

【公開版】

日本原燃株式会社	
資料番号	濃縮個別 35-2 R0
提出年月日	令和3年10月12日

竜巻事象に関するその他の考慮に係る補足説明資料
(施設外からの飛来物に対する評価に係る補足説明)

目 次

1. 概要	1
2. 設計の考え方	1
添付1 施設外からの飛来物に対する考慮に係る既認可との関係	
添付2 「別添2 公道から飛来する車両による2号均質槽の閉じ込め機能への影響について」に関する補足説明	

1. 概要

本資料は、第 5 回申請の【加工施設の自然現象等による損傷の防止に関する説明書】（以下「説明書」という。）において説明した事項のうち「別添 2 公道から飛来する車両による 2 号均質槽の閉じ込め機能への影響について」に関して、申請内容の妥当性、記載内容の根拠等について説明するものである。

2. 設計の考え方

施設外からの飛来物に対する考慮として、既認可では、近隣の社会環境を踏まえ、仮に航空機エンジンが衝突した場合においても、2 号発回均質棟の構造健全性が保たれることを評価している。今回の申請においては、公道から飛来する車両に対して評価を実施している。

施設外からの飛来物に対する防護設計の概要を以下に示すとともに既認可の評価と今回の評価の関係を添付 1 に「別添 2 公道から飛来する車両による 2 号均質槽の閉じ込め機能への影響について」に関する補足説明を添付 2 に示す。

- 竜巻に対するその他の考慮として、管理の及ばない本施設外からの飛来物（公道から飛来する車両）を考慮する。
- 2 号均質槽は 2 号発回均質棟に収納し、建屋により防護することを基本とする。
- 建屋のみで防護することが困難な場合には、設備又は運用による防護対策を実施する。
- 健全性評価については、竜巻影響評価ガイドに準拠するとともに、事業変更許可申請書で設定した設計竜巻、設計荷重にて評価する。
- 荷重の算定については、適切な車両を選定し算定する。
- 車両は、柔飛来物とし、飛来物自体の損傷を見込んで評価する。

添付 1

施設外からの飛来物に対する考慮に係る既認可との
関係

1. 概要

本資料は、施設外からの飛来物に対する建物（2号発回均質棟）の強度について、既認可の評価と今回の評価の関係を示すものである。

2. 既認可における施設外からの飛来物に対する評価

既認可では、近隣の社会環境を踏まえ、仮に航空機エンジンが衝突した場合においても、飛来物が貫通しないことを評価している。

評価条件としては、質量：約1500 kg、直径：98 cmの航空機エンジンが150 m/sの速度で2号発回均質棟の屋根に垂直に衝突した状況を想定している。

エンジンは、その構造から柔飛来物と考えられるため、エンジンの変形による貫通限界厚さの低減を検討し、Degenによる剛飛来物の貫通限界厚さの評価式に実物航空機のエンジンを用いた実験⁽¹⁾から得られた成果（飛来物係数：0.65）を反映して貫通限界厚さを求めている。

2. 局部破壊に対する評価

局部破壊については、エンジンが2号発回均質棟の屋根を貫通しないことを確認する。

(1) 貫通限界厚さ評価式

エンジンによる鉄筋コンクリート壁の貫通限界厚さは、適合性が確認されているDegenによる剛飛来物の貫通限界厚さの評価式⁽⁵⁾に、実物航空機のエンジンを用いた実験⁽⁶⁾から得られた成果を反映した下式により求める。

$$e = 0.65 \times e'$$

e : 貫通限界厚さ
e' : Degen式による貫通限界厚さ

(2) 局部破壊に対する必要版厚

エンジンによる貫通限界厚さを評価式から求めると68cmとなる。本建物の屋根スラブの厚さは94cmで、エンジンによる貫通限界厚さを上回っており、エンジンが屋根スラブを貫通することはない。

※既認可（認可番号：6安（核規）第665号）より抜粋

3. 今回の申請における評価

今回の申請においては、事業変更許可申請書に示すとおり、航空機落下確率が、航空機落下確率評価基準で示される判断基準となる 10^{-7} 回/年未満であることから、航空機落下に対する防護設計は不要であり、既認可における評価を実施していない。

