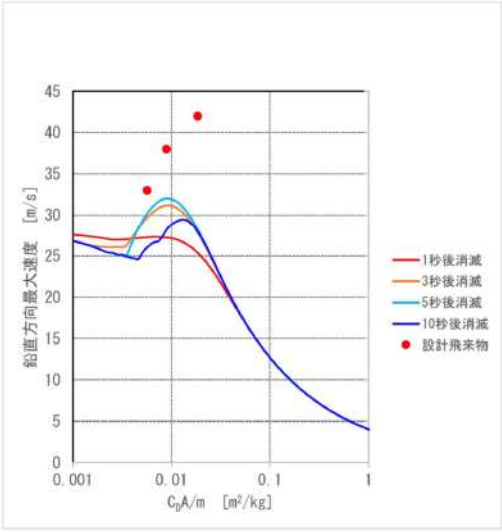


図１　竜巻風速 100m/s 時の飛来物の鉛直方向最大速度

以上，本評価に用いた飛来物の鉛直速度は，ランキン渦モデルにおける上記の各時間における竜巻消滅後の飛来物鉛直速度をいずれも上回っていることから本評価は保守的であることが確認できた。

相違理由

【女川】
記載の充実
・大飯審査実績の反映
【大飯】
設計方針の相違
・飛散評価に用いている解析コードは異なるが同等の結果である。
・大飯では，鹿島建設の tornado_missile，泊では，伊方と同じく，電中研の TOMBOS を使用している。

大飯発電所３／４号炉	女川原子力発電所２号炉	泊発電所３号炉	相違理由
（補足説明資料 13） 別紙８ 浮き上がりに対する対策荷重の考え方について 空力パラメータから算出した浮力は、竜巻風速場をランキン渦モデルとした場合において空中から放出された飛来物に作用する浮力である。その保守性については、地上に設置された円柱（直径 d、長さ 14.1d）の地面からの高さと揚力係数の関係から保守的に適用できることを確認している。（補足説明資料９ 別紙３参照） しかしながら空力パラメータから算出した浮力については本来、空中から放出された飛来物に作用する浮力であるため、飛散防止対策を実施する際には連結材（ワイヤーロープ、スリング等）に物品が空中に浮き上がることを考慮した余長を施し、対策を実施することとする。 余長が考慮できないものとして、板状の物品（ﾁｪｯｶｰﾌﾟﾚｰﾄ等）があるが、これらについては、空力パラメータから算出した浮力に適切な裕度を考慮した対策を実施することとする。 以下に大飯発電所における飛散防止対策の概要を示す。 （１）余長が考慮できる物品について 余長が考慮できる物品に対する飛散防止対策においては、(1)式より算定される空力パラメータから算出した浮力に対して、物品の浮き上がりを評価した上で対策を実施する。 ＜空力パラメータによる浮力の算定方法＞ 空力パラメータを用いて浮き上がるときに受ける全体浮力を算出し、自重より大きい場合「浮き上がり発生」と判断する。このときの正味の上向きの力（＝(空力パラメータから算出される全体浮力)－(自重)）」を「浮力」とし、基本設計用荷重として算出し、飛散防止対策の検討を行う。 想定飛来物の空力パラメータの値が 0.0026 となる時の質量を m~ とすると、浮き上がり力 Q_V は以下の(1)式のとおり算出される。 Q_V = （ m~ － m ）×g (N)　　…(1) ここで、m~：想定飛来物の空力ﾊﾟﾗﾒｰﾀが 0.0026 となる時の質量(kg)、m：想定飛来物の自重(kg)、g：重力加速度 なお、竜巻風速場をランキン渦モデルとした場合の竜巻風速 100m/s における空中の飛来物の浮上条件は空力パラメータ 0.0028m²/kg であるが、保守的に浮上条件を空力パラメータ 0.0026m²/kg として評価し、対策荷重について余裕をみている。		添付資料 3.9 浮き上がりに対する対策荷重の考え方について 空力パラメータから算出した浮力は，竜巻風速場をランキン渦モデルとした場合において空中から放出された飛来物に作用する浮力である。その保守性については，地上に設置された円柱（直径 d，長さ 14.1d）の地面からの高さと揚力係数の関係から保守的に適用できることを確認している。（添付資料 3.8 別紙１参照） しかしながら空力パラメータから算出した浮力については本来，空中から放出された飛来物に作用する浮力であるため，地震時の機能要求がある物品に対して飛散防止対策を実施する際には連結材（ワイヤーロープ，スリング等）に物品が空中に浮き上がることを考慮した余長を施し，対策（余長付固縛）を実施することとする。 地震時に機能要求がない物品に対して飛散防止対策を実施する際には，空力パラメータから算出した浮力に適切な裕度を考慮した対策（固定）を実施することとする。 以下に泊発電所における飛散防止対策の概要を示す。 １．余長付固縛を実施する物品について 飛散防止対策として余長付固縛を実施する物品においては，（１）式より算定される空力パラメータから算出した浮力に対して，物品の浮き上がりを評価した上で対策を実施する。 ＜空力パラメータによる浮力の算定方法＞ 空力パラメータを用いて浮き上がるときに受ける全体浮力を算出し，自重より大きい場合「浮き上がり発生」と判断する。このときの正味の上向きの力（＝（空力パラメータから算出される全体浮力）－（自重））」を「浮力」とし，基本設計用荷重として算出し，飛散防止対策の検討を行う。 想定飛来物の空力パラメータの値が 0.0026 となる時の質量を m~ とすると，浮き上がり力 Q_V は以下の（１）式のとおり算出される。 $Q_V = (m\sim - m) \times g[N]$・・・（１） ここで， $m\sim$：想定飛来物の空力パラメータが 0.0026 となる時の質量[kg]， m：想定飛来物の自重[kg]，g：重力加速度 なお，竜巻風速場をランキン渦モデルとした場合の竜巻風速 100m/s における空中の飛来物の浮上条件は空力パラメータ 0.0028m²/kg であるが，保守的に浮上条件を空力パラメータ 0.0026m²/kg として評価し，対策荷重について余裕をみている。	【女川】 記載の充実 ・大飯審査実績の反映 【大飯】 記載表現の相違 【大飯】 記載表現の相違 【大飯】 記載方針の相違 【大飯】 記載表現の相違

