
東海第二発電所
隣接事業所の敷地に係る対応について
(審査会合における指摘事項への回答他)

平成29年10月4日
日本原子力発電株式会社

本資料のうち、の内容は商業機密又は防護上の観点から公開できません。

東海第二発電所の新規制基準適合性審査に係る、隣接事業所の敷地に関係する案件について下表のとおり整理する。いずれの案件についても、対応内容について相手先の合意が得られているか(No.1, No.3~5)又は管理を不要とする対応(No.2)を図ることとしている。今後、相手先と合意内容に係る文書の取り交わしを行う。次頁より各項目の内容を示す。

表 東海第二発電所 隣接事業所の敷地に関する審査案件

No.	項目	内容	対応状況
1	外部火災	隣接事業所の敷地に跨った防火帯の管理及び植生の管理	防火帯等の管理を実施することで合意済み
2	竜巻	隣接事業所の敷地にある車両等の飛来物の管理	対象施設の安全機能を維持することで管理は不要
3	耐津波	隣接事業所の漂流物の定期的な調査, 仮設物等の情報入手	(検討中)
4	要員参集	隣接事業所内を經由した災害対策要員の参集及び通行障害時の障害物の撤去	参集等の対応内容について合意済み
5	可搬型SA設備保管場所, 緊急時対策所設置場所等	隣接事業所の所有地を当社が管理し, 各施設等を設置・運用	発電所としての敷地の利用について合意済み

1. 外部火災 (1/7)

(1) 指摘事項

防火帯及び植生管理エリアを他事業者の敷地に設定している箇所について、当該敷地の扱い、可燃物管理や植生管理に関する管理権限など、事業者としてどのように管理するのかを示すこと。

(2) 回答

他事業者敷地において当社の管理が必要となる「他事業者敷地内に防火帯を設置する箇所」及び「他事業者敷地と防潮堤から21m※の範囲が重なる箇所」を図1に示す。当該箇所については、当該他事業者と合意文書を取り交わし、当社敷地内と同様の管理を行う。



図1 他事業者敷地の管理が必要となる箇所

1. 外部火災 (2/7)



防火帯の延焼防止機能確保及び防潮堤への熱影響を防止するために以下の管理を行う。

なお、これらの管理は、他事業者敷地内の一部においても必要であることから、当社敷地と同様の管理を可能とするため、当該他事業者と合意文書の取り交わしを行う。

①防火帯の延焼防止機能を確保するための管理

防火帯（幅23m^{※1}）の延焼防止機能を確保するために、防火帯内は可燃物の排除等の管理を行う。

②防潮堤への熱影響を防止するための植生管理

防潮堤への森林火災の熱影響を防止するために、防潮堤から21m^{※2}の範囲（以下「熱影響防止範囲（21m）」という。）は、植生等の管理を行う。

※1：F A R S I T E算出結果から求めた、評価上必要となる防火帯幅21.4mに余裕をもたせ設定した幅
（参照箇所：外部からの衝撃による損傷の防止（外部火災）別添資料1 添付2 4.2 防火帯幅）

※2：F A R S I T E算出結果から求めた、森林火災による輻射熱から防潮堤の機能が確保される距離
（参照箇所：外部からの衝撃による損傷の防止（外部火災）別添資料1 添付2 別紙2.5）

1. 外部火災 (3/7)



① 防火帯の延焼防止機能を確保するための管理

他事業者敷地内に防火帯を設置する箇所は図2の構内進入道路に設置する範囲①及び北地区の他事業者施設に向かう道路に設置する範囲②である。

各々の拡大図を図3及び図4に示す。

これらの他事業者敷地内に設置する防火帯についても、当社敷地内と同じ管理を実施する。

<防火帯の管理>

- ・防火帯の延焼防止機能を阻害しないように、防火帯内には可燃物及び可燃物を含む機器（発電機等）は設置禁止とする。（速やかに移動可能である場合は、一時的に設置可能）
- ・不燃物を配置する場合は、消火活動の支障とならないような配置を行う。
- ・防火帯内は駐車禁止とする。（通常時の通行、一時停止等は可能）

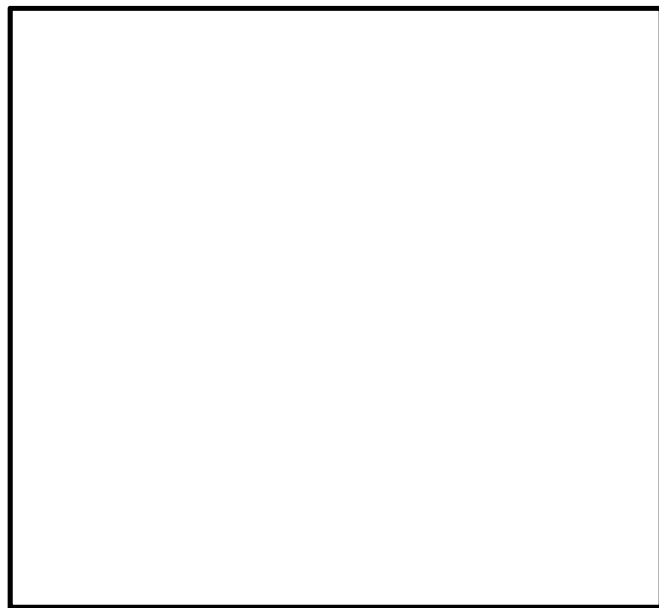


図2 他事業者敷地内の防火帯設置箇所

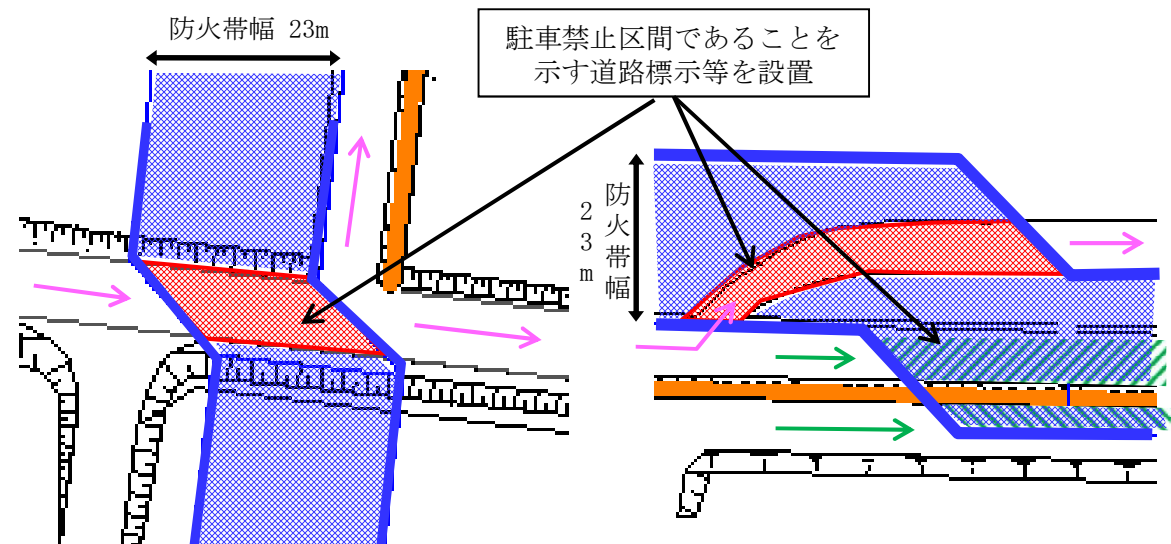
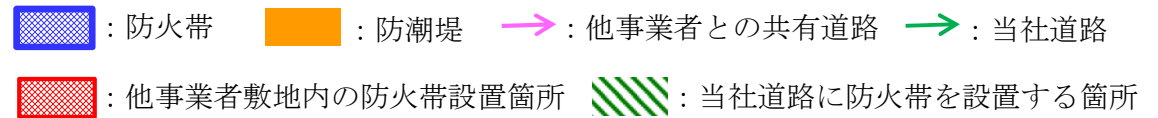


