

東海第二発電所

外部からの衝撃による損傷の防止(竜巻)

審査会合コメント回答

平成29年10月11日
日本原子力発電株式会社

本資料のうち、は商業機密又は核物質防護上の観点から公開できません。

1. 指摘事項

ブローアウトパネル開放の影響に関し、5階東側の施設の防護の考え方を整理すること。
【No.508-1】

「防風設備」の風の軽減についての評価手法を説明すること。【No.508-2】

2. 回答

原子炉建屋5階東側のブローアウトパネルについては、ブローアウトパネルの必要枚数についての評価結果を踏まえ閉止可能と判断したため、以下の方針とする。

- ・原子炉建屋5階東側のブローアウトパネルは閉止する。
(閉止措置においては、竜巻飛来物の侵入防止、耐震性にも配慮した設計とする)
- ・上記措置に伴い、防風設備の設置は不要とする。

1. 指摘事項

車両の退避時間等について、今後実証試験を実施すること。

2. 回答

退避エリア①への退避について、現時点で実施可能な右図ゲート3までの実測(17/9/21)の結果を踏まえ、当初想定に余裕が含まれていたことを確認するとともに、余裕をより多く確保すべく運用を見直した。
 今後は関連設備の整備完了後に、全体の成立性を確認する。

最長ルートの退避に要する所要時間(:実測値)

要素	当初想定	実測(9/21)を踏まえた現想定	備考
搭乗～発進	約1分	(同左)※1	予め、竜巻準備体制を確立(運転手は車両近傍に待機)
出発～ゲート1到着	8.2分 (10km/h)	5.0分 (16km/h)	車両6台による一斉走行
ゲート1通過	0.25分	0分	緊急時として、ゲートでの停止は「なし」とする※1
ゲート1出発～ゲート3到着	1.7分 (10km/h)	1.5分 (11km/h)	
ゲート3通過	0.25分	0分	ゲート1同様、停止「なし」
ゲート3出発～退避エリア①	3.8分 (10km/h)	(同左)※2 施設整備後に実施	
駐車、運転手退避	約5分		
その他裕度	約9.7分	約13.7分	その他不測の状況に対する裕度
総計	約30分	約30分	竜巻襲来までの設定裕度

※1: 竜巻通過後、もしくは準備態勢の解除後に、通常時と同様の退避時手続きを実施する。

※2: 試験未実施につき、想定値同等と仮定

1. 指摘事項

原電の管理下でない隣接事業所からの飛来物の除外について、原電の責任においてどの様に管理していくのか、前提条件として確約結果を示すこと。また、確約できない場合は、飛来物があるものとして評価すること。【No.498-2】

隣接事業者からの飛来物管理について、他事業者への退避開始通知の方法、及び管理が困難と仮定した場合の対応方針も検討に含めること。【No.508-4】

2. 回答

隣接事業所からの飛来物の影響が考えられる評価対象施設について、下表のとおり評価した結果、隣接事業所からの飛来物がこれら施設に衝突した場合でも、要求される機能の喪失には至らないことを確認した。

よって、隣接事業所からの飛来物の管理については実施不要とする。

評価対象施設	飛来物源の所在場所	想定される飛来物	要求機能	評価
使用済燃料乾式貯蔵建屋	南方の隣接事業所敷地	車両 その他物品	①崩壊防止 (波及的影響) ②遮蔽機能の維持	①風と衝突荷重を合わせても、建屋は倒壊しない ②局部影響(遮蔽)については、以下対応で問題なし ・クラス3施設として、速やかに補修する方針 ・衝突部の遮蔽機能を喪失しても、線量の増加は要求水準以内
タービン建屋	北方の隣接事業所敷地	箱状の柔飛来物 (コンテナ等)	①崩壊防止(波及的影響) ②貫通防止(波及的影響)	①風と衝突荷重を合わせても、建屋は倒壊しない ②貫通は生じない
緊急時対策所 (SA設備※)	西方の隣接事業所敷地	車両 箱状の柔飛来物 (コンテナ等)	①崩壊防止(波及的影響) ②裏面剥離防止(同上) ③遮蔽機能の維持	①風と衝突荷重を合わせても、建屋は倒壊しない ②裏面剥離は生じない ③飛来物の貫入を考慮しても、必要遮蔽厚さは維持される

※:DB施設としてはクラス3であり、損傷が認められた場合は補修する

南方の隣接事業所からの飛来物の影響について

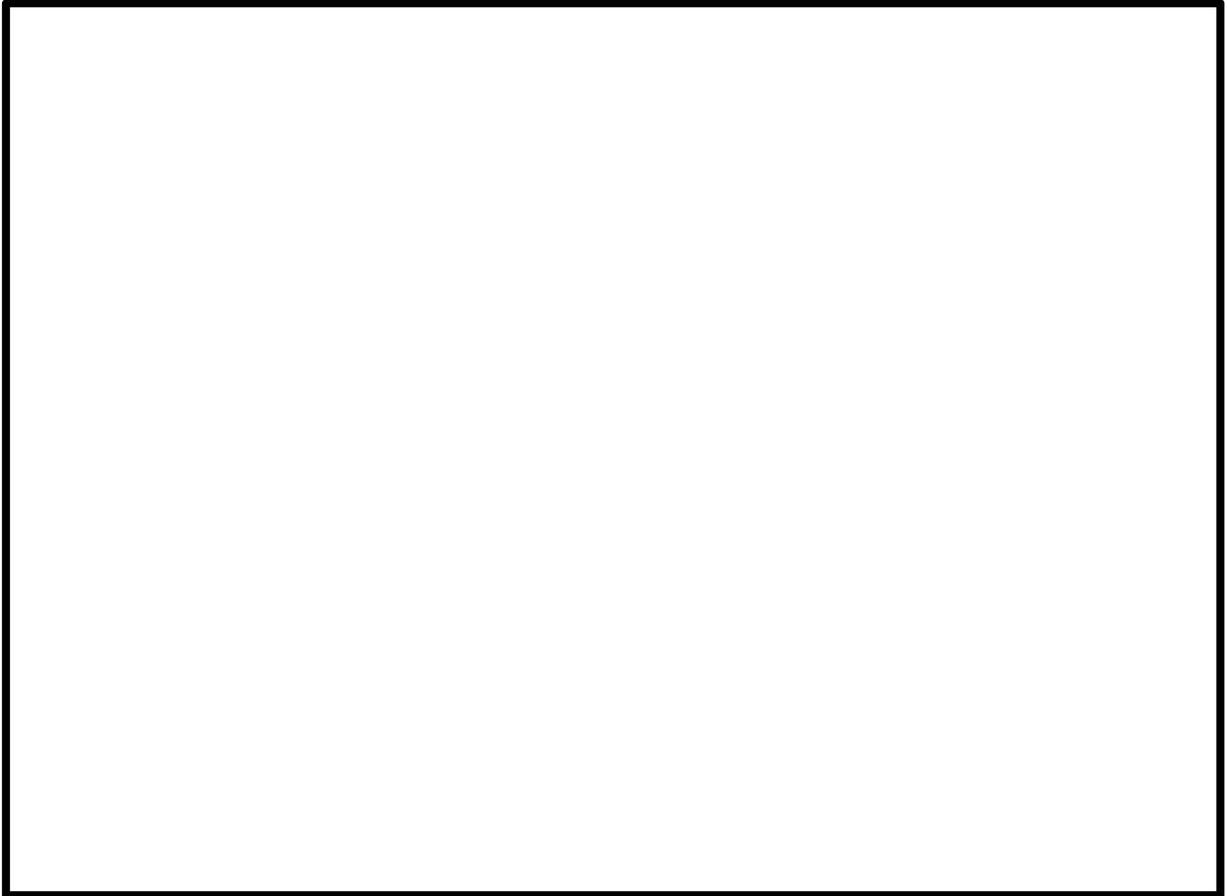
東海第二発電所の南側にある隣接事業所の施設からの飛来物の到達範囲は、別図 6-1 のとおりであり、使用済燃料乾式貯蔵建屋に車両及びその他物品の到達が考えられる。