第６条　外部からの衝撃による損傷の防止（竜巻：別添資料１　添付 3.9）

大飯発電所３／４号炉

例として一般的な乗用車(全長 4.48m、全幅 1.745m、全高 1.49m、質量 1350kg)の場合、以下の表１のとおり空力パラメータからの浮力が算出される。

表１ 一般的な乗用車の空力ﾊﾟﾗﾒｰﾀから算出される浮力

対象物	長さ (m)	幅 (m)	高さ (m)	質量 (kg)	空力ﾊﾟﾗﾒｰﾀ CpA/m[m²/kg]	浮力[kN] 浮上条件が空力ﾊﾟﾗﾒｰﾀ 0.0028[m²/kg]の場合	浮上条件が空力ﾊﾟﾗﾒｰﾀ 0.0026[m²/kg]の場合	浮力の荷重差 [kN]	浮力の質量差 [kg]
乗用車	4.48	1.745	1.49	1350	0.00836	26.3	29.3	3	305

上記より、一般的な乗用車においては、浮上条件を空力パラメータ 0.0028m²/kg とした場合と比較し、浮上条件を空力パラメータ 0.0026m²/kg とした場合においては、約３kN の余裕をみていることとなる。

余長が考慮できる物品に対する飛散防止対策については上記（１）式より物品ごとに算出される浮力に対し、表２に示す標準対策区分にて対策を実施しており、各対策に用いるｳｪｲﾄもしくは基礎については、1.0 以上の裕度であれば十分であるが保守的に 1.5 以上の裕度を見込んだ浮力で設計する。ただし、荷重を複数点にて負担する場合には、連結材、連結補助材等に荷重が均等に分担されない可能性があるため、これらの部材については、安全率を考慮し裕度２倍以上にて設計する。具体的にはアンカーは裕度 2 倍以上、連結材、連結補助材については、安全率 5～6 倍を考慮する。