図3 範囲①の拡大図

図4 範囲②の拡大図

1. 外部火災 (4/7)



② 防潮堤への熱影響を防止するための植生管理

他事業者敷地と熱影響防止範囲（21m）が重なる箇所は図5の北地区の他事業者施設前の道路付近である範囲③と発電所南側防潮堤付近の範囲④である。

図6及び図7に管理が必要となる箇所，図8，図9及び図10に概念図を示す。

これらの他事業者敷地内についても，防潮堤への熱影響を防止するために，当社敷地内と同じ管理を実施する。範囲③，④の管理方針を表1に示す。

<防潮堤への森林火災熱影響防止のための管理>

- ・ 防潮堤への森林火災の熱影響を防止するため必要となる離隔距離21m内は，植生等がない状態で管理する。

表1 範囲③，④の管理方針

他事業者敷地と熱影響防止範囲（21m）が重なる箇所	現状の植生	管理方針
範囲③	短い草	短い草を伐採し，植生がない状態に管理※
範囲④	マツ，高い草	マツ，高い草を伐採し，植生がない状態に管理※

※：防潮堤から21mの範囲は植生がないよう管理することから，当該箇所については，非燃焼領域として F A R S I T E 入力データへ反映している。



図5 他事業者敷地と熱影響防止範囲 (21m) が重なる箇所

1. 外部火災 (6/7)

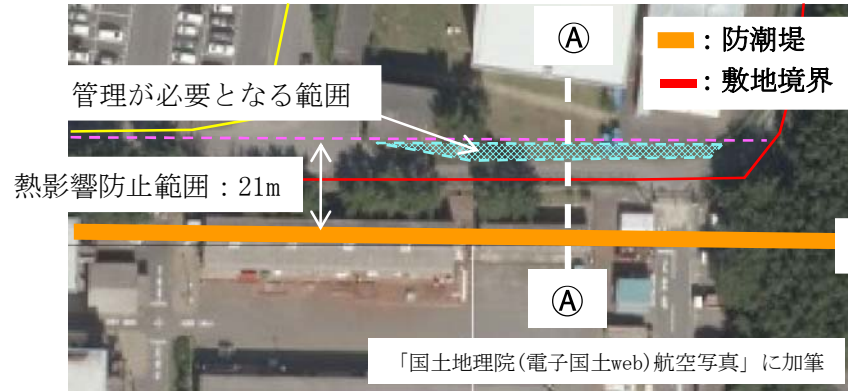


図6 範囲③の管理が必要となる範囲

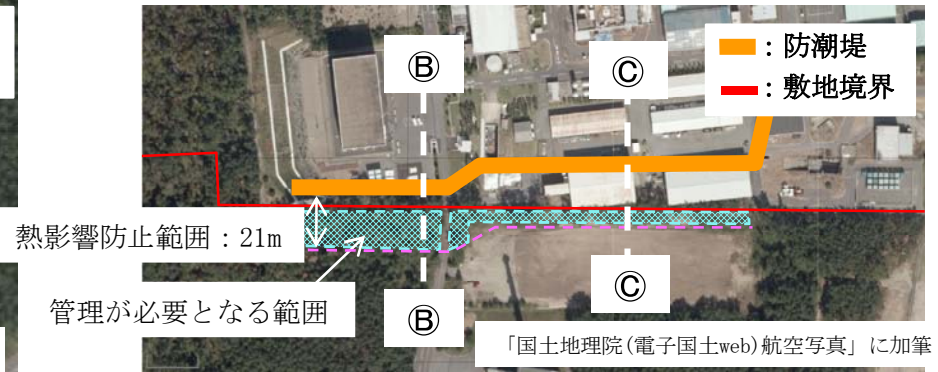


図7 範囲④の管理が必要となる範囲

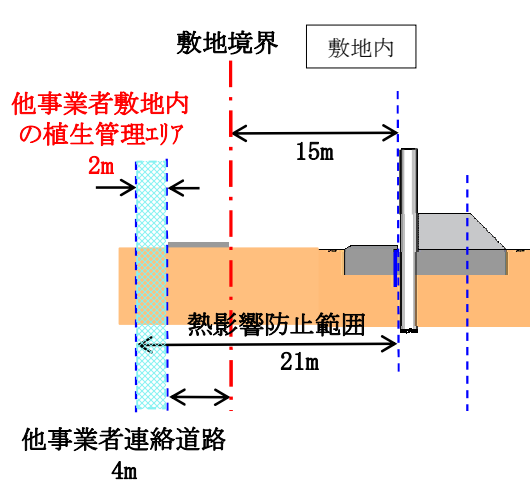


図8 範囲③の概念図 (A-A)

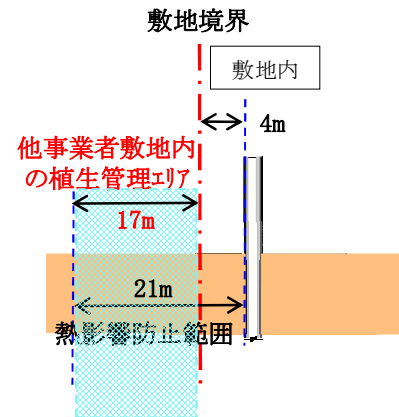


図9 範囲④の概念図 (B-B)

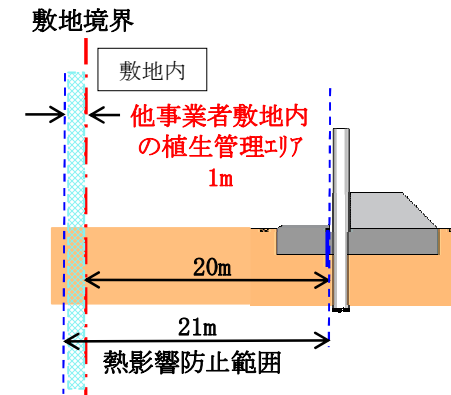


図10 範囲④の概念図 (C-C)