使用済燃料乾式貯蔵建屋の安全機能（遮蔽機能：P S - 3^{※1}）はその効果が大きいものではなく^{※2}、後述のとおり、仮に飛来物により建屋が損傷した状態でも遮蔽機能に対する要求水準は維持されるものの、近隣事業所からの飛来物より建屋が損傷した場合には、クラス 3 施設の防護方針に従い、補修により遮蔽機能を復旧させる方針とする。これより、隣接事業所からの物品について、飛来物発生防止のための管理は不要とする。

※1：人の居住の可能性のある敷地境界外における線量を一定値以下に抑える機能

※2：「原子力発電所内の使用済燃料の乾式キャスク貯蔵について（平成 4 年 8 月 27 日 原子力安全委員会了承）」に、以下の様に整理されている。

- ・貯蔵建屋は、適切な格納機能及び放射線低減効果の大きい遮へい機能を必要としないため、耐震 C クラスとする。



別図 6-1 敷地西側の隣接事業所と飛来物到達範囲

1. 飛来物衝突時の影響確認結果

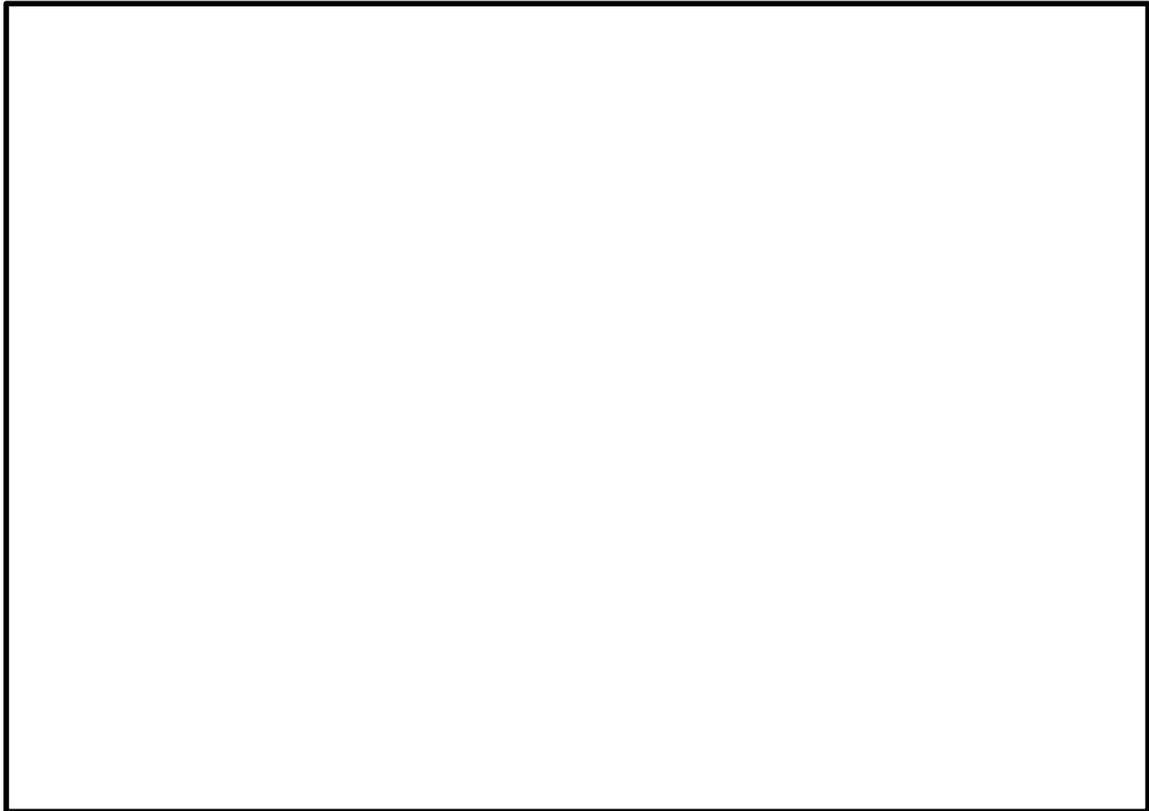
1.1 飛来物の衝突部位

別図 6-2 イ) に、使用済燃料乾式貯蔵建屋と近隣事業所の敷地のうち飛来物が存在する可能性があるエリアとの位置関係を示す。

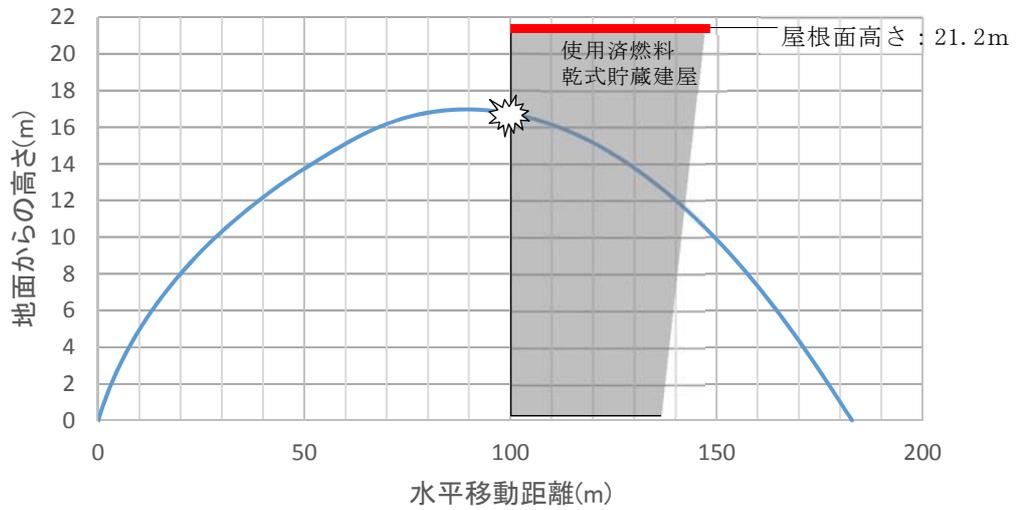
近隣事業所からの飛来物は、使用済燃料乾式貯蔵建屋の南東方向から飛来すると考えられることから、使用済燃料乾式貯蔵建屋に衝突する場合は、建屋の東側もしくは南側外壁に衝突すると考えられる。

また、屋根面に到達するケースを想定する。

以上より、飛来物の衝突を考慮すべき箇所として、建屋の東側外壁、南側外壁及び屋根面を抽出した。



イ) 平面上の位置関係



ロ) 鉛直方向の飛跡の例 (上図Ⓐ地点からの車両の例)

別図 6-2 使用済燃料乾式貯蔵建屋と近隣事業所の敷地から
飛来物が到達し得るエリアの位置関係

1.2 損傷時の影響を考慮すべき建屋の機能

使用済燃料乾式貯蔵建屋が維持すべき機能は、安全機能である「遮蔽機能」と、内部の竜巻防護施設（使用済燃料乾式貯蔵容器）に対する「波及的影響防止（機能）」の2つとなる。建屋に竜巻飛来物が衝突した場合には、以下のとおり遮蔽機能の低下が想定されることから、以降、遮蔽機能の低下の影響について詳細評価を行う。

(1) 遮蔽機能に対する影響

建屋の外壁は遮蔽壁であり、想定される飛来物である車両等の衝突時には損傷することが想定されるため、遮蔽機能の低下の程度及び影響について確認する必要がある。

(2) 波及的影響防止に対する影響

厚い鉄筋コンクリート造の建屋であり、設計竜巻の風荷重及び飛来物の衝撃荷重に対しても建屋の変形は十分に小さく抑えられ、倒壊には至らず、内部の竜巻防護施設への影響はない。