アンカー、連結材、連結補助材に裕度２倍以上を考慮する理由はこれらの部材が１点破断した場合に最も評価上厳しい２点負担の場合を想定し算定している。

例えば、40ft コンテナ（長さ 12.192m、高さ 2.591m、幅 2.438m、質量 3830kg）の場合、空力パラメータから算出した浮力は 131kN(13.4tf)であり、これは表２の標準対策区分より浮力 16tf にて対策を実施することとなる。16tf の標準対策区分においては、支持点 2 点にて対象物を飛散防止することになるため、連結材等が１点破断した場合、もう一方の支持点にて全ての荷重を負担することになるが、アンカーボルト、連結補助材、連結材については、安全率を考慮し、裕度２倍以上（アンカーボルトについては、裕度２倍、連結補助材、連結材については、安全率を５～６倍考慮）確保しているため、１点にて荷重を負担することは可能である。(16tf の標準対策については、付録参照)

表２ 空力ﾊﾟﾗﾒｰﾀによる浮力に対する標準対策区分について（余長考慮可の物品）

標準対策区分	適用される物品	ｳｪｲﾄ（基礎）の裕度
浮力 200kgf	浮力 0～200kgf の物品	1.5 以上（ただし、連結材、連結補助材については、５～６倍の安全率を考慮する。）
浮力 500kgf	浮力 200～500kgf の物品	
浮力 1tf	浮力 500kgf～1tf の物品	
浮力 2tf	浮力 1～2tf の物品	
浮力 3tf	浮力 2～3tf の物品	
浮力 4tf	浮力 3～4tf の物品	
浮力 6tf	浮力 4～6tf の物品	
浮力 8tf	浮力 6～8tf の物品	
浮力 10tf	浮力 8～10tf の物品	
浮力 16tf	浮力 10～16tf の物品	

女川原子力発電所２号炉

泊発電所３号炉

例として一般的な乗用車（全長 4.89m，全幅 1.8m，全高 1.47m，質量 1760kg)の場合，以下の表１のとおり空力パラメータからの浮力が算出される。

表１　一般的な乗用車の空力パラメータから算出される浮力

対象物	長さ [m]	幅 [m]	高さ [m]	質量 [kg]	空力ﾊﾟﾗﾒｰﾀ CpA/m[m2/kg]	浮力[kN] 浮上条件が空力パラメータ 0.0028[m²/kg]の場合	浮上条件が空力パラメータ 0.0026[m²/kg]の場合	浮力の荷重差 [kN]	浮力の質量差 [kg]
乗用車	4.89	1.8	1.47	1760	0.00999	25.8	29.1	3.3	336

上記より，一般的な乗用車においては，浮上条件を空力パラメータ 0.0028m²/kg とした場合と比較し，浮上条件を空力パラメータ 0.0026m²/kg とした場合においては，約 3.3kN の余裕をみていることとなる。

飛散防止対策として余長付固縛を実施する物品については上記（１）式より物品ごとに算出される浮力に対し，各対策に用いる連結材（スリング等），連結補助材（シャックル等），固定材（固定金具等）及び基礎（アンカーボルト等）については，1.0 以上の裕度であれば十分であるが保守的に 2 以上の裕度を見込んで設計する。

相違理由

【大飯】
記載表現の相違
・例とした乗用車の相違

【大飯】
設計方針の相違
・泊では，保守性を考慮して空力パラメータ 0.0026m²/kg から算出する浮力に対して，連結材等の設計に当たっては，2 倍以上の裕度を確保する方針。
・標準対策区分は定めていない。