1. 外部火災 (7/7)

【補足：車両等の可燃物火災の影響について】

防潮堤への熱影響を及ぼすおそれがある火災として森林火災の他に車両等の可燃物火災について検討した。

- ・ 車両等の可燃物火災の影響範囲は局所的にとどまる。
- ・ 万が一、可燃物火災による熱影響によって防潮堤外側の止水ジョイント部が破損した場合でも、防潮堤内側の止水ジョイント部が健全なため防潮堤の止水機能は維持される。また、止水ジョイント部は速やかに補修、交換等の対応が可能である。

以上から、車両等の可燃物火災に対しては、特別な管理は不要であり、運用により対応する。

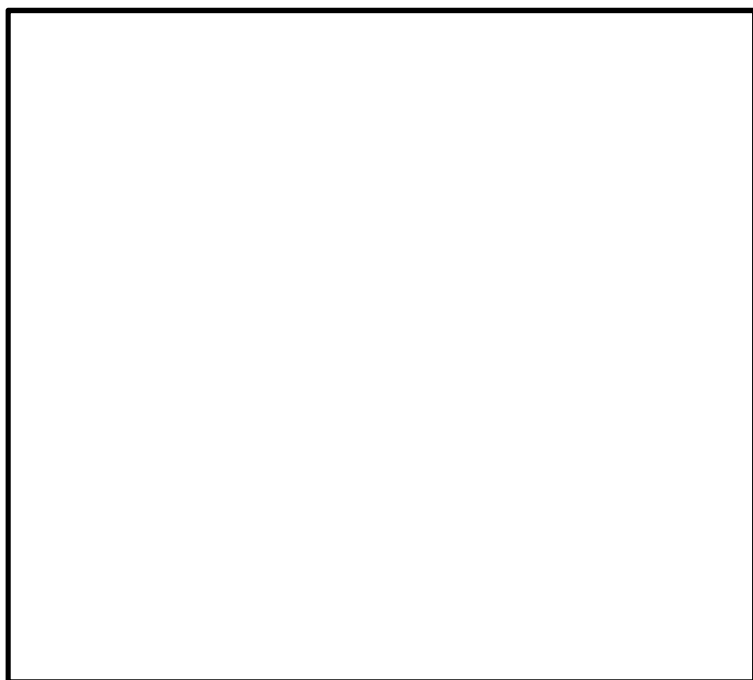


図11 車両等の可燃物火災が発生する箇所の例

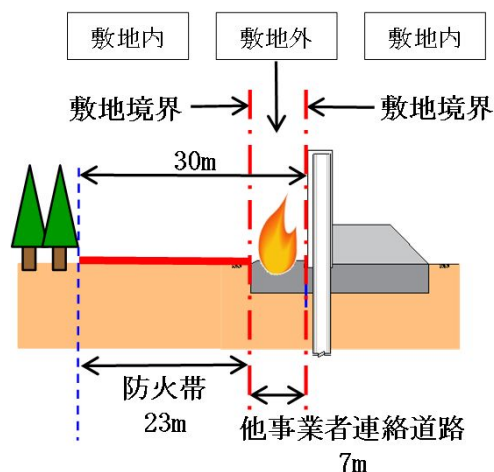


図12 想定する車両等の可燃物火災

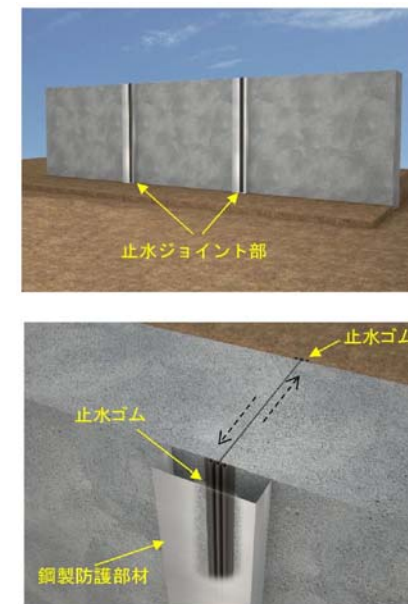


図13 止水ジョイント部

使用済燃料乾式貯蔵建屋への車両衝突の影響について

1. 概要

使用済燃料乾式貯蔵建屋は、安全機能（遮蔽機能：P S－3[※]）を有する施設として整理しているが、近隣施設の敷地から飛来する車両が衝突する可能性が考えられる建屋の東側及び南側外壁においては、これらが損傷した場合でも上記の安全機能を損なうものではないことを確認した。

※：具体的な要求水準は、設置許可基準規則第 16 条第 4 項の解釈において参照される「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）」の確認事項である、「（平常時において）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」とすること。

2. 衝突時の影響を考慮すべき部位の特定

2.1 車両の衝突範囲

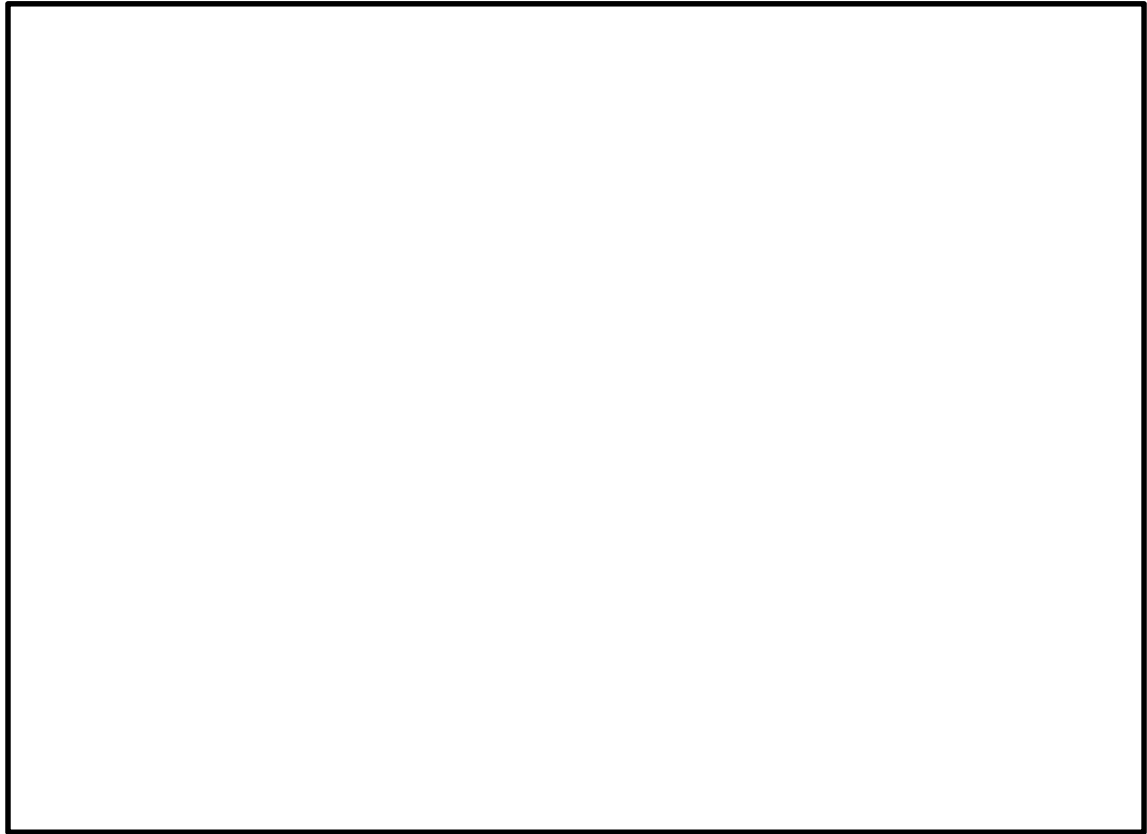
別図 6-1 に、使用済燃料乾式貯蔵建屋と近隣施設の敷地のうち車両が存在する可能性があるエリアとの位置関係を示す。