ただし、本施設の管理が及ばない範囲である公道から車両が飛来して 2 号発回均質棟に衝突する可能性を考慮し、公道車両に対する評価を実施している。

飛来車両としては、大型バス、トラック、乗用車等の車両があり、このうち、2 号発回均質棟に与える影響が最も大きい大型バスが衝突した場合の評価を記載している。

4. 既認可と今回申請の評価の比較

4.1 飛来物の諸元及び荷重

表 1 飛来物の諸元比較

飛来物	寸法	質量	速度
航空機エンジン (既認可の評価)	直径：0.98 m	約 1500 kg	150 m/s
大型バス (今回申請の評価)	長さ：12.0 m 幅：2.5 m 高さ：3.8 m	12100 kg	水平：46 m/s 鉛直：31 m/s

4.2 評価方法

既認可における評価、今回の申請における評価、どちらも飛来物自体の損傷による低減を考慮した上で、Degen 式により貫通限界厚さを求めている。

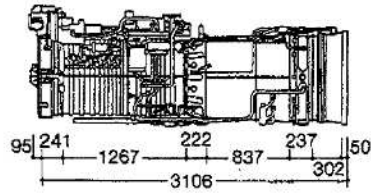
4.3 飛来物係数（飛来物自体の損傷を考慮する低減係数）

車両は、その構造から柔飛来物と考えられるため、車両の変形による貫通限界厚さの低減を見込んでいる。今回申請の評価における車両に適用可能な飛来物係数を明確に示した文献等はないものの、最新の知見を考慮して飛来物係数を設定している。

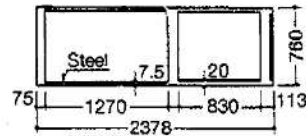
飛来物係数について、Sugano et al. ⁽²⁾⁽³⁾は、航空機エンジンに対して補足図-1 に示す試験体の衝突試験結果をもとに評価された低減係数を安全側に見積もって、0.65 (Degen 式)、0.60 (Chang 式) と設定している。また、Sugano et al. の成果を引用し、NEI-07-13⁽⁴⁾では、飛来物係数を 0.60 (Degen 式)、0.55 (Chang 式) と設定している。この衝突試験で想定された航空機のエンジンの試験体は、直径：0.76 m、長さ：2.378 m、質量：約 1500 kg、外角の鋼板厚さ：7.5 mm 若しくは 20 mm である。これに対し、一般的な車体の板厚は数 mm 程度、衝突面積は 2~3 m²程度であることから、定性的には、車両は航空機エンジンよりも相対的に柔であり、衝突時の塑性変形でより多くのエネルギーを吸収すると考えられる。

以上を踏まえ、飛来物係数は、航空機エンジンにより確認された値である 0.65 (Degen 式)、0.60 (Chang 式) としている。

GE-J79 Engine



LED



Deformable Missile

Steel
Yield Strength : 349.1 MPa
Ultimate Strength : 687.4 MPa
Young's Modulus : 201000 MPa

補足図-1 衝突試験にて低減係数が確認された航空機エンジン⁽²⁾

5. 参考文献等

- (1) K. Muto et al., "Experimental Studies on Local Damage of Reinforced Concrete Structures by the Impact of Deformable Missiles", Transactions of the 10th International Conference on Structural Mechanics in Reactor Technology, Vol. J, 1989
- (2) T. Sugano, H. Tsubota, Y. Kasai, N. Koshika, H. Ohnuma, W. A von Rieseemann, D. C. Bickel and M. B. Parks, "Local Damage to Reinforced Concrete Structures Caused by Impact of Aircraft Engine Missiles Part 1. Test Program, method and results," Nuclear Engineering and Design Vol. 140, pp. 387-405, 1993
- (3) T. Sugano, H. Tsubota, Y. Kasai, N. Koshika, C. Itoh, K. Shirai, W. A von Rieseemann, D. C. Bickel and M. B. Parks, "Local Damage to Reinforced Concrete Structures Caused by Impact of Aircraft Engine Missiles Part 2. Evaluation of test results," Nuclear Engineering and Design Vol. 140, pp. 407-423, 1993
- (4) ERIN Engineering & Research, Inc., "Methodology for Performing Aircraft Impact assessments for New Plant Designs," NEI-07-13, Revision 8p, 2011