【大飯】
記載方針の相違

大飯発電所３／４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）固定化する物品について 余長を考慮できない板状のチェッカープレート、グレーチング等の押さえ金物、アンカーなどで固定化するものについては、空力パラメータから算出した浮力に２倍の裕度を考慮し、対策実施することとする。その考え方を以下に示す。 ＜固定化する物品の対策荷重の考え方＞ 竜巻風速 100m/s 時の空力パラメータから算出した浮力は補足説明資料９ 別紙１の(6)式より以下のように示される。 $F_D=3417C_DA-mg$ [N] …(1) ここで、C_D：抗力係数、A：代表面積、m：想定飛来物の質量、g：重力加速度 また、建築物荷重指針・同解説に準拠した屋根風荷重より算出した浮力は以下のとおり示される。 $F_R=1/2\,\rho\,C_RA_RV_D^2-mg$[N] …(2) ここで、$\rho$：空気密度(kg/m³)(=1.22kg/m³)、C_R：屋根部に作用する風力係数、V_D：竜巻風速(m/s)(=100m/s) 従って、浮力は以下にて示される。 $F_R=6100C_RA_R-mg$[N] …(3) 上記関係より、空力パラメータから算出した浮力が保守的に適用できる条件は（１）式が（２）式より大きい場合であるため、以下の(4)式のようになる。 $F_D>F_R \Leftrightarrow 3417C_DA-mg>6100C_RA_R-mg \Leftrightarrow \frac{C_DA}{C_RA_R}>1.79$ …(4) ●固定化するものの代表例であるチェッカープレートとの比較 上記より、（４）式の関係について、固定化するものの代表物として厚さの薄い板状のチェッカープレート（長さ 1.7m、幅 1.2m、厚さ 0.015m）を例に算出すると以下のとおりとなる。 ①空力パラメータの抗力係数と代表面積の積 C_DA について チェッカープレートは板状であるため、補足説明資料９ を参照		２．固定する物品について 飛散防止対策として固定する物品については，空力パラメータから算出した浮力に２倍の裕度を考慮し，対策実施することとする。その考え方を以下に示す。 ＜固定する物品の対策荷重の考え方＞ 竜巻風速 100m/s 時の空力パラメータから算出した浮力は添付資料 3.8 別紙１の（６）式より以下のように示される。 $F_D=3467C_DA-mg$[N]・・・（１） ここで， C_D：抗力係数，A：代表面積，m：想定飛来物の質量，g：重力加速度 また，建築物荷重指針・同解説に準拠した屋根風荷重より算出した浮力は以下のとおり示される。 $F_R=\frac{1}{2}\rho C_RA_RV_D^2-mg$[N]・・・（２） ここで， ρ：空気密度[kg/m³]（＝1.22kg/m³），C_R：屋根部に作用する風力係数， V_D：竜巻風速(m/s)（＝100m/s） 従って，浮力は以下にて示される。 $FR=6100C_RA_R-mg$[N]・・・（３） 上記関係より，空力パラメータから算出した浮力が保守的に適用できる条件は（１）式が（２）式より大きい場合であるため，以下の（４）式のようになる。 $F_D>F_R \Leftrightarrow 3467C_DA-mg>6100C_RA_R-mg \Leftrightarrow \frac{C_DA}{C_La}>1.76$・・・（４） ●固定する物品の代表例であるチェッカープレートとの比較 上記より，（４）式の関係について，固定する物品の代表物として厚さの薄い板状のチェッカープレート（長さ 1.7m，幅 1.2m，厚さ 0.015m）を例に算出すると以下のとおりとなる。 ①空力パラメータの抗力係数と代表面積の積 C_DA について チェッカープレートは板状であるため，添付資料 3.8 を参照し，	【大飯】 記載表現の相違 【大飯】 計算過程の数値の丸め方の相違 【大飯】 計算過程の数値の丸め方の相違

大飯発電所３／４号炉	女川原子力発電所２号炉	泊発電所３号炉	相違理由

し、C_DA を求めると以下のとおりとなる。

$C_DA=c\,(C_{D1}A_1+C_{D2}A_2+\ C_{D3}A_3)$

板状であるため、C_{D1}=2.0、C_{D2}=1.2、C_{D3}=1.2 である。また、A_1、A_2、A_3はそれぞれチェッカープレート３面の面積であるため、C_DA は以下のとおり。