近隣施設の敷地からの車両は、使用済燃料乾式貯蔵建屋の南東方向から飛来することから、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。

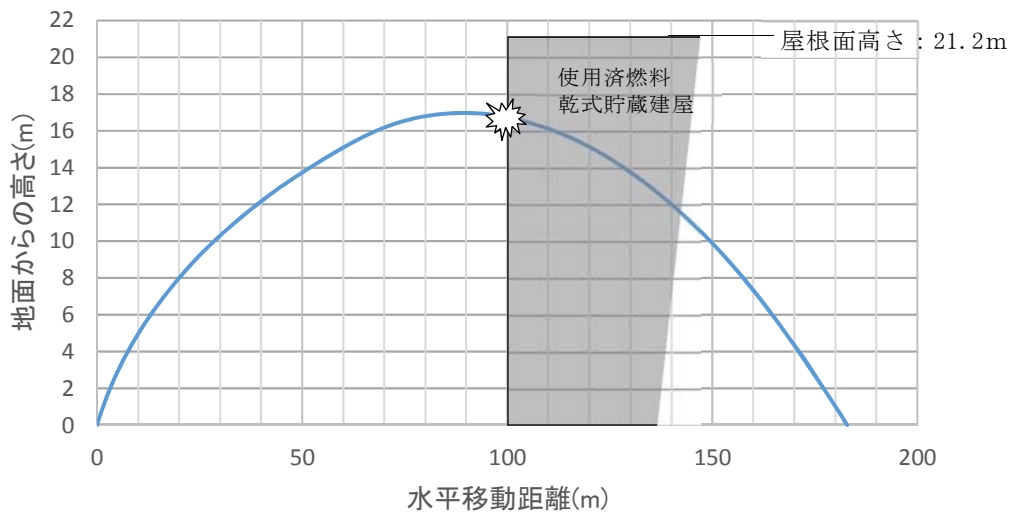
なお、車両の浮上高さは最大でも 20m 未満と考えられる[※]ため、屋根面（地上高さ 21.2m）に衝突することはない。

このため、車両の衝突を考慮すべき箇所として、建屋の東側及び南側外壁を抽出した。

※：「添付資料 9 別紙 4 車両の飛散範囲について」参照



イ) 平面上の位置関係

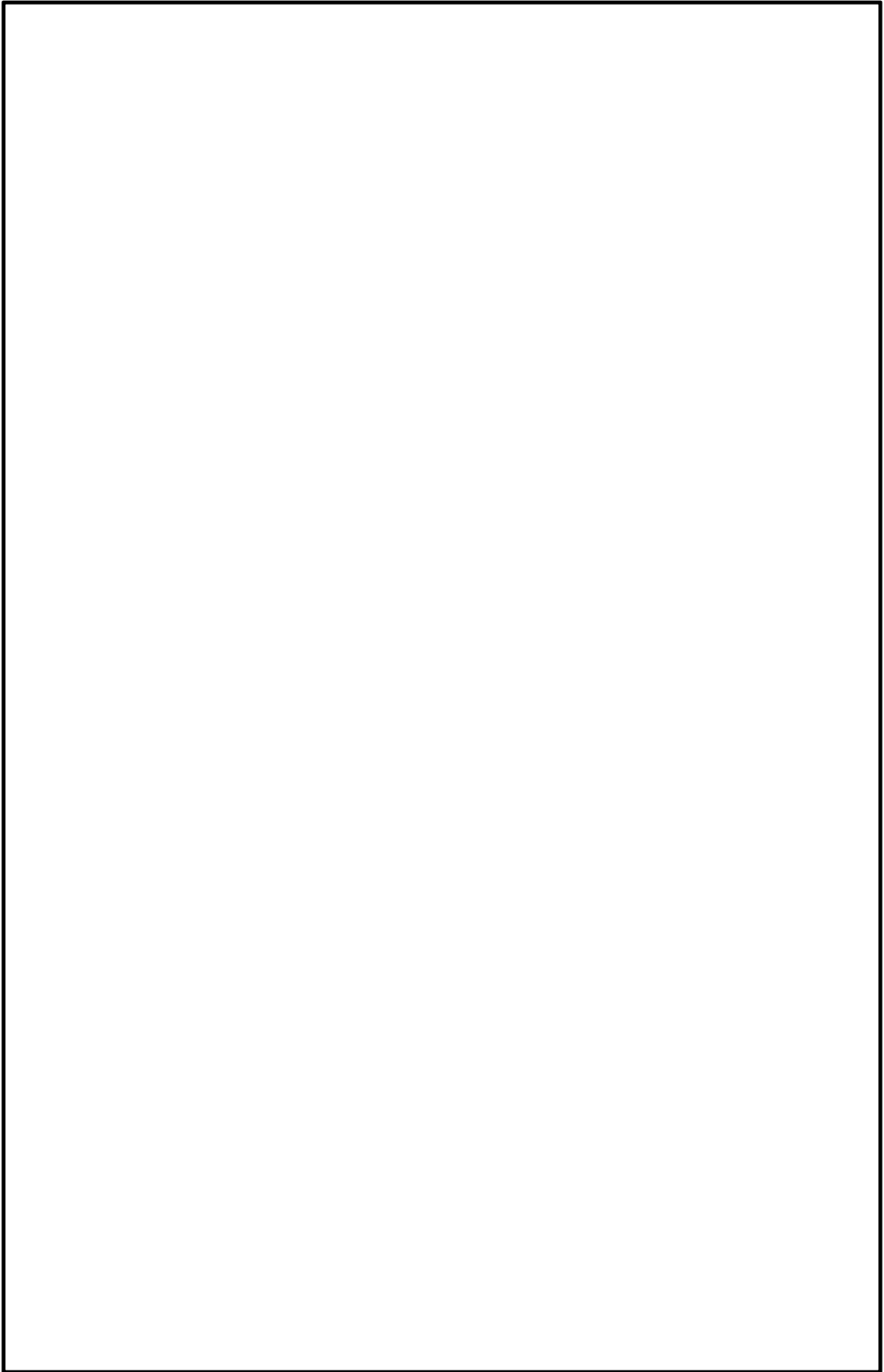


ロ) 鉛直方向の軌跡の例 (上図㊸地点から)