添付 2

「別添 2 公道から飛来する車両による 2 号均質槽の閉じ込め機能への影響について」に関する補足説明

設工認申請書	補足説明	備考																				
<p>1. 概要 本資料は、竜巻に対するその他の考慮として、公道から飛来する車両（以下「飛来車両」という）により2号発回均質棟に収納する2号均質槽の閉じ込め機能が影響を受けないことを説明するものである。 本施設の北側近傍には公道があり、竜巻発生時に飛来車両が2号均質槽を収納する2号発回均質棟に衝突する可能性がある。 このため、飛来車両が2号発回均質棟に衝突した場合においても、建屋の構造健全性が維持されることを評価し、2号均質槽の閉じ込め機能が損なわれるおそれがないことを確認する。</p> <p>2. 強度評価方針 飛来車両に対する2号発回均質棟の強度評価については、本申請の第3回申請「添付計算書4 竜巻による損傷防止に関する説明書」の評価方法に基づき評価する。 よって、本資料では、荷重の算定に用いる飛来車両及び強度評価結果のみを記載することとし、その他の評価条件等については、本申請の第3回申請「添付計算書4 竜巻による損傷防止に関する説明書」と同じであることから記載を省略する。^(注1)</p> <p>3. 荷重の算定に用いる飛来車両 飛来車両としては、大型バス、トラック、乗用車等の車両があり、このうち、2号発回均質棟に与える影響が最も大きい大型バスを荷重の算定に用いる飛来車両として表1に示すとおり選定する。</p> <p style="text-align: center;">表1 荷重の算定に用いる飛来車両</p> <table border="1" data-bbox="222 1192 1258 1465"> <thead> <tr> <th rowspan="3">飛来車両</th> <th colspan="3">寸法</th> <th rowspan="3">質量 M</th> <th rowspan="3">最大 水平 速度 ※1 V</th> <th rowspan="3">最大 鉛直 速度 ※2 V'</th> </tr> <tr> <th>L₃:長さ</th> <th>L₂:幅</th> <th>L₁:高さ</th> </tr> <tr> <th>(m)</th> <th>(m)</th> <th>(m)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>大型バス</td> <td>12.0</td> <td>2.5</td> <td>3.8</td> <td>12100</td> <td>46</td> <td>31</td> </tr> </tbody> </table> <p>※1:ランキン渦モデルにより計算した最大速度。 ※2:最大水平速度の2/3。</p> <p>4. 強度評価結果 設計竜巻荷重については、表2に示すとおり、設計竜巻荷重が建屋の地震によるせん断力及び保有水平耐力を下回ることから、許容限界を満足する。 衝突検討用竜巻荷重については、表3に示すとおり、躯体厚さが貫通限界厚さ及び裏面剥離限界厚さを上回ることから、許容限界を満足する。</p>	飛来車両	寸法			質量 M	最大 水平 速度 ※1 V	最大 鉛直 速度 ※2 V'	L ₃ :長さ	L ₂ :幅	L ₁ :高さ	(m)	(m)	(m)	大型バス	12.0	2.5	3.8	12100	46	31	<p>(注1) 第3回申請における構造健全性評価においては、竜巻影響評価ガイドに準拠し、2号発回均質棟が、風圧力、気圧差及び設計飛来物の衝撃荷重によって構造健全性を損なわないことを評価している。当該評価における設計飛来物による衝撃荷重の算定に当たっては、竜巻影響評価ガイドに例示される鋼製材を設計飛来物として設定し荷重を算定している。 これに対し、公道から飛来する車両に対する構造健全性評価の評価方法は、第3回申請における構造健全性評価と同じであり、設計飛来物による衝撃荷重の算定に当たっては、公道車両を飛来物として設定し荷重を算定している。今回申請の構造健全性評価の詳細を別添1に示す。</p>	
飛来車両		寸法						質量 M	最大 水平 速度 ※1 V	最大 鉛直 速度 ※2 V'												
		L ₃ :長さ	L ₂ :幅	L ₁ :高さ																		
	(m)	(m)	(m)																			
大型バス	12.0	2.5	3.8	12100	46	31																