$C_DA=0.33(2.0\times1.7\times1.2+1.2\times1.2\times0.015+1.2\times0.015\times1.7)=1.36[m^2]$

②建築物荷重指針・同解説に準拠した屋根風荷重の風力係数と屋根面積の積 C_RA_R について

風力係数 C_R は以下の図１ の建設省告示第 1454 号を参照し算出する。

以下の図１より風力係数 1.0 の作用する面 0.5a＝0.5×2×H＝0.015[m]であるため、C_R は以下のとおり求まる。

$$C_R=1\times\frac{0.015}{1.2}+0.5\times\frac{1.2-0.015}{1.2}=0.506$$

また、A_R は屋根面の面積であるため、A_R=1.7×1.2=2.04[m2]とする。

C_RA_R=0.506×2.04=1.03[m^2]

図2 開鎖型の建築物(けた行方向に風を受ける場合。表1、表2及び表5を用いるものとする。)

注　屋根面については、張り間方向に風を受ける陸屋根と同じ扱いとする。

表2 陸屋根面のCpe

部位	風上端部より0.5aの領域	左に掲げる領域以外の領域
Cpe	-1.0	-0.5

a　BとHの2倍の数値のうちいずれか小さな数値(単位　m)

図１ 建設省告示第 1454 号（抜粋）

①、②より $C_DA/\ C_RA_R$ を求めると以下となる。

$$\frac{C_DA}{C_RA_R}=\frac{1.36}{1.03}=1.32 \qquad \cdots(5)$$

C_DA を求めると以下のとおりとなる。

$$C_DA=c(C_{D1}A_1+C_{D2}A_2+C_{D3}A_3)$$

板状であるため，C_{D1}=2.0，C_{D2}=1.2，C_{D3}=1.2 である。また，A_1，A_2，A_3はそれぞれチェッカープレート３面の面積であるため，C_DA は以下のとおり。

$$C_DA=0.33(2.0\times1.7\times1.2+1.2\times1.2\times0.015+1.2\times0.015\times1.7)=1.36[m^2]$$

②建築物荷重指針・同解説に準拠した屋根風荷重の風力係数と屋根面積の積 C_RA_R について

風力係数 C_R は以下の図１の建設省告示第 1454 号を参照し算出する。

以下の図１より風力係数 1.0 の作用する面 0.5a＝0.5×2×H＝0.015[m]であるため，C_R は以下のとおり求まる。

$$C_R=1\times\frac{0.015}{1.2}+0.5\times\frac{1.2-0.015}{1.2}=0.506$$

また，A_R は屋根面の面積であるため，A_R=1.7×1.2=2.04[m^2]とする。

C_RA_R=0.506×2.04＝1.03[m^2]

図2 閉鎖型の建築物（けた行方向に風を受ける場合。表1、表2及び表5を用いるものとする。）

注　屋根面については、張り間方向に風を受ける陸屋根と同じ扱いとする。

表2 陸屋根面のCpe

部位	風上端部より0.5aの領域	左に掲げる領域以外の領域
Cpe	-1.0	-0.5

a　BとHの2倍の数値のうちいずれか小さな数値(単位　m)