1.3 遮蔽機能低下の影響を考慮すべき部位

東側外壁、南側外壁及び屋根面のうち、損傷時遮蔽機能の低下による線量増加の影響を考慮すべき部位を以下のとおり抽出した。

(1) 東側外壁

使用済燃料乾式貯蔵建屋の遮蔽機能に対する要求水準は、「人の居住の可能性のある敷地境界外における空気カーマが年間 $50 \mu\text{Gy}$ 以下」であるが、別図 6-3 に示すとおり、東側外壁は人の居住の可能性のある敷地に面していないことから、評価対象としない。

(2) 南側外壁

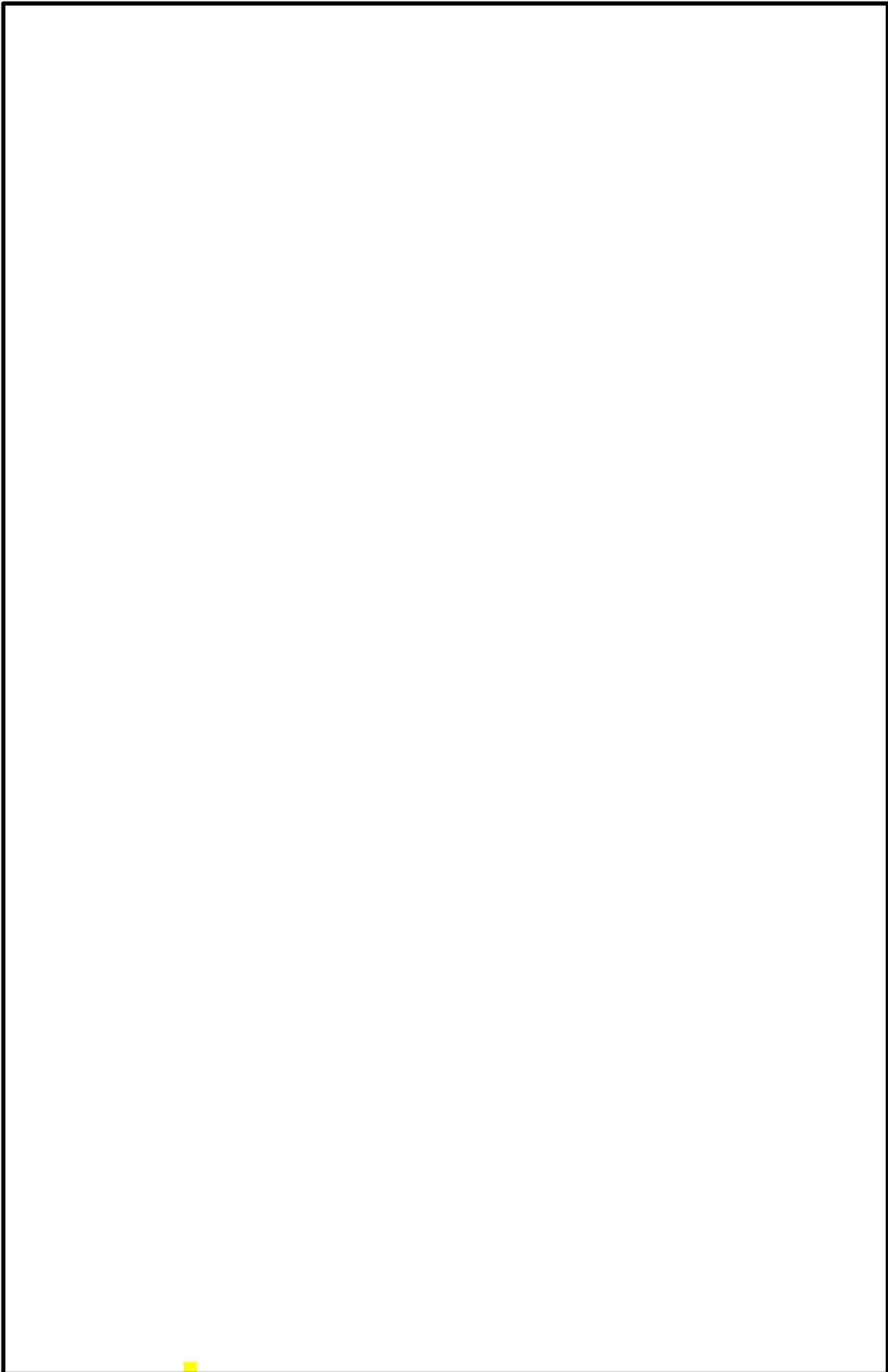
南側外壁については、別図 6-3 に示すとおり、人の居住の可能性のある敷

地に面することから、評価対象とする。

(3) 屋根面

屋根面については、以下の理由から南側外壁の評価に包含されると判断し、個別の影響評価は実施しない。

- 種々の飛来物源の解析結果によれば、飛来物の浮上高さは屋根面を大きく上回らないことから、下降して屋根面に衝突する時の落下速度は小さい。保守性を考慮し落下速度を大きく見積った場合においても、運動エネルギーは設計飛来物である鋼製材と同程度となるため、屋根スラブ（厚さ約 45cm の鉄筋コンクリート版）の大規模な損傷には至らず、遮蔽機能を大きく失うことはないと考えられる。
- 後述のスカイシャイン線量評価では、屋根スラブと同じ厚さの南側外壁の遮蔽効果を保守的に全喪失すると見なした場合の線量の増加率を、屋根面由来の分も含めた線量に適用する手法としていることから、大きな損傷が考え難い屋根面由来の線量の増分は、この保守的な増倍率に包絡されると考えられる。