設工認申請書									補足説明			備考
表 2 設計竜巻荷重と地震によるせん断力, 保有水平耐力との比較												
	方向	階	受圧面積 (m ²)	設計竜巻荷重					比較			
				風圧力 による 層せん断力 (kN)	気圧差 による 層せん断力 (kN)	飛来車両 による 層せん断力 (kN)	組合せ荷重		地震による 層せん断力 (kN)	判定	保有 水平 耐力 (kN)	判定
			A	W _w	W _p	W _M	W _{T1}	W _{T2}	-	-	-	-
2号発回均質棟	EW	1	472.4	3458	4204	10242	4204	15802	77700	○	836800	○
	NS	1	1178.5	8627	10489	10242	10489	24114	77700	○	540300	○
表 3 躯体厚さと貫通限界厚さ, 裏面剥離限界厚さとの比較												
	部位	貫通限界厚さ			裏面剥離限界厚さ							
		衝突検討用竜巻荷重 に対する評価	比較		衝突検討用竜巻荷重 に対する評価	比較						
		貫通限界厚さ (cm)	躯体厚さ (cm)	判定	裏面剥離限界厚さ (cm)	躯体厚さ (cm)	判定					
2号発回均質棟	外壁面	44.5	94	○	92.4	94	○					
	屋根面	31.3	94	○	70.9	94	○					
<p>5. 準拠規格・基準等</p> <p>(1) 発電用原子力設備規格 竜巻飛来物の衝撃荷重による構造物の構造健全性評価手法ガイドライン JSME S NX6-2019</p> <p>(2) 原子力発電所の竜巻影響評価ガイド (令和元年9月6日 原子力規制委員会)</p>												

別添1 公道から飛来する車両に対する2号発回均質棟
の構造健全性評価の詳細について

1. 概要

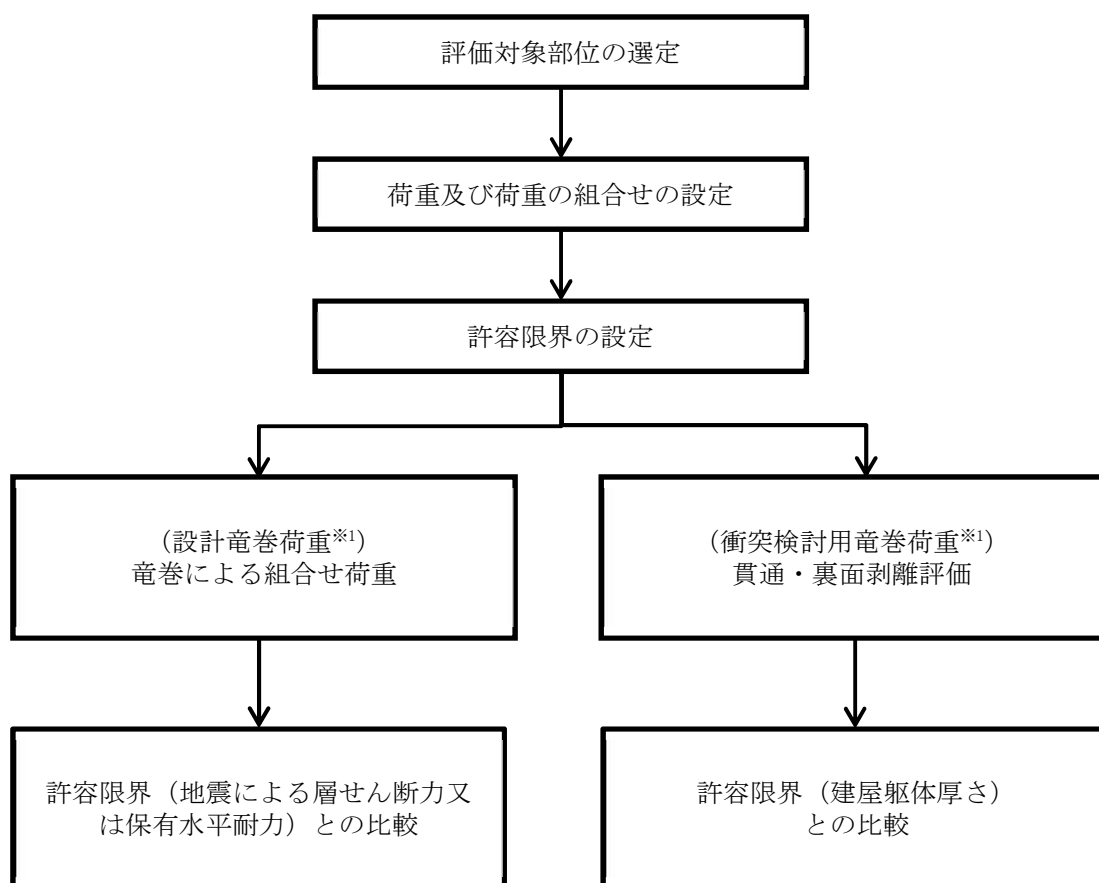
本資料は、第5回申請の【加工施設の自然現象等による損傷の防止に関する説明書】(以下「説明書」という。)において説明した事項のうち「別添2 公道から飛来する車両による2号均質槽の閉じ込め機能への影響について」で説明した強度評価の詳細を説明するものである。