図１　建設省告示第 1454 号（抜粋）

①，②より $C_DA/\ C_RA_R$ を求めると以下となる。

$$\frac{C_DA}{C_RA_R}=\frac{1.36}{1.03}=1.32\cdots(5)$$

大飯発電所３／４号炉	女川原子力発電所２号炉	泊発電所３号炉	相違理由
したがって、(5)式が(4)式を満たすためには、C_DA を 1.79/1.32=1.36 倍以上とする必要がある。 一般的に「空力パラメータの抗力係数と代表面積の積 C_DA」については、竜巻風速場の中での飛来物の挙動を把握するために抗力係数および代表面積を３面の平均としていることから、板状物体においては、側面の面積が小さく算出される。一方、屋根部のみの面積を採用している「建築物荷重指針・同解説に準拠した屋根風荷重の風力係数と屋根面積の積 C_RA_R」については、面積が最大である屋根面の面積を採用しているため C_DA/C_RA_R が小さく算出される傾向にある。 なお、さらに極端に屋根面積の大きいチェッカープレート（長さ 10.0m、幅 10.0m、高さ 0.015m）を想定したとしても C_DA/C_RA_R=66.2/50.1=1.32 程度であり、上記計算のチェッカープレートとほぼ同等となる。 以上より、その他の固定化される物品であるチェッカープレート、グレーチングについても、「空力パラメータの抗力係数と代表面積の積 C_DA」について「建築物荷重指針・同解説に準拠した屋根風荷重の風力係数と屋根面積の積 C_RA_R」の関係 $\frac{C_DA}{C_RA_R}$>1.79 を満たすためには C_DA を保守的に２倍とすることで十分満足することを確認していることから固定化される物品の対策荷重については、空力パラメータの２倍の対策荷重にて対策実施していくものとする。 なお、今後新たに発生する固定化物品については $\frac{C_DA}{C_RA_R}$>1.79 を満たすかどうかを確認し、万が一 $\frac{C_DA}{C_RA_R}$<1.00 となるものがあれば、裕度を空力パラメータから算出した浮力の３倍とするなど、適切に設定していくものとする。 ただし、気圧差が発生する可能性がある箇所に設置されている場合については、現場確認を実施の上、気圧差荷重にて対策実施することとする。なお、気圧差荷重については、ガイドに基づき保守的に最も気圧差荷重が大きくなる「閉じた施設」として算出した場合、8815N/m²であるが、作用する気圧差荷重を保守的に 8900 N/m²として算出する。 以下にマンホール蓋の場合における気圧差荷重と空力パラメータにより算出した浮力の比較結果を示す。 ＜気圧差が発生する場合の荷重について＞ 100m/s の竜巻による気圧差については、ガイドによると 8815N/m²であるが保守的に 8900N/m² として評価する。以下に計算例を示す。 表３ マンホール蓋の空力パラメータによる浮力と気圧差荷重の比較例 対象物：マンホール蓋／長さ(m)：0.5／幅(m)：0.5／高さ(m)：0.01／質量(kg)：19／空力パラメータ C_DA/m[m²/kg]：0.00889／浮力[kN]：空力パラメータによる浮力 0.451、気圧差荷重による浮力 1.562／気圧差荷重の裕度：3.5 以上より、飛散防止対策においては、空力パラメータから算出する浮力に対し浮上条件を 0.0028m²/kg ではなく 0.0026m²/kg と保守性を考慮した上でさらに表４のとおり「余長が考慮できるもの」、「固定化するもの（気圧差発生しない）」、「固定化するもの（気圧差発生する		したがって，（５）式が（４）式を満たすためには，C_DA を 1.76/1.32＝1.34 倍以上とする必要がある。 一般的に「空力パラメータの抗力係数と代表面積の積 C_DA」については，竜巻風速場の中での飛来物の挙動を把握するために抗力係数および代表面積を３面の平均としていることから，板状物体においては，側面の面積が小さく算出される。一方，屋根部のみの面積を採用している「建築物荷重指針・同解説に準拠した屋根風荷重の風力係数と屋根面積の積 C_RA_R」については，面積が最大である屋根面の面積を採用しているため C_DA/C_RA_R が小さく算出される傾向にある。 また，極端に屋根面積の大きいチェッカープレート（長さ 10.0m，幅 10.0m，高さ 0.015m）を想定したとしても C_DA/C_RA_R＝66.1/50.1=1.32 程度であり，上記計算のチェッカープレートとほぼ同等となる。 以上より，その他の固定する物品であるチェッカープレート，グレーチングについても，「空力パラメータの抗力係数と代表面積の積 C_DA」について「建築物荷重指針・同解説に準拠した屋根風荷重の風力係数と屋根面積の積 C_RA_R」の関係 C_DA/C_RA_R>1.76 を満たすためには C_DA を保守的に２倍とすることで十分満足することを確認していることから固定する物品の対策荷重については，空力パラメータの２倍以上の裕度を見込んだ対策荷重にて対策実施していくものとする。 なお，今後新たに発生する固定する物品については C_DA/C_RA_R>1.76 を満たすかどうかを確認し，万が一 C_DA/C_RA_R<1.00 となるものがあれば，裕度を空力パラメータから算出した浮力の３倍とするなど，適切に設定していくものとする。 ただし，気圧差が発生する可能性がある箇所に設置されている場合については，現場確認を実施の上，気圧差荷重にて対策実施することとする。なお，気圧差荷重については，ガイドに基づき保守的に最も気圧差荷重が大きくなる「閉じた施設」として算出した場合，8815N/m²であるが，作用する気圧差荷重を保守的に 8900N/m²として算出する。 以下にマンホール蓋の場合における気圧差荷重と空力パラメータにより算出した浮力の比較結果を示す。 ＜気圧差が発生する場合の荷重について＞ 100m/s の竜巻による気圧差については，ガイドによると 8815N/m²であるが保守的に 8900N/m² として評価する。以下に計算例を示す。 表３　マンホール蓋の空力パラメータによる浮力と気圧差荷重の比較例 対象物：マンホール蓋／長さ[m]：0.65／幅[m]：0.65／高さ[m]：0.01／質量[kg]：32／空力パラメータ C_DA/m[m²/kg]：0.00888／浮力[kN]：空力パラメータによる浮力 0.758、気圧差荷重による浮力 2.649／気圧差荷重の裕度：3.4 以上より，飛散防止対策においては，空力パラメータから算出する浮力に対し浮上条件を 0.0028m²/kg ではなく 0.0026m²/kg と保守性を考慮した上でさらに表４のとおり「余長付固縛を実施するもの」，「固定するもの（気圧差発生しない）」，「固定するもの（気圧差発生する	【大飯】 計算過程の数値の丸め方の相違 【大飯】 記載表現の相違 【大飯】 記載表現の相違 【大飯】 計算過程の数値の丸め方の相違 【大飯】 記載表現の相違 ・例とした乗用車の相違