別図 6-3 東側及び南側外壁の向き並びに敷地境界の線量評価点

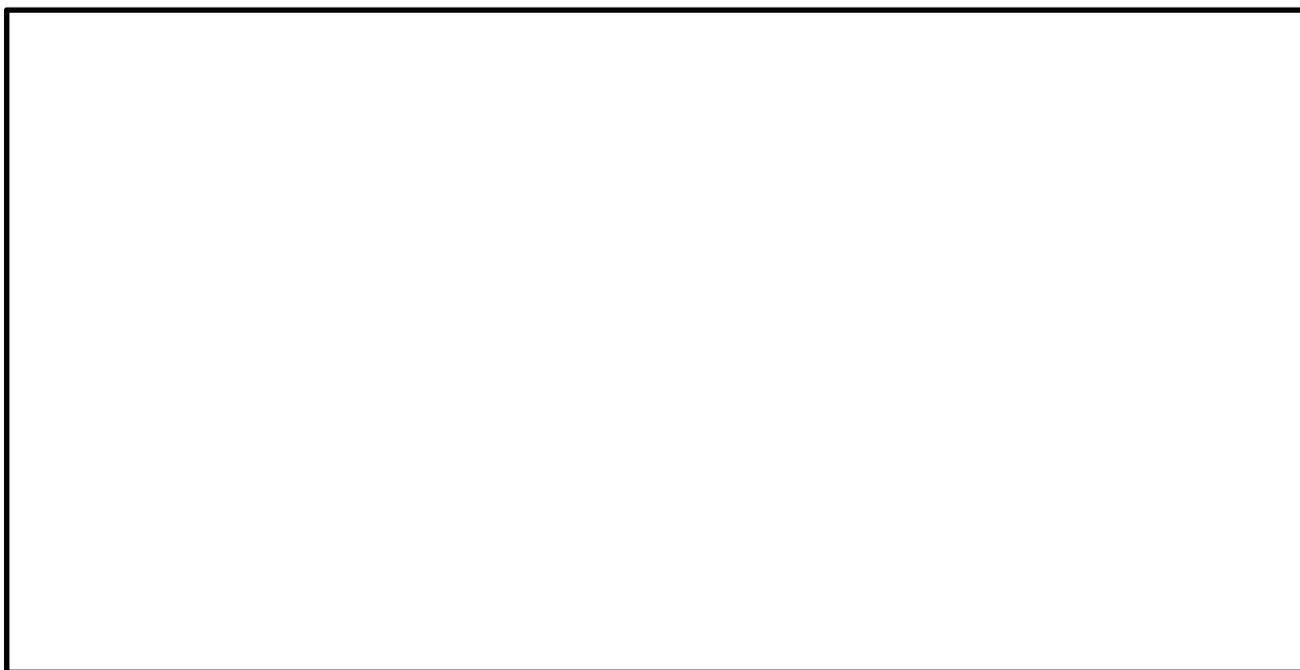
6条(竜巻)-1-添付 8-別紙 6-6

1.4 南側外壁への飛来物の衝突による影響評価

1.4.1 建屋の構造

使用済燃料乾式貯蔵建屋の構造を別図 6-4 に示す。評価対象である南側外壁はコンクリート製で、厚さが異なる上部と下部で構成され、また建屋内部には、南方への遮蔽効果を期待できるコンクリート製の内壁が存在する。また、屋根面はコンクリートスラブに覆われている。

このうち、影響評価の対象として抽出した南側外壁の上部外壁はスカイラインに対する遮蔽機能を、下部外壁は直接線に対する遮蔽機能を有している。また、内壁については直接線に対する遮蔽機能を有している。



別図 6-4 使用済燃料乾式貯蔵建屋の構造

1.4.2 飛来物衝突時の南側遮蔽壁の状況想定

飛来物衝突時の上記の遮蔽壁の状況としては、飛来物源として考えられる車両やコンテナ類の影響に近いと思われる条件での車両衝突解析の文献^{*}を参照すると、外壁を貫通し内壁に衝突することは考え難いため、別表 6-1 のとおり、上部外壁及び下部外壁のみに飛来物衝突時の損傷を想定した。そ

の際、損傷を想定する部位の遮蔽能力は保守的に全喪失すると見なした。

※：参考資料（本紙の 6-9 ページ）参照

別表 6-1 飛来物の衝突箇所に対する南側遮蔽壁の状況想定

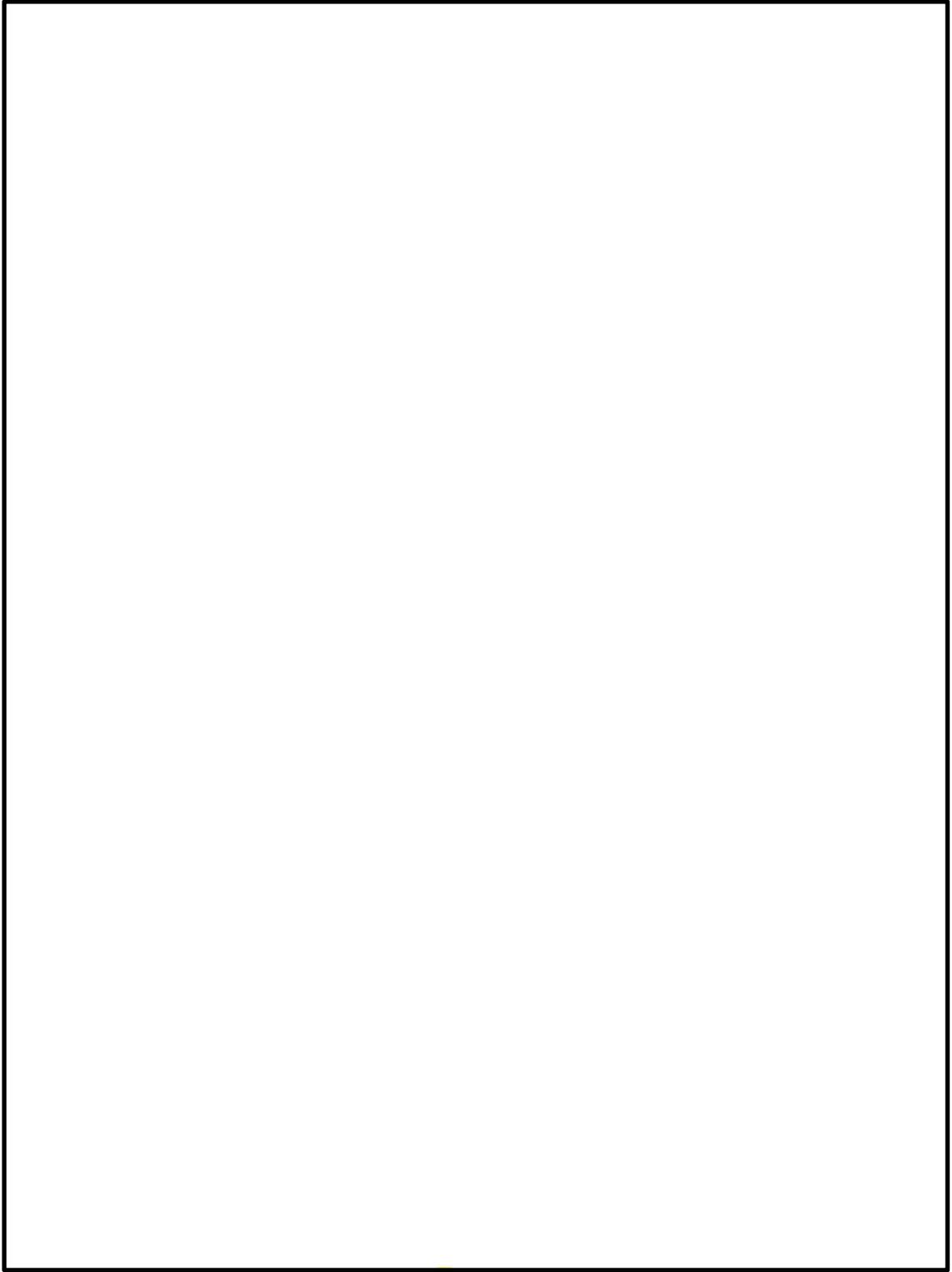
ケース		遮蔽壁の状況		スカイシャイン及び直接線に対する遮蔽厚さの変化	
1	上部外壁への衝突	上部外壁 (450mm)	遮蔽能力全喪失	スカイ	450mm⇒0mm
		下部外壁 (600mm)	健全	直接線	変化なし (1100mm)
		内壁 (500mm)	健全		
2	下部外壁への衝突	上部外壁 (450mm)	健全	スカイ	変化なし (450mm)
		下部外壁 (600mm)	遮蔽能力全喪失	直接線	1100mm⇒500mm
		内壁 (500mm)	健全		

1.4.3 南側外壁の損傷に対する影響評価

使用済燃料乾式貯蔵建屋から南方への放射線に対する、人の居住の可能性のある敷地境界の評価点は、別図 6-5 に示す I 地点となる。

I 地点の方向に対する既存の線量率データのうち、最も I 地点に近い別図 6-5 に示す建屋の南側外壁から約 500m 離れた地点のデータを基に※、別表 6-1 で整理した状況において、I 地点における線量が要求される水準を維持しているかを推定した。

※：建屋健全時の代表評価点は発電所敷地に近い別図 6-5 の E 地点近傍になることから、建設時に I 地点のデータは算出していない。



別図 6-5 線量評価点

別表 6-1 のケース 1 及びケース 2 において、上部及び下部外壁をそれぞれ喪失した時の遮蔽厚さの減少に伴う減衰比の変化率を基に、建屋南壁から 500m 地点の線量率を評価した結果を別表 6-2 に示す。