別図 6-1 使用済燃料乾式貯蔵建屋と近隣施設の敷地から
車両が到達し得るエリアの位置関係

2.2. 外壁損傷時の影響を考慮すべき範囲

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 6-2 に示すとおり、車両の衝突を考慮すべき東側及び南側外壁のうち、人の居住の可能性のある敷地に面しており、建屋の遮蔽機能への影響を検討すべき対象は、南側外壁のみとなる。



別図 6-2 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6-4

3. 南側外壁への車両の衝突による影響評価

3.1 建屋の構造と衝突時の遮蔽壁の状況想定

使用済燃料乾式貯蔵建屋の構造を別図 6-3 に示す。評価対象である南側外壁は厚さが異なる上部と下部で構成され、また建屋内部には、南方に面した内壁が存在する。これらの壁に対し、上部外壁にはスカイシャインに対する遮蔽機能を、また下部外壁及び内壁には直接線に対する遮蔽機能を考慮している。

車両衝突時のこれら遮蔽壁の損傷程度については、文献^{*}を参照すると、車両は外壁を貫通しないと考えられるため、別表 6-1 のとおり、上部及び下部外壁に対し車両衝突時の損傷を想定した。また同様に、外壁の損傷範囲も車両の接触面積と同程度の部分的なものに留まり、大幅な遮蔽能力の喪失が生じる恐れは低いと思われるが、保守性を考慮し、損傷を想定する部位の遮蔽能力は全喪失すると見なした。

※：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



別図 6-3 使用済燃料乾式貯蔵建屋の構造

別表 6-1 車両の衝突箇所に対する各遮蔽壁の状況想定

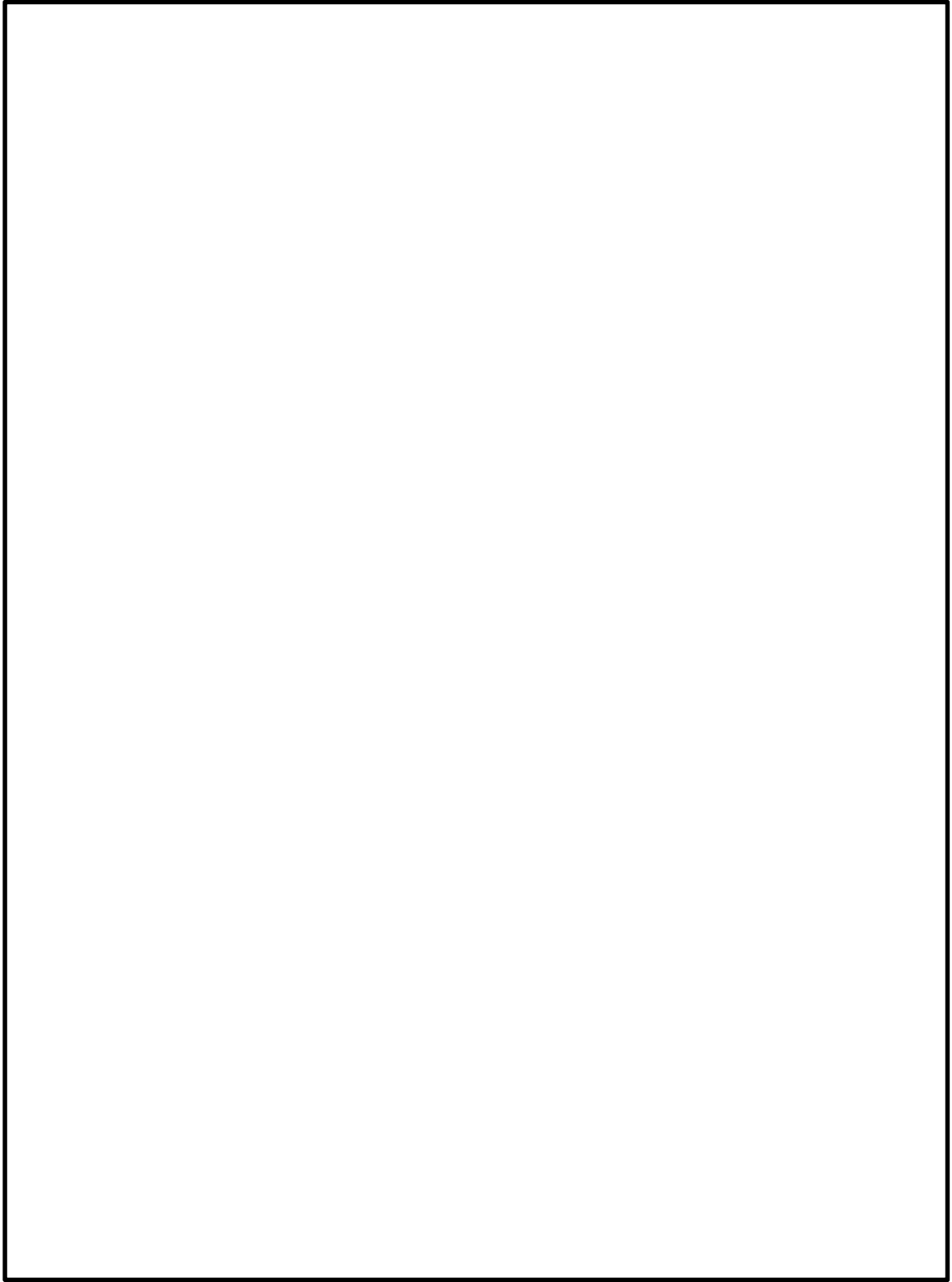
ケース		遮蔽壁の状況		スカイシャイン及び直接線に対する遮蔽厚さの変化	
1	上部外壁への衝突	上部外壁(450mm)	遮蔽能力全喪失	スカイ	450mm⇒0mm
		下部外壁(600mm)	健全	直接線	変化なし(1100mm)
		内壁(500mm)	健全		
2	下部外壁への衝突	上部外壁(450mm)	健全	スカイ	変化なし(450mm)
		下部外壁(600mm)	遮蔽能力全喪失	直接線	1100mm⇒500mm
		内壁(500mm)	健全		