大飯発電所３／４号炉

可能性あり）」の３つの区分に分け対策荷重を設定し、設計飛来物に包含できない物品の飛散を防止していくこととする。なお、実際の飛散防止対策においては、上記にて述べてきた浮き上がりの対策荷重のみでなく、横滑りの対策荷重についても適切に考慮し対策実施していくこととする。

なお、本考え方に基づき、余長が考慮できる物品、固定化する物品、気圧差が発生する可能性がある物品について適切に荷重を設定し、飛散防止対策を実施することから複数の飛来物が同一箇所に衝突する可能性は極めて小さいものと考えている。

表４ 飛散防止対策における対策荷重

飛散防止対象物品	対策荷重の考え方
余長が考慮できるもの	空力ﾊﾟﾗﾒｰﾀから算出した浮力に対し 1.5 倍の裕度を確保した荷重（ｳｪｲ及び基礎の裕度。ただし、連結材、連結補助材については、５～６倍の安全率を考慮する）
固定化するもの（気圧差発生しない）	「空力ﾊﾟﾗﾒｰﾀから算出した浮力」に２倍の裕度を確保した荷重
固定化するもの（気圧差発生する可能性あり）	ガイドに基づき保守的に算出した気圧差荷重

女川原子力発電所２号炉

泊発電所３号炉

可能性あり）」の３つの区分に分け対策荷重を設定し，設計飛来物に包含できない物品の飛散を防止していくこととする。なお，実際の飛散防止対策においては，上記にて述べてきた浮き上がりの対策荷重のみでなく，横滑りの対策荷重についても適切に考慮し対策実施していくこととする。

なお，本考え方に基づき，余長付固縛を実施する物品，固定する物品，気圧差が発生する可能性がある物品について適切に荷重を設定し，飛散防止対策を実施することから複数の飛来物が同一箇所に衝突する可能性は極めて小さいものと考えている。