2. 基本方針

(1) 強度評価方針

強度評価は「3. (3) 荷重及び荷重の組合せ」に示す荷重及びその組合せに対し、考慮する荷重ごとに設定した許容限界を満足することにより確認する。

設計荷重に対する強度評価のフローを補足図-1に示す。



※1：補足表-5に示す荷重の種類参照

補足図-1 設計荷重に対する強度評価のフロー

(2) 準拠規格・基準等

- ・ 建築基準法及び同施行令
- ・ 原子力発電所耐震設計技術指針 重要度分類・許容応力編 JEAG4601・補-1984 ((社)日本電気協会)
- ・ 原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1987 ((社)日本電気協会)
- ・ 原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1991 追補版 ((社)日本電気協会)
- ・ 鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説－許容応力度設計法－ ((社)日本建築学会, 1999)
- ・ 鋼構造設計規準－許容応力度設計法－ ((社)日本建築学会, 2005)
- ・ 原子力発電所の竜巻影響評価ガイド (原子力規制委員会, 2018年11月28日)
- ・ 日本産業規格
- ・ Methodology for Performing Aircraft Impact Assessments for New Plant Designs (NEI07-13, Revision 8P, April 2011)

3. 強度評価方法

(1) 記号の定義

強度評価に用いる記号を補足表-1に示す。

補足表-1 強度評価に用いる記号^{*1}

記号	定義
V_D	最大風速
V_T	移動速度
V_{Rm}	最大接線風速
R_m	最大接線風速半径
ΔP_{max}	最大気圧低下量
q	設計用速度圧
ρ	空気密度 (=1.22) ^{*2}
G	ガスト影響係数 (=1.0)
C	風力係数 (=1.2) ^{*3}
A	風の受圧面積 (風向に垂直な面に投影した面積)
W_W	風圧力による荷重
W_P	気圧差による荷重
W_M	飛来車両による衝撃荷重

※1：荷重の算定に用いる竜巻の特性値は、竜巻影響評価ガイドに基づき設定した事業変更許可申請書に示す値である。

※2：空気密度は、常温常圧（15℃程度，1013 hPa）を前提としたものである。本施設の冬季における平均気温の平年値は-2℃程度となるが、設計竜巻のような大規模な竜巻は、それほど低温状況下では発生していないこと、竜巻と低温の組合せを想定しても空気密度に及ぼす影響はごくわずかであることから、本評価に用いる空気密度は、国内外における基準類にて採用している 1.22 kg/m³とする。

※3：風力係数は「建設省告示 第1454号（平成12年5月31日制定）」に基づき、 $C_f = C_{pe} - C_{pi}$ として算出する。2号発回均質棟は、閉鎖型の建築物であるため、 C_{pe} の値は、風上壁面：0.8 kz，風下壁面：-0.4， C_{pi} の値は、0となる。以上により、風力係数は1.2とする。

(2) 評価対象部位

対象建屋の構造健全性の確認では、「3. (3) 荷重及び荷重の組合せ」に示すように、竜巻による風圧力による荷重，気圧差による荷重及び飛来車両による荷重を考慮する。

これらが作用する部位として、設計竜巻荷重については建屋の外殻を構成する壁を，衝突検討用竜巻荷重については建屋の外殻を構成する壁及び屋根を評価対象部位として選定する。

(3) 荷重及び荷重の組合せ

a. 荷重の算定に用いる竜巻の特性値

荷重の算定に用いる竜巻の特性値を補足表-2 に示す。

補足表-2 竜巻の特性値

最大風速 V_D (m/s)	移動速度 V_T (m/s)	最大接線 風速 V_{Rm} (m/s)	最大接線 風速半径 R_m (m)	最大気圧 低下量 ΔP_{max} (N/m ²)
100	15	85	30	8900