3.2 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の南側外壁が面する、人の居住の可能性のある敷地境界は、別図 6-4 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 6-4 に示す建屋の南側外壁から約 500m 離れた地点に対し※、別表 6-1 で整理した状況における線量率を評価した上で、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 6-4 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 6-4 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	建設時 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 20.5 ^{※3}	約 35.3
		直接線	0.218	なし	0.218		
	2	スカイ シャイン	0.470	なし	0.470		約 42.8
		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）

※2：（コンクリート厚 50cm の減衰比）／（同 110cm の減衰比）

※3：建屋の建設時工認における値（東海第二発電所の原子炉建屋，タービン建屋及び固体廃棄物保管建屋，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車両が衝突しても、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の衝突解析事例

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。

解析では正面衝突及び側面衝突の両ケースを実施しており、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、上記の解析結果を鑑みると、この想定は保守性を有していると判断している。

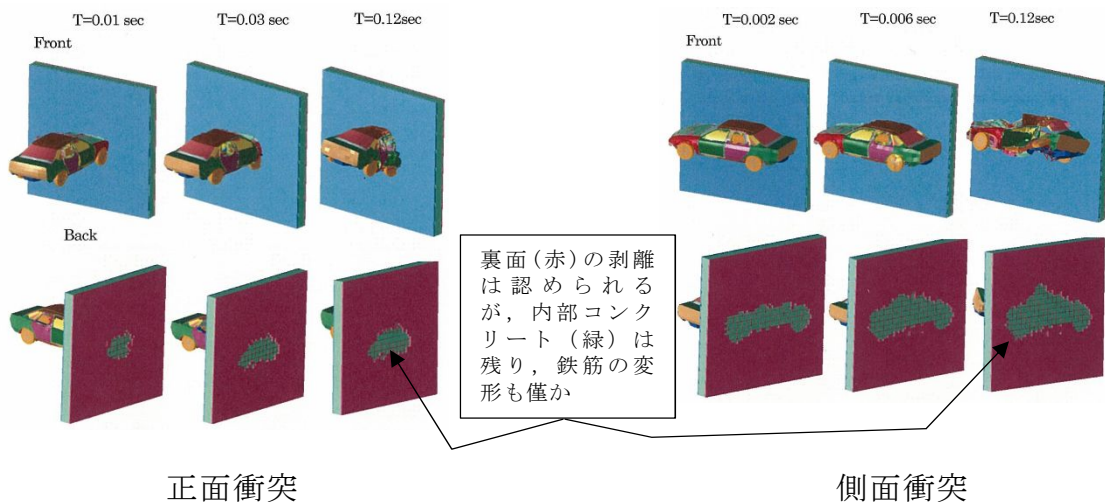


図 車両（質量 2t，速度 47m/s）衝突時の鉄筋コンクリート壁の損傷解析

※：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

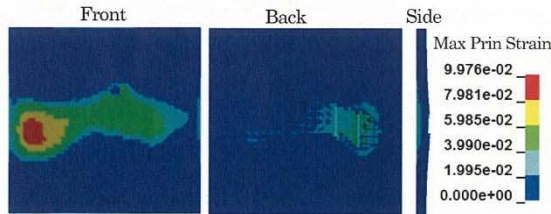


Fig. 13 Damage pattern of the 250 mm wall due to the front impact of the vehicle

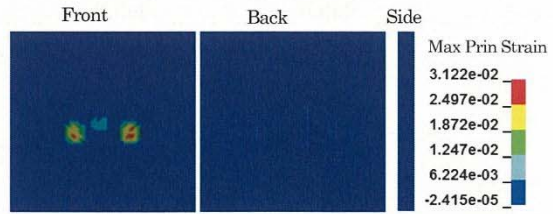


Fig. 15 Damage pattern of the 450 mm wall due to the front impact of the vehicle

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.

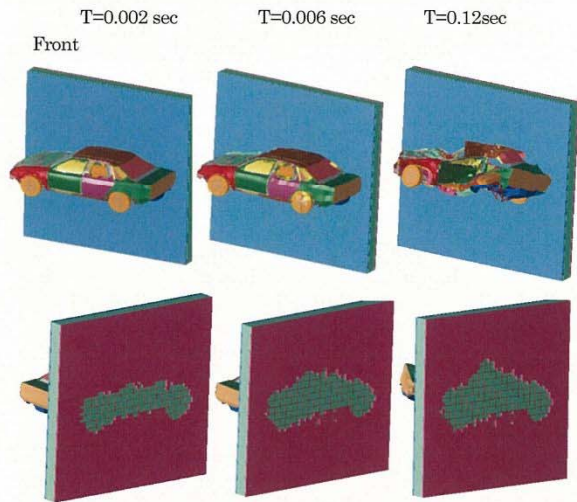


Fig. 16 Evolution of damage to the 450 mm wall due to the side impact of the vehicle

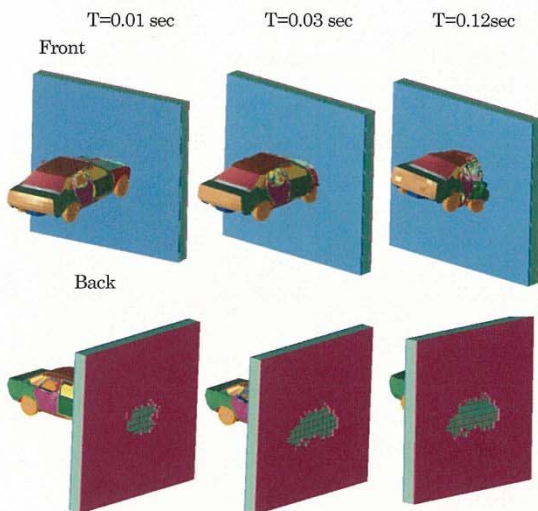


Fig. 14 Evolution of damage to the 450 mm wall due to the front impact of the vehicle