表４　飛散防止対策における対策荷重

飛散防止対象物品	対策荷重の考え方
余長付固縛を実施するもの	空力パラメータから算出した浮力に対し２倍の裕度を確保した荷重（連結材，連結補助材，固定材及び基礎の裕度）
固定するもの（気圧差発生しない）	空力パラメータから算出した浮力に対し２倍の裕度を確保した荷重
固定するもの（気圧差発生する可能性あり）	ガイドに基づき保守的に算出した気圧差荷重

相違理由

【大飯】
記載表現の相違

【大飯】
設計方針の相違
・泊では，保守性を考慮して空力パラメータ 0.0026m²/kg から算出する浮力に対して，連結材等の設計に当たっては，２倍以上の裕度を確保する方針。

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

別紙８付録

飛散防止対策に関する計算例について

＜余長が考慮できるもの（ｺﾝﾃﾅ等）に対する対策事例＞

①対策方法

ｺﾝｸﾘｰﾄ基礎に埋め込んだｱﾝｶｰに対して、玉掛ﾜｲﾔｰﾛｰﾌﾟとｼｬｯｸﾙで対象物を連結する。

②対象設計用荷重（空力ﾊﾟﾗﾒｰﾀによる浮力）

16tf 以下

付表１ 対策対象例

対象物名	仕様				空力ﾊﾟﾗﾒｰﾀ	浮力[kN]
	長さ[m]	幅[m]	高さ[m]	質量 [kg]	$C_DA/m[m^2/kg]$	
40ft ｺﾝﾃﾅ	12.192	2.591	2.438	3830	0.0117	131 (13.4tf)

③部材

使用する部材については対策荷重に必要な耐力を備えた部材を使用することとする。

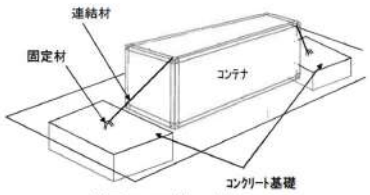
付表２ 飛散防止対策に用いる部材例（対象設計用荷重 16t 以下）

浮き上がり力	飛散防止対策部材			仕様	組数	使用荷重[kN]
16t以下	連結材	玉掛ワイヤーロープ		JIS-G3525-2006 6×7φ32mm, G種	2	180（安全率6）
	連結補助材	シャックル		JIS-B2801-1996 S級呼(F)120	2	156.8（安全率5）
	保留元	ｺﾝｸﾘｰﾄ基礎			－	243
		固定材	ソレノリンクボルト	A型(標準型)A-36	2	156.8（安全率5）
			アンカーボルト	M36 L=900 mm	2	358.4(4)
			定着板	PL=10×110×110	2	
			長ナット	M36 L=80mm	2	

※1:①参照

④埋込ｱﾝｶｰﾎﾞﾙﾄに対する検討

ﾎﾞﾙﾄ径：36[mm]
長さ(L)：900[mm]
設計荷重(P)：8[t](78.4[kN])
許容引張り応力度：ft=235 [N/mm²] SS400
ｺﾝｸﾘｰﾄ強度：Fc=21　[N/mm²]
許容付着応力度：τa=1.89[N/mm²]
（6/100×Fc かつ 1.35 以下の 1.5 倍(短期)）
引張り耐力：Pa1=0.75×(D×D×π/4)×ft=179.40[kN]
引抜き耐力：Pa2=(D×π)×L×τa=192.38[kN]　定着板設置
耐力：Pa=min(Pa1,Pa2)=179.40[kN]
判定：s=P/Pa=0.438≦1.0 ..OK



付図１ ｺﾝﾃﾅ等の対策ｲﾒｰｼﾞ

【大飯】
記載方針の相違
・泊では，前述の考え方に基づいて飛散防止対策を実施する方針としており，計算例は記載していない。（屋外重大事故等対処設備の固縛装置の強度評価は，設工認で説明する方針。）