別表 6-2 想定状況に対する外部線量の推定値

評価点	ケース	線種	健全時 評価値 (μ Gy/y)	減衰比 変化率	線量 評価値 (μ Gy/y)	他施設の 寄与 (μ Gy/y)	合計 (μ Gy/y)
500m 地点	1	スカイ シャイン	0.470	約 31 倍 ^{※1}	14.57	約 21.5 ^{※4}	約 36.3
		直接線	0.218	なし	0.218		
	2	スカイ シャイン	0.470	なし	0.470		約 43.8
		直接線	0.218	約 100 倍 ^{※2}	21.8		

※1：（コンクリート厚 0cm の減衰比）／（同 45cm の減衰比）

健全時の値(0.470)に含まれる屋根経由の分も 31 倍することになるため、屋根スラブに起こり得る軽微な損傷の影響も包含される。

※2：（コンクリート厚 50cm の減衰比）／（同 110cm の減衰比）

※3：※3：東海第二発電所の原子炉建屋，タービン建屋，廃棄物処理建屋，固体廃棄物保管建屋，給水加熱器保管庫及び固体廃棄物作業建屋並びに東海発電所からの線量

ケース 1 及びケース 2 とともに、「人の居住の可能性のある敷地境界外における空気カーマが年間 50μ Gy 以下」を 500m 地点においても満足することから、減衰が見込まれるより遠方の I 地点においても、同様に年間 50μ Gy 以下となる。

よって、上部又は下部外壁に飛来物が衝突しても、使用済燃料乾式貯蔵建屋の遮蔽機能は維持されると判断した。

以 上

(参考)

鉄筋コンクリート壁への車両衝突時の影響について

文献*において、鉄筋コンクリート壁に竜巻飛来物として車両を衝突させるシミュレーションの結果が示されている。

文献では車両（質量 2t，速度 47m/s）の正面衝突及び側面衝突の両ケースを実施しているが、当社の飛散解析手法でも、同程度の車両の飛散速度は概ね 40m/s 台となる。また、車両以外の物品で影響の大きなコンテナ類についても、当社の飛散解析結果から算出した運動エネルギーは本文の車両の運動エネルギー（約 2200kJ）と概ね同程度以下であり、使用済燃料乾式貯蔵建屋への飛来物衝突時の影響評価に対し参考になる解析と考えられる。

下図に示すように、使用済燃料乾式貯蔵建屋の上部外壁と同じ厚さ 450mm の壁面に対しては、衝突面の損傷及び裏面剥離は見られるが、その範囲は車両の大きさと同程度に留まっており、またコンクリートの大規模な脱落や鉄筋の大変形及び破断は認められていないことから、遮蔽機能についてはある程度維持されているものと考えられる。

本文 3.2 節の影響評価では、衝突面においては遮蔽機能を全喪失したものと評価しており、上記の解析結果から、この想定は保守性を有していると判断している。

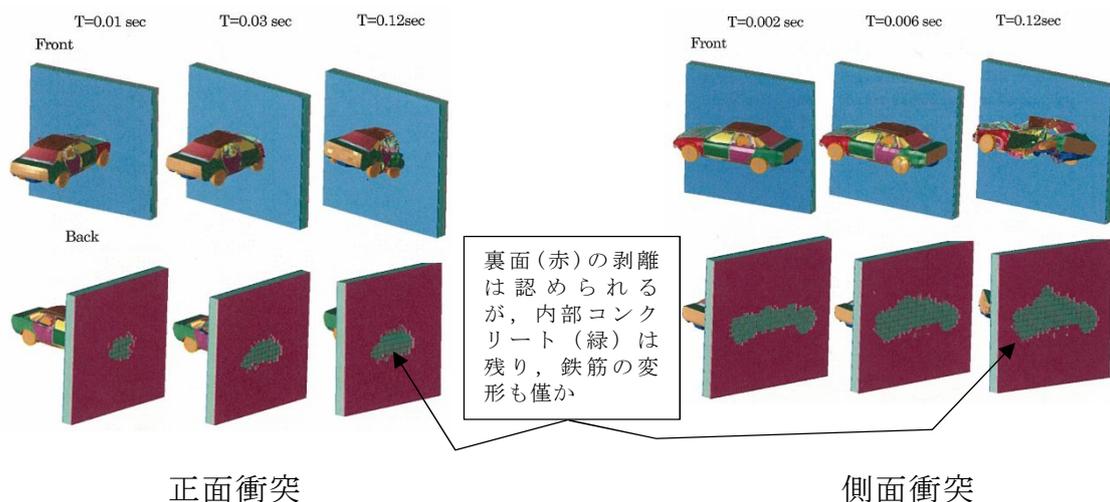


図 車両衝突時の鉄筋コンクリート壁の損傷解析

※：Madurapperuma 他，竜巻飛来物（自動車）衝突による鉄筋コンクリート構造物の挙動，土木学会第 11 回構造物の衝撃問題に関するシンポジウム論文集，2014

「竜巻飛来物（自動車）衝突による鉄筋コンクリート構造物の挙動」抜粋

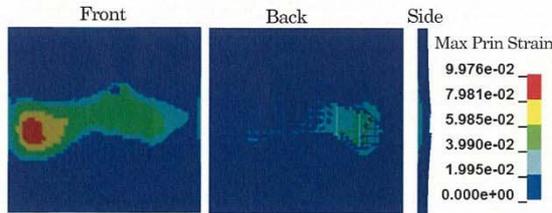


Fig. 13 Damage pattern of the 250 mm wall due to the front impact of the vehicle

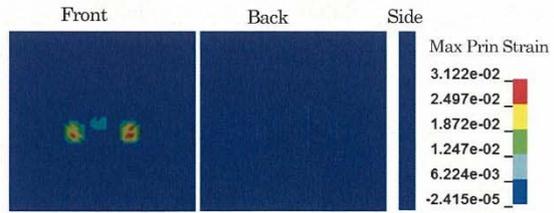


Fig. 15 Damage pattern of the 450 mm wall due to the front impact of the vehicle

Figure 14 shows damage evolution of the 450 mm wall due to the front impact of the vehicle. The damage to the wall is less compared to that of the 250 wall. The concrete in the back side has removed showing spalling damage to wall. Figure 15 shows damage is concentrated only to certain regions of the wall, and the maximum principal strain is less than one-third of the specified concrete failure strain of 0.1.

Figure 16 shows damage evolution of the 450 mm wall due to the side impact of the vehicle. The damage to the wall is less compared to that of the 250 mm wall. The spalling damage to the wall is seen at an early stage of contact. As shown in Figure 17, the maximum principal strain is 0.064 at severe damage regions of the wall, and it is less than the maximum principal stains of 150 mm and 250mm walls when the side impact of the vehicle.