b. 荷重の算定に用いる飛来車両

荷重の算定に用いる飛来車両を補足表-3 に示す。

補足表-3 飛来車両

飛来車両	長さ (m)	幅 (m)	高さ (m)	質量 (kg)	最大水平 速度 (m/s)	最大鉛直 速度 (m/s)
大型バス	12	2.5	3.8	12100	46	31
トラック	8.5	2.2	2.5	3790	52	35
乗用車 普通	4.4	1.7	1.5	1140	54	36
乗用車 ワゴン1	4.8	1.8	1.5	1510	52	35
乗用車 ワゴン2	5.2	1.9	2.3	1890	53	36
軽自動車1	3.4	1.5	1.6	840	55	37
軽自動車2	3.4	1.5	1.5	710	56	38

c. 設計竜巻荷重

設計竜巻荷重を補足表-4 に示す。

補足表-4 設計竜巻荷重

風圧力による荷重 (W_W)	竜巻の最大風速による荷重であり、竜巻影響評価ガイドに準拠し、次式のとおり算出する。 $W_W = q \times G \times C \times A^{*1}$ $q = 1/2 \times \rho \times V_D^2$
気圧差による荷重 (W_P)	建屋の壁、屋根等においては、設計上考慮する竜巻による気圧低下によって生じる建屋内外の気圧差による圧力荷重を考慮し、保守的に「閉じた施設」を想定して次式のとおり算出する。 $W_P = \Delta P_{max} \times A$
飛来車両による 衝撃荷重 (W_M)	補足表-3に基づき算定される飛来車両の衝撃荷重

※1：受圧面積は、風圧を受ける面積としてパラペット等を含む高さ及び幅により算定する。

d. 荷重の組合せ

荷重の組合せは以下のとおり設定する。

設計竜巻荷重は、竜巻影響評価ガイドに準拠し、風圧力による荷重 (W_W)、気圧差による荷重 (W_P) 及び飛来車両による衝撃荷重 (W_M) を組合せた複合荷重とし、複合荷重 W_{T1} 及び W_{T2} は米国原子力規制委員会の基準類を参考として算定する。

補足表-5 荷重の組合せ

荷重の種類	荷重の組合せ	
設計竜巻荷重	複合荷重 W_{T1}	W_P
	複合荷重 W_{T2}	$W_W + \frac{1}{2} W_P + W_M$
衝突検討用竜巻荷重	W_M	

e. 設計竜巻荷重と組合せる荷重の設定

常時作用する荷重及び運転時荷重として、自重、死荷重、活荷重を適切に組合せる。また、竜巻以外の自然現象による荷重として、冬季における竜巻の発生を想定し、建築基準法に基づいて積雪の荷重を適切に考慮する。

(4) 許容限界

許容限界は、荷重の種類ごとに補足表-6に示すように設定する。

補足表-6 許容限界

荷重の種類	対象建屋 2号発回均質棟
設計竜巻荷重	算定された荷重が建屋の地震による層せん断力又は保有水平耐力以下であること。 ^{※1}
衝突検討用竜巻荷重	建屋躯体厚さが貫通・裏面剥離限界厚さ以上であること。

※1：設計竜巻荷重が建屋の地震による層せん断力を超える場合は、保有水平耐力以下であることを確認する。これにより、建屋が終局に至らないことを確認する。

(5) 評価方法

設計竜巻荷重及び衝突検討用竜巻荷重に対する評価は、以下の方法により行う。

a. 設計竜巻荷重に対する評価

「3. (3) d. 荷重の組合せ」に示す荷重が建築基準法に基づく地震による層せん断力又は保有水平耐力を下回ることを確認することにより行う。

b. 衝突検討用竜巻荷重に対する評価

(a) 貫通評価

対象となる部位の躯体厚さが、次式に示す Degen による飛来物の貫通限界厚さの評価式 (NEI07-13) により求められる貫通限界厚さを下回らないことを確認することにより行う。

貫通限界厚さ (e) は,

$$1.52 \leq \frac{x}{d} \leq 13.42 \text{ の場合} \quad e = \alpha_e \left\{ 0.69 + 1.29 \frac{x}{d} \right\} d$$

$$1.52 \geq \frac{x}{d} \text{ の場合} \quad e = \alpha_e \left\{ 2.2 \frac{x}{d} - 0.3 \left(\frac{x}{d} \right)^2 \right\} d$$

