

竜巻防護施設の評価における飛来物の想定
---------------------

竜巻防護施設の評価では、①建物・構築物等の構造健全性評価、②貫通・コンクリート裏面剥離評価において飛来物を想定する。それぞれの評価における飛来物の想定を以下に示す。

	評価内容	飛来物の想定	備考
原子炉建物及び 原子炉附属建物	①	ガイド鋼製材	プラントウォークダウン等の結果を包絡するものとして保守的に飛来物を想定
	②	水平：【壁】ガイド鋼製材 【開口部（面積：小）】 コンクリートブロック 【開口部（面積：大）】 ガイド鋼製材 鉛直：ガイド鋼製材	
主冷却機建物	①	ガイド鋼製材	
	②	水平：【壁】ガイド鋼製材 【開口部（面積：小）】 コンクリートブロック 【開口部（面積：大）】 ガイド鋼製材 鉛直：ガイド鋼製材	
主冷却機のうち 屋外部分	①	コンクリートブロック	米国原子力規制庁の知見を参考に、過剰な保守性を排除して、飛来物を想定
	②	水平：コンクリートブロック 鉛直：コンクリートブロック	
非常用ディーゼル電源系 に関連する冷却塔	①	コンクリートブロック (防風壁で防護)	※ 「主冷却機のうち屋外部分」については、ガイド鋼製材を飛来物として想定しても貫通等が生じない。
	②	水平：コンクリートブロック (防風壁で防護) 鉛直：コンクリートブロック	
主排気筒 ※ 波及的影響を考慮	①	コンクリートブロック	
	②	—（機能を喪失しない）	

#### ① 建物・構築物等の構造健全性評価

米国原子力規制庁は飛散物（自動車）が9.14m(30feet)以下に影響を及ぼすものとしている<sup>[1]</sup>ことを踏まえ、ガイド鋼製材は、高さ10mまで影響を及ぼすものとして評価する。そのため、「原子炉建物及び原子炉附属建物」並びに「主冷却機建物」の構造健全性評価では、ガイド鋼製材を飛来物として想定し、設計飛来物の衝突荷重を設定する。一方で、高さ10mを超える場所に位置する

「主冷却機のうち屋外部分」、「非常用ディーゼル電源系に関連する冷却塔」、「主排気筒」にあっては、屋上に仮想的に設置したコンクリートブロック（14.3 kg/0.39m×0.15m×0.19m）が飛来することを TONBOS で評価し、設計飛来物の衝突荷重として設定する。

## ② 貫通・コンクリート裏面剥離評価

「原子炉建物及び原子炉附属建物」並びに「主冷却機建物」の貫通・コンクリート裏面剥離評価（水平）では、ガイド鋼製材を飛来物として想定する（アラミド繊維シートを用いた飛来物貫通防止措置や裏面剥離によるコンクリートの飛散を防止するための措置が必要）。ただし、開口部にある場合は、そのサイズが 2m<sup>2</sup> 以下\*1 の場合に、屋上に仮想的に設置したコンクリートブロック（14.3 kg/0.39m×0.15m×0.19m）が飛来することを TONBOS で評価し、設計飛来物の衝突速度等を設定する。

また、米国原子力規制庁は飛散物（自動車）が 9.14m(30feet)以下に影響を及ぼすものとしている<sup>[1]</sup>ことを踏まえ、ガイド鋼製材は、高さ 10m まで影響を及ぼすものとして評価し、高さが 10m 以上の施設（「主冷却機のうち屋外部分」、「非常用ディーゼル電源系に関連する冷却塔」）に係る貫通・コンクリート裏面剥離評価（水平）には、上述したコンクリートブロックの衝突を想定する。ただし、「原子炉建物及び原子炉附属建物」並びに「主冷却機建物」の鉛直については、保守的に、ガイド鋼製材を飛来物として想定するものとした（アラミド繊維シートを用いた裏面剥離によるコンクリートの飛散を防止するための措置が必要）。

\*1： 「原子炉建物及び原子炉附属建物」並びに「主冷却機建物」において、設計飛来物としてコンクリートブロックを想定する開口部面積の最大値は約 1.4m<sup>2</sup> である。基準とする開口部面積には、当該最大値を上回る概算値を用いた。

竜巻最大風速 100m/s の年超過確率は、ハザード曲線より  $1 \times 10^{-6}$  を下回る（ $4.0 \times 10^{-7}$  程度）。また、開口部面積：2m<sup>2</sup> は、建物の投影面積（原子炉建物及び原子炉附属建物：約 1000m<sup>2</sup>（最大）、主冷却機建物：約 890m<sup>2</sup>（最大））の約 1/450～1/500 である。竜巻最大風速 100m/s を想定した飛来物が、建物に衝突する確率を 1 と仮想した場合にあっても、開口部に当該飛来物が衝突する確率は、竜巻の年超過確率と重畳すると、 $3 \times 10^{-9}$  を下回る。したがって、開口部（面積 2m<sup>2</sup> 以下）に対しては、ガイド鋼製材を想定し、過剰な設備対応を講じることに合理性がないと判断した。

## 参考文献

- [1] U. S. NUCLEAR REGULATORY COMMISSION, “REGULATORY GUIDE 1. 76, DESIGN-BASIS TORNADO AND TORNADO MISSILES FOR NUCLEAR POWER PLANTS”, March 2007