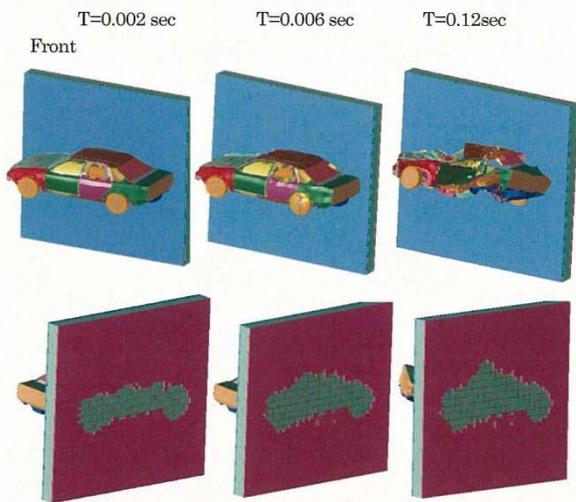


Fig. 16 Evolution of damage to the 450 mm wall due to the side impact of the vehicle

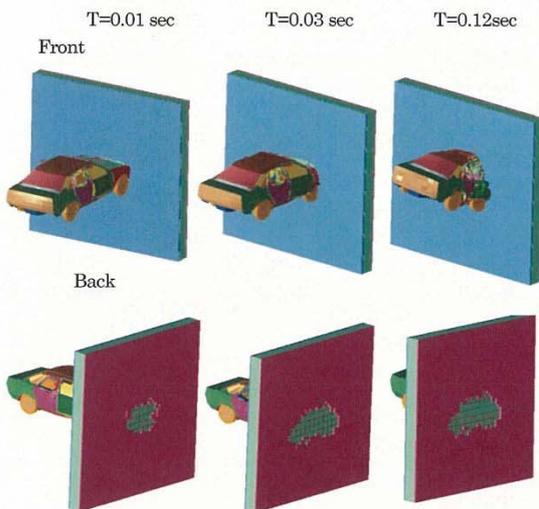


Fig. 14 Evolution of damage to the 450 mm wall due to the front impact of the vehicle

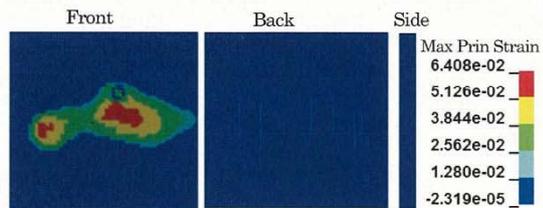


Fig. 17 Damage pattern of the 450 mm wall due to the front impact of the vehicle

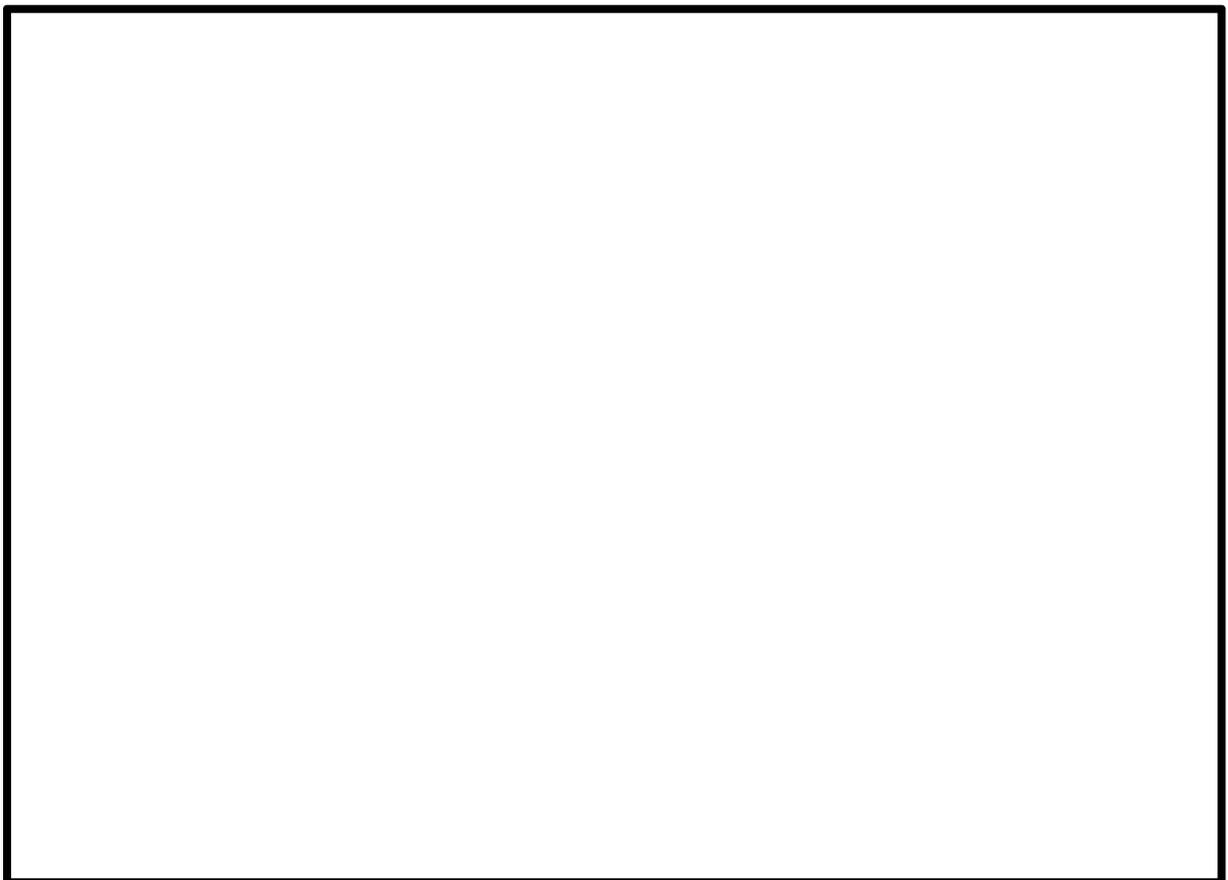
5. Conclusions

For the vehicle considered, it is seen that side impact of the vehicle is more critical than front impact for the all three types of walls. Most of energy dissipators are designed for front impact of the vehicle and therefore, most of kinetic energy of the vehicle dissipated through plastic deformation of the vehicle when the vehicle front side impacts

北方の隣接事業所からの飛来物の影響について

東海第二発電所の北側にある隣接事業所の施設からの飛来物の到達範囲は、別図 7-1 のとおりであり、車両については飛散範囲と評価対象施設との間に十分な離隔が確保されていることから、その影響は考慮不要である。

また、車両以外の物品については、設計飛来物（鋼製材）の影響を上回る物品がタービン建屋にわずかに届き得る可能性があるものの、以下の理由により、タービン建屋の機能（内包する竜巻防護施設の防護）に影響を与える可能性はないと判断した。

別図 7-1 敷地北側の隣接事業所**及び**飛来物到達範囲

1. 評価内容

1.1 想定する飛来物源

種々の飛来物源の解析結果*の中から抽出した、飛散距離が200mを超える物品は、いずれも箱状で密実ではない、柔飛来物と考えられる物品であったことから、これらのうち飛距離の大きな別表 7-1 に示す物品を抽出し、タービン建屋への影響を評価した。

※：添付資料 9 第 3.2.4-1 表

別表 7-1 想定する飛来物源

物品	寸法(m)			質量(kg)	水平速度(m/s)	飛散距離(m)	添付 9 第 3.2.4-1 表の ID
	高さ	幅	長さ				
プレハブ小屋	2.4	2.7	5.4	1000	65	227.2	66, 75
物置	1.9	2.3	2.9	360	69	222.9	330
物置	1.8	2.0	3.0	270	71	220.9	222
プレハブ小屋	2.3	2.8	4.4	1000	63	220.3	247