貫入深さ (x) は,

$$\frac{x}{d} \leq 2.0 \text{ の場合} \quad \frac{x}{d} = 2 \left(\left(\frac{180}{\sqrt{fc'}} \right) \cdot N \cdot d^{0.2} \cdot D \left(\frac{V}{1000} \right)^{1.8} \right)^{0.5}$$

$$\frac{x}{d} \geq 2.0 \text{ の場合} \quad \frac{x}{d} = \left(\frac{180}{\sqrt{fc'}} \right) \cdot N \cdot d^{0.2} \cdot D \left(\frac{V}{1000} \right)^{1.8} + 1$$

ここで,

- e : 貫通限界厚さ (in)
- x : 貫入深さ (in)
- d : 飛来車両直径 (in)
- fc' : コンクリート設計基準強度 (lbf/in²)
- D : W/d³ (lbf/in³)
- W : 飛来車両重量 (lbf)
- V : 飛来車両衝突速度 (ft/s)
- N : 飛来車両先端形状係数
- α_e : 飛来物係数 (0.65)

(b) 裏面剥離評価

対象となる部位の躯体厚さが、次式に示す Chang による裏面剥離限界厚さの評価式 (NEI07-13) を下回らないことを確認することにより行う。

裏面剥離限界厚さ (s) は、

$$s = 1.84\alpha_s \left(\frac{V_0}{V}\right)^{0.13} \times \frac{(MV^2)^{0.4}}{d^{0.2}fc'^{0.4}}$$

ここで、

- s : 裏面剥離限界厚さ (ft)
- α_s : 飛来物係数 (0.6)
- V_0 : 飛来車両基準速度 (200 ft/s)
- V : 飛来車両衝突速度 (ft/s)
- M : 飛来車両質量 (lb)
- d : 飛来車両直径 (ft)
- fc' : コンクリート設計基準強度 (1bf/ft²)

4. 強度評価結果

設計竜巻荷重については、補足表-7 に示すとおり、設計竜巻荷重が建屋の地震による層せん断力を下回ることから、許容限界を満足する。

衝突検討用竜巻荷重については、補足表-8 に示すとおり、躯体厚さが貫通限界厚さ及び裏面剥離限界厚さを上回ることから、許容限界を満足する。

補足表-7 設計竜巻荷重と地震による層せん断力との比較

方向	階	受圧面積 A (m ²)	風圧力					気圧差			飛来車両	組合せ荷重		地震による層せん断力	判定 (<地震による層せん断力)
			速度圧 q (N/m ²)	ガスト影響係数 G	風力係数 C	層荷重 P _D (kN)	層せん断力 W _W (kN)	最大気圧低下量 ΔP _{max} (N/m ²)	層荷重 P _P (kN)	層せん断力 W _P (kN)	層せん断力 W _M (kN)	W _{T1} =W _P (kN)	W _{T2} =W _W +0.5W _P +W _M (kN)		
EW	1	472.40	6400	1.0	1.2	3458	3458	8900	4204	4204	10242	4204	15802	77700	○
NS	1	1178.50	6100	1.0	1.2	8627	8627	8900	10489	10489	10242	10489	24114	77700	○

補足表-8 躯体厚さと貫通限界厚さ、裏面剥離限界厚さの比較

飛来物	サイズ			質量 (kg)	空力パラメータ C _D A/M	最大速度		荷重 m・V ² /L (kN)	水平		鉛直		判定 (<躯体厚さ (94 cm))
	長さ (m)	幅 (m)	高さ (m)			最大水平速度 (m/s)	最大鉛直速度 (m/s)		貫通限界厚さ (cm)	裏面剥離限界厚さ (cm)	貫通限界厚さ (cm)	裏面剥離限界厚さ (cm)	
大型バス	12	2.5	3.8	12100	0.0047	46	31	10242	44.5	92.4	31.3	70.9	○
トラック	8.5	2.2	2.5	3790	0.0080	52	35	4659	31.1	66.6	21.9	51.1	○
乗用車 普通	4.4	1.7	1.5	1140	0.0097	54	36	2217	20.6	45.6	14.4	34.8	○
乗用車 ワゴン1	4.8	1.8	1.5	1510	0.0082	52	35	2723	22.6	49.5	15.9	38.0	○
乗用車 ワゴン2	5.2	1.9	2.3	1890	0.0092	53	36	2795	23.4	52.3	16.6	40.3	○
軽自動車1	3.4	1.5	1.6	840	0.0102	55	37	1694	18.2	41.1	12.8	31.6	○
軽自動車2	3.4	1.5	1.5	710	0.0116	56	38	1485	17.2	39.2	12.2	30.2	○