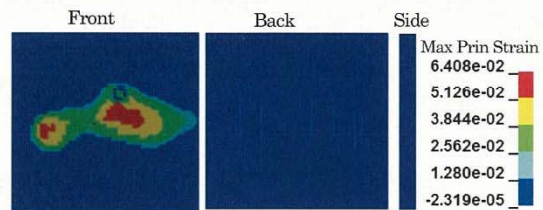


Fig. 17 Damage pattern of the 450 mm wall due to the front impact of the vehicle

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

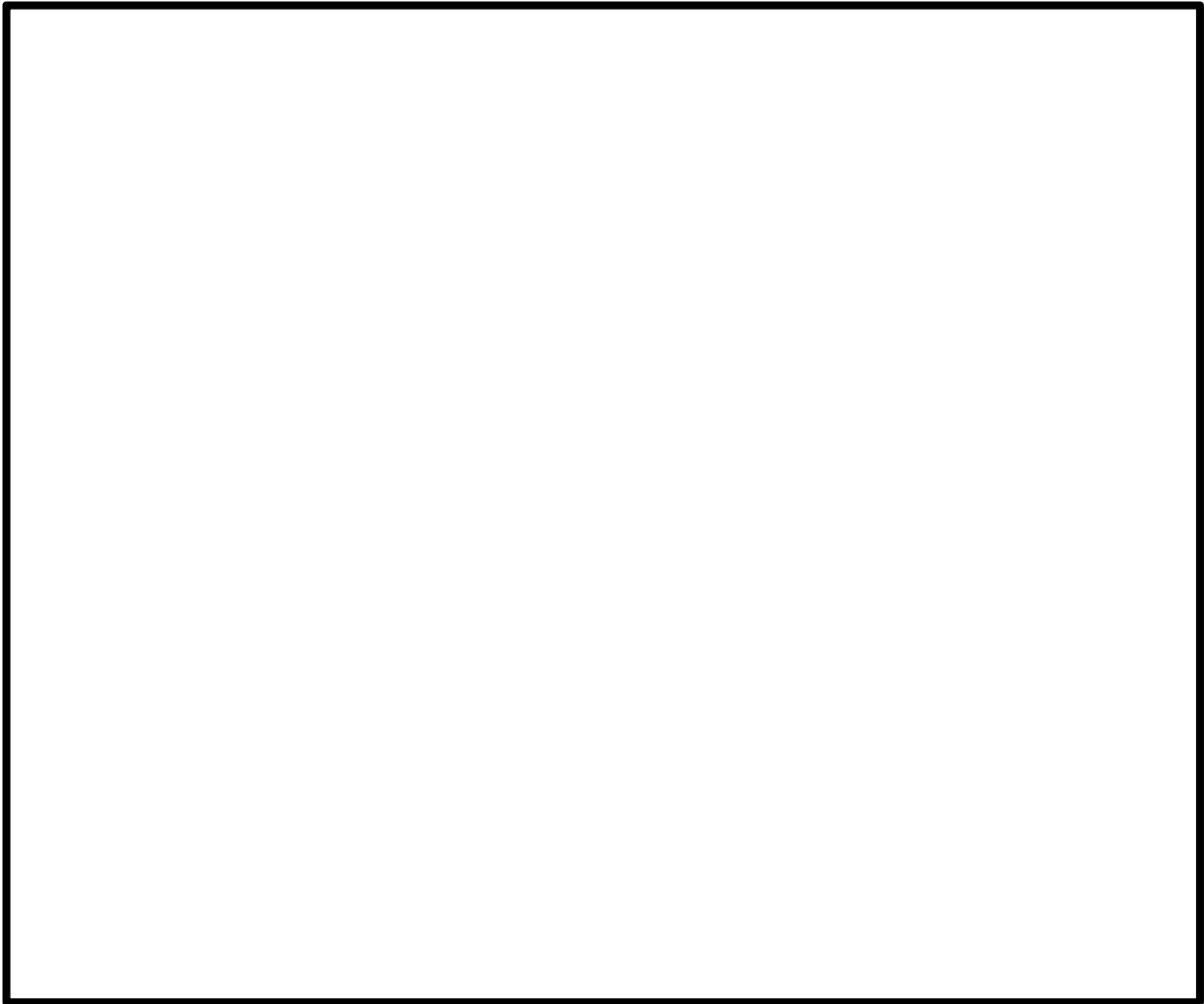
敷地北側の隣接事業者施設からの車両の飛散影響について

東海第二発電所の北側敷地にある，隣接事業所の施設からの車両の飛散について評価した結果，別図 7-1 に示すとおり，北側敷地の隣接事業所施設（道路含む）は，その殆どが東海第二発電所の車両管理エリアの外にある。

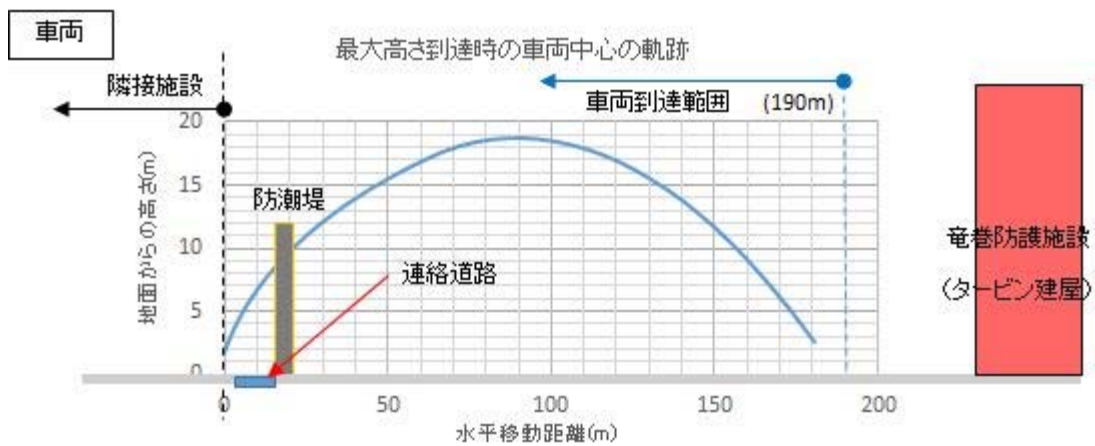
また，ごく一部の道路は車両管理エリアに掛かっているが，この位置から飛散する車両については，別図 7-2 に示すとおり，至近に位置する防潮堤に遮られ，評価対象施設まで到達することはない。

したがって，北側敷地の隣接事業所施設から飛散する車両について，飛来物源として考慮する必要は無い。

以 上



別図 7-1 敷地北側の隣接事業者施設と車両管理エリア



別図 7-2 車両管理エリア内にある隣接事業者道路からの車両の軌跡

車両の飛散範囲について

車両管理エリアの設定に必要な離隔距離等を考慮するための車両の飛散範囲（飛散距離及び浮上高さ）については、以下の方針に基づきフジタモデルを用いて算出した。

- a. 飛散し易い形状を考慮し、代表的な寸法及び重量*を選定する。
 - ※：「箱状（表面積大）」かつ「密度が低い」物品が飛散し易いことから、以下の車種を代表として選定した。
 - ・トラック（大型～小型のバン及び平型）
 - ・バス（大型～マイクロバス）
 - ・軽自動車（最大高（面積大），最軽量）
 - ・軽トラック
- b. 車両は地表面に位置する（地面からの初期高さ0）と見なす。
- c. 飛散距離に影響を与える飛散の出発点と到達点の高低差は、防護対象の施設の配置状況を考慮し別表4-1のとおり余裕をもって設定した。

別表4-1 出発点と到達点の高低差

対象施設	原子炉建屋，タービン建屋， 排気筒，海水ポンプ室内設備， 使用済燃料乾式貯蔵建屋	緊急時対策所
高低差	20m	0m
根拠	これら設備の配置高さ（3m盤， 8m盤）と敷地内の車両通行箇所 の高低差に余裕を見た値	緊急時対策所と周辺の車両 通行箇所の高低差に余裕を 見た値