1.2 評価内容及び結果

以下に示すとおり、上記飛来物の衝突により想定される影響に対し、タービン建屋に期待する機能（内部設備の外殻防護）は維持されると判断した。

(1) 飛来物の衝撃荷重（建屋全体への影響）

タービン建屋は厚い鉄筋コンクリート造の建屋であり、設計竜巻の風荷重及び飛来物の衝撃荷重に対しても建屋の変形は十分に小さく抑えられ、倒壊には至らない。

(2) 壁面の貫通、裏面剥離（飛来物の侵入、局部的損傷の影響）

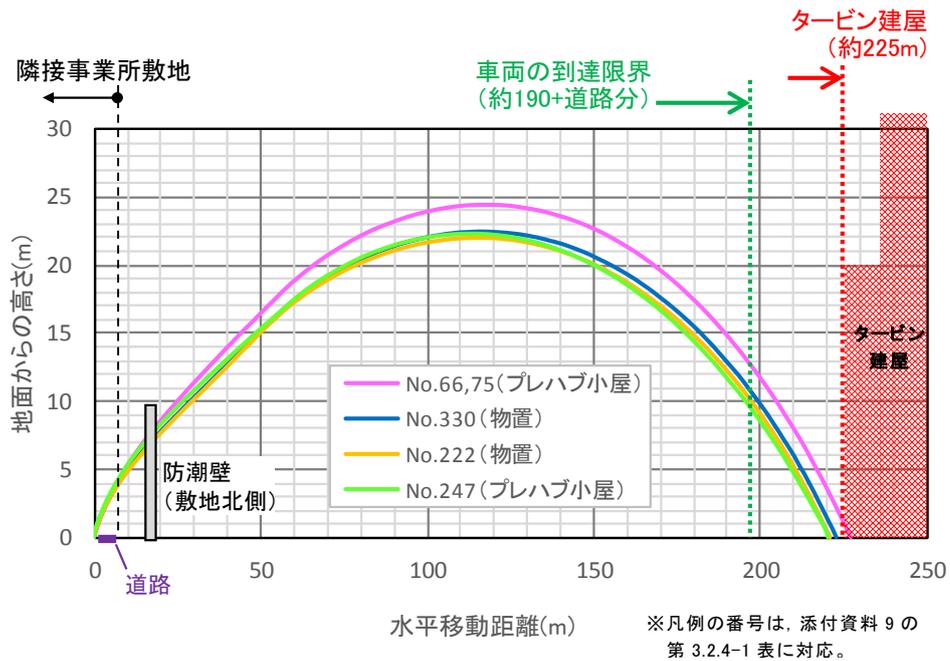
上記飛来物は柔飛来物であり、衝突面も比較的鈍い形状と考えられるが、保守的に剛飛来物且つ先端が鋭い形状と見なし、コンクリートの貫通評価式及び裏面剥離評価式にて評価したところ、別表 7-2 に示すとおり、壁面

を貫通することはなく裏面剥離も生じないことから、建屋内部の竜巻防護施設に対する外殻防護が達成できることを確認した。

別表 7-2 貫通，裏面剥離に関する評価結果

場所	厚さ	車両の貫通， 裏面剥離防止限界		判定
		貫通	裏面剥離	
壁	50cm	貫通	約 26.5cm [※]	最上部の屋根を貫通することはない。
		裏面剥離	約 46.6cm [※]	裏面剥離は生じない
屋根	別図 7-1 の飛跡を考慮すると，屋根（地上から約 20m）には到達しない。			

※：飛来物は柔飛来物であり，衝突面も比較的鈍い形状と考えられるが，保守的に剛飛来物且つ先端が鋭い形状と見なし，コンクリートの貫通評価式及び裏面剥離評価式にて評価した。

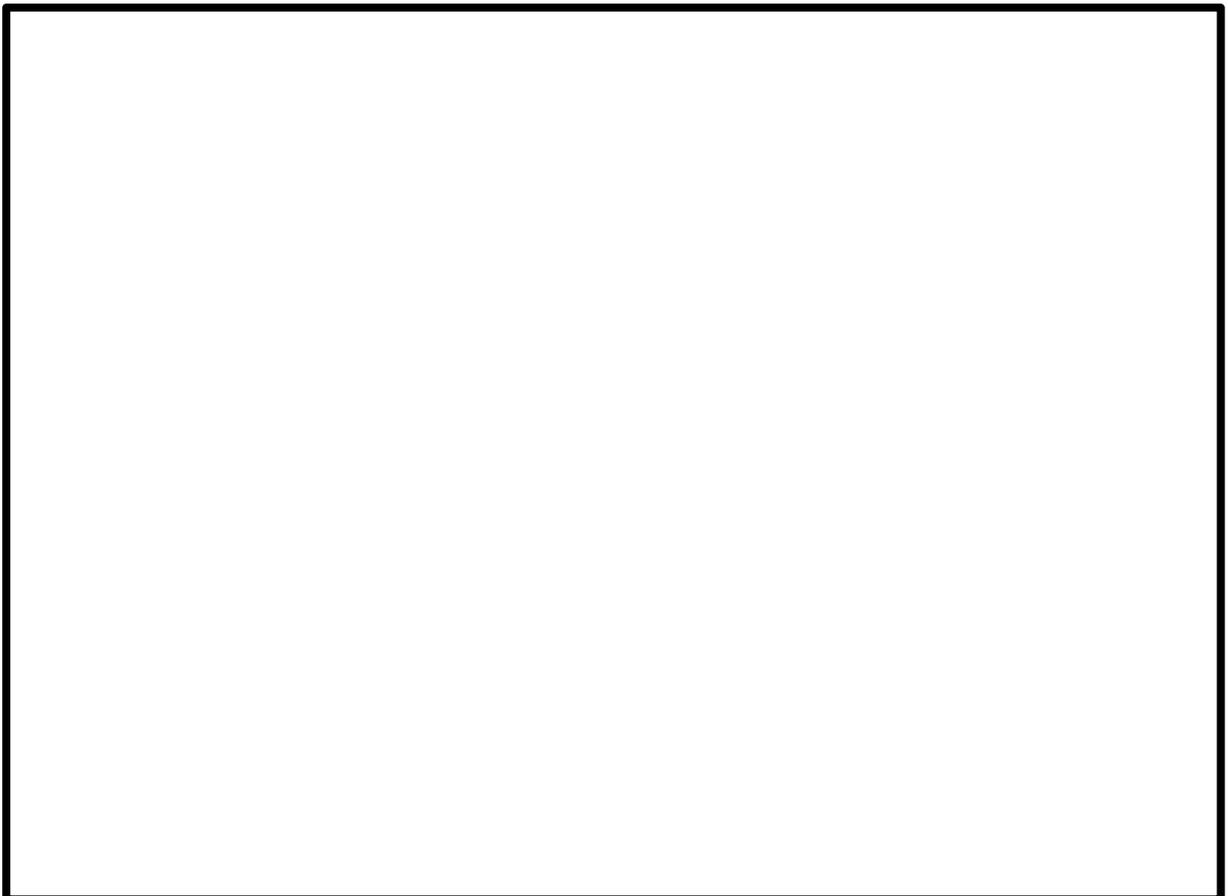


別図 7-1 隣接事業所南端からタービン建屋への飛来物の軌跡

以上

西方の隣接事業所からの飛来物の影響について

東海第二発電所の西側にある隣接事業所の施設からの飛来物の到達範囲は、別図 8-1 のとおりであり、緊急時対策所に車両及びその他物品の到達が考えられることから、緊急時対策所への飛来物の影響を確認した結果、以下に示すとおり緊急時対策所の機能を喪失することはないと判断した。これより、隣接事業所からの物品について、飛来物発生防止のための管理は不要とする。



別図 8-1 敷地西側の隣接事業所と飛来物到達範囲

1. 評価内容

1.1 想定する飛来物源

西側の隣接事業所としては、敷地に近い位置に道路（隣接事業者の管理道路であり、一般車両は通行しない）があり、また 100m 程度離れた場所に敷地がある。種々の飛来物源の解析結果*の中から抽出した、飛散距離が 200m を超える物品は、いずれも箱状で密実ではない、コンテナ等の柔飛来物と考えられる物品であったことから、同じく柔飛来物で、コンテナ等と同程度の寸法、重量を有し、且つ当社敷地に近い道路を走行する可能性がある車両を飛来物として想定し、緊急時対策所への影響を評価した。

想定した車両の諸元について、別表 8-1 に示す。

別表 8-1 想定する飛来物源（車両）

車種	寸法(m)			質量(kg)	水平速度(m/s)	浮上高さ(m)	備考
	高さ	幅	長さ				
A	1.880	1.980	4.950	2430	44	4.1	SUV 車 クラスを 想定
B	1.690	1.835	4.725	1660	48	4.8	
C	1.610	1.775	4.175	1210	51	6.0	

1.2 評価内容及び結果

以下に示すとおり、上記の飛来物の衝突により想定される影響に対し、緊急時対策所に期待する機能（内部設備の外殻防護（DB 及び SA）、遮蔽（SAのみ））は維持されると判断した。

(1) 飛来物の衝撃荷重（建屋全体への影響）

緊急時対策所は厚い鉄筋コンクリート製の外壁を有する建屋とすることから、設計竜巻の風荷重及び飛来物の衝撃荷重に対しても建屋の変形は十分に小さく抑えられ、倒壊には至らない。

(2) 壁面の貫通，裏面剥離（飛来物の侵入，局部的損傷の影響）

飛来物としての車両は柔飛来物であり，衝突面も比較的鈍い形状と考えられるが，保守的に剛飛来物且つ先端が鋭い形状と見なし，コンクリートの貫通評価式及び裏面剥離評価式にて評価したところ，壁面を貫通することはないと判断され，また裏面剥離も生じないことから，建屋内部への飛来物の侵入及び建屋の遮蔽機能の喪失には至らないことを確認した。（詳細は「添付資料 1 別紙 1-1 緊急時対策所の竜巻防護方針について」を参照）

以 上

緊急時対策所の竜巻防護方針について

1. 竜巻に対する防護方針

緊急時対策所は、設計基準対象施設かつ重大事故等対処施設として位置付けられており、それぞれに対し以下の防護方針に基づき、必要とされる機能を維持する設計としている。

設計基準対象施設としては、安全機能の重要度分類におけるクラス3施設（MS-3）に対する防護方針に従い、損傷する場合を考慮して、代替設備により必要な機能を確保すること、安全上支障のない期間に修復する等の対応が可能な設計とすることとしている。

また、重大事故等対処施設としては、緊急時対策所に配置される種々の重大事故等対処設備に対し、同一機能の設備には多様性を考慮する等の配慮により、共通要因である設計竜巻により同時に機能を喪失しないようにすることで、必要な機能を維持する方針としている。

2. 防護方針への適合性

緊急時対策所においては、設計基準対象施設及び重大事故等対処施設として、設置許可基準規則第34条及び第61条に示される要求に応じた各種の設備が設置される。これら設備の配置等の特徴を踏まえ、竜巻に対する機能維持のための方針を整理した結果を別表1-1に示す。

大部分の設備は緊急時対策所建屋に内包されるが、建屋は重大事故等対処施設として要求される遮蔽性、耐震性を考慮した堅牢な構造であり、内部の設備は設計竜巻に対し防護される。また、屋外の一部設備が仮に竜巻により損傷した場合でも、同一機能を有する他の設備が多様性をもって配備されている。こ

れより、上述の設計基準対象施設としての防護方針及び重大事故等対処施設としての防護方針に適合したものとなっている。

別表 1-1 緊急時対策所の設備と竜巻に対する設計方針

系統機能	設備		配置場所	竜巻に対する機能維持
	設計基準対象施設	重大事故等対処設備		
必要な情報の把握	<ul style="list-style-type: none"> 緊急時対策支援システム伝送装置 SPDSデータ表示装置 	同左	屋内 一部屋外	【屋内設備】 緊対所建屋(もしくは原子炉建屋)による外殻防護
	<ul style="list-style-type: none"> データ伝送装置 	同左	屋内 屋外	
通信連絡	<ul style="list-style-type: none"> 統合原子力防災ネットワークに接続する通信連絡設備(テレビ会議システム, IP電話, IP-FAX) 携行型有線通話装置 衛星電話設備(固定型) 衛星電話設備(携帯型) 無線連絡設備(携帯型) 	同左	屋内 一部屋外	【屋外設備】 仮に一部の設備が損傷した場合でも、多様性を有する他の回線で代替
	<ul style="list-style-type: none"> 電力保安通信用電話設備(固定電話機, PHS端末, FAX) 送受話器(ページング) 無線連絡設備(固定型) 専用電話設備(ホットライン)(自治体向) テレビ会議システム(社内) 加入電話設備(加入電話, 加入FAX) 	(左記設備は「自主対策設備」の位置付け)	屋内 一部屋外	
電源の確保	<ul style="list-style-type: none"> 常用所内電気設備 非常用所内電気設備 	—	屋内 一部屋外	【屋内設備】 緊対所建屋(もしくは原子炉建屋)による外殻防護 【屋外設備】 仮に一部の設備が損傷した場合でも、多様性を有する他の設備で代替
	—	<ul style="list-style-type: none"> 緊急時対策所用発電機 緊急時対策所用発電機給油ポンプ 緊急時対策所用M/C 緊急時対策所用発電機燃料油貯蔵タンク 	屋内	
居住性の確保	—	<ul style="list-style-type: none"> 緊急時対策所遮蔽 	屋内 屋外	【屋内の遮蔽壁】 建屋外壁により防護 【屋外の遮蔽壁】 竜巻に対し構造健全性を確保
	—	—	—	
居住性の確保(続き)	<ul style="list-style-type: none"> 酸素濃度計 二酸化炭素濃度計 	同左	屋内	緊対所建屋による外殻防護
	—	<ul style="list-style-type: none"> 緊急時対策所非常用送風機 緊急時対策所非常用フィルタ装置 緊急時対策所加圧設備 緊急時対策所差圧計 可搬型モニタリング・ポスト 緊急時対策所エリアモニタ 	屋内	緊対所建屋による外殻防護

3. 竜巻による外殻防護能力及び遮蔽能力への影響について

別図 1-1 に示すとおり、緊急時対策所においては建屋の外壁により大部分の設備を防護し、また一部の外壁については必要な遮蔽厚さを確保する設計としている。緊急時対策所建屋は、別途要求される耐震性及び遮蔽能力を踏まえ、別図 1-1 に示すとおり厚い鉄筋コンクリート製の外壁を有する設計とすることから、設計竜巻の風荷重及び飛来物の衝撃荷重に対してはその変形が十分に小さく抑えられ、建屋の倒壊には至らない。また、別表 1-2 に示すとおり、隣接事業者の敷地から飛来する可能性のある車両^{*}に対する貫通及び裏面剥離防止に必要な厚さに対しても十分な余裕があり、飛来物の衝突に対しても内部の設備を防護可能である。

※： SUV 車（約 5m×約 2.0m×約 1.9m、質量約 2350kg）を想定。



別図 1-1 緊急時対策所の構造概要

別表 1-2 貫通，裏面剥離に関する評価結果（車両衝突時）

場所	厚さ	車両の貫通， 裏面剥離防止限界		判定
壁	[]	貫通	約 43cm [※]	最上部の屋根を貫通することはない。
		裏面剥離	約 80cm [※]	裏面剥離は生じない
		遮蔽に対する評価		必要遮蔽厚さ [] 以上は確保される。また，貫通を生じず損傷は局部的であるため，気密性についても影響を受けない。
屋根	[]	<p>評価対象車両の浮上高さは 5m 程度であり，対策本部室直上の屋根（道路から約 30m の高さ）には到達しない[※]。</p> <p>※種々の車両の解析結果でも，浮上高さは 20m を下回る結果が得られている（添付資料-9 別紙 4 参照）。仮に屋根高さを上回る様に保守側に評価したとしても，ピーク高さから屋根落下する際の速度は小さく，屋根の必要遮蔽厚さ [] を割り込むような大きな損傷を与えるものではない。</p>		

※：飛来物としての車両は柔飛来物であり，衝突面も比較的鈍い形状と考えられるが，保守的に剛飛来物且つ先端が鋭い形状と見なし，コンクリートの貫通評価式及び裏面剥離評価式にて評価した

以 上