別表4-2に、車両の寸法，重量，空力パラメータ，最大浮上高さ及び上記の2種類の高低差に対する最大飛散距離を示す。

この結果より、車両の最大浮上高さは概ね20m未満に留まると考えられ、また高低差20m及び0mの最大飛散距離から、車両管理エリアの設定に用いる必要

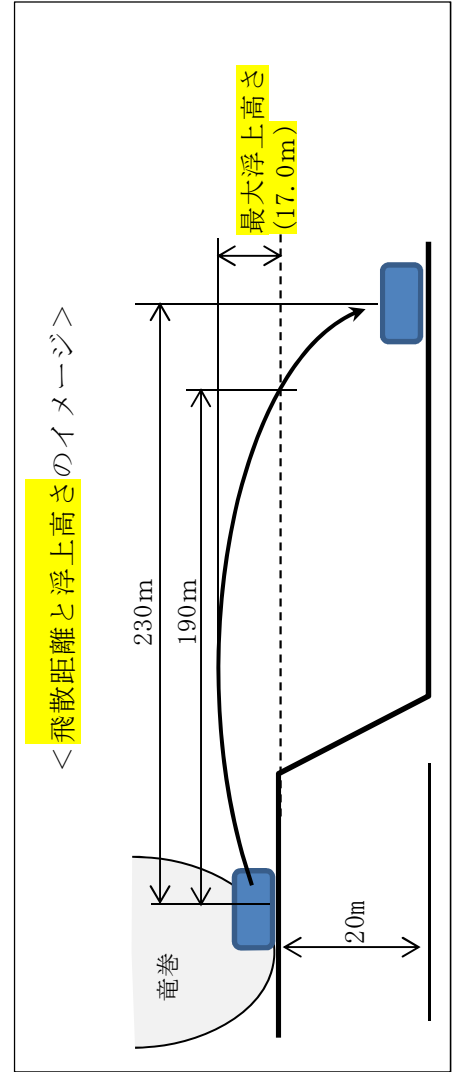
離隔距離をそれぞれ230m, 190mとした。飛散解析においては上記の高低差の他にも保守的な取扱いがなされており, 上記数値は保守性を有したものとなっている。

別表 4-1-2 車両の飛散距離

車種	車高 (m)	その他寸法 (m)		重量 (kg)	空力パラメータ $C_D A/m$ (m^2/kg)	最大飛散距離(m)		最大浮上高さ (m)
						高低差20m	高低差0m	
大型トラック バン (25t)	3.790	2.495	11.990	10900	0.0052	184	134	9.0
大型トラック 平 (25t) ①	3.255	2.490	11.990	9180	0.0056	180	128	7.9
大型トラック 平 (25t) ②	3.460	2.490	11.990	9310	0.0057	186	136	9.5
大型トラック 平 (25t) ③	3.035	2.490	11.950	9210	0.0053	172	115	6.5
大型トラック 平 (25t) ④	3.180	2.490	11.810	8970	0.0056	178	126	7.6
大型トラック 平 (11t)	2.485	2.470	9.440	4750	0.0074	202	147	8.7
中型トラック バン (8t)	3.525	2.495	8.565	4925	0.0081	226	183	17.0
中型トラック バン (7t)	3.135	2.200	6.920	3490	0.0083	222	179	15.6
中型トラック 平 (8t) ①	2.550	2.470	8.485	3690	0.0088	224	170	13.1
中型トラック 平 (8t) ②	2.425	2.240	8.130	3220	0.0089	215	166	12.4
中型トラック 平 (8t) ③	2.435	2.470	9.440	4120	0.0084	222	162	11.4
中型トラック バン (5t)	2.830	1.885	4.845	2795	0.0067	186	135	8.8
中型トラック 平 (4t)	1.990	1.695	4.690	1990	0.0069	167	101	5.1
小型トラック 平 (2t)	2.250	2.170	6.790	2710	0.0085	199	149	10.1
小型トラック 平 (1.5t)	1.970	1.695	4.690	2160	0.0063	156	87	4.4
大型バス ①	3.045	2.485	10.430	9260	0.0047	155	90	5.2
大型バス ②	3.130	2.490	11.450	10190	0.0047	158	94	5.4
大型バス ③	3.190	2.490	11.280	10310	0.0047	160	97	5.6
大型バス ④	3.750	2.490	11.990	12840	0.0044	168	109	6.0
大型バス ⑤	3.485	2.490	8.990	10090	0.0041	151	86	4.7
大型バス ⑥	3.520	2.490	11.990	13000	0.0042	157	94	5.0
中型バス ①	3.045	2.300	8.990	7800	0.0047	155	90	5.2
中型バス ②	2.910	2.300	8.990	8100	0.0044	136	74	4.1

別表 4-1-2 車両の飛散距離

車種	車高 (m)	その他寸法 (m)		重量 (kg)	空力パラメータ $C_D A/m$ (m^2/kg)	最大飛散距離(m)		最大浮上高さ (m)
		2.340	8.990			高低差20m	高低差0m	
中型バス ③	3.035	2.340	8.990	7100	0.0052	170	113	6.3
マイクログラス ①	2.635	2.065	6.995	3830	0.0067	181	128	7.6
マイクログラス ②	2.735	2.010	7.730	4190	0.0067	184	131	8.2
軽自動車 (車高最大レベル)	1.880	1.475	3.395	960	0.0098	213	161	9.3
軽自動車 (車高最大レベル)	1.910	1.475	3.395	950	0.0100	220	166	10.1
軽自動車 (車高最小レベル)	1.180	1.475	3.395	830	0.0086	138	65	3.2
軽自動車 (車高最小レベル)	1.280	1.475	3.395	850	0.0088	152	77	3.7
軽自動車 (最軽量レベル)	1.475	1.475	3.395	610	0.0132	222	172	10.9
軽自動車 (最軽量レベル)	1.525	1.475	3.395	650	0.0127	223	172	10.8
軽トラック 平 ①	1.745	1.475	3.395	780	0.0115	219	167	11.5
軽トラック 平 ②	1.765	1.475	3.395	680	0.0133	227	180	14.6
軽トラック 平 ③	1.885	1.475	3.395	1220	0.0077	173	111	5.5
最大値						227	183	17.0
必要離隔距離						230	190	



可搬型重大事故等対処設備等の設置について

- ◆可搬型重大事故等対処設備などの設備については、以下の敷地に設置し、当社が管理することについて、土地所有者（国立研究開発法人日本原子力研究開発機構）と合意。

○対象地

- ・左記に示す通り（約107,000m²）

○設置設備

- ・可搬型重大事故等対処設備
- ・緊急時対策所
- ・可搬型設備用軽油タンク
- ・緊急時対策所用発電機燃料油貯蔵タンク
- ・消火栓及び消火配管
- ・火災感知設備及びケーブル
- ・構内道路
- ・排水路及び排水枡
- ・防火帯及び防火エリア