

先端形状の異なる飛来物の鋼板貫通に関する基礎的検討

Fundamental Study on Perforation of Steel Plate subjected to Missile with Different Nose Shape impact

*吉田 篤¹, 南波 宏介¹

¹電中研

先端衝突部がパイプ形状と中実円柱形状の二種類の飛翔体を衝突速度 33～52m/s の範囲で SS400 鋼板に衝突させ、貫通の有無を実験的に確認した。既往の鋼板構造物の貫通限界厚評価式（BRL 式）と実験結果を比較し、その適用性に関する基礎的検討を行った。

キーワード：竜巻飛来物、鋼板、先端形状、衝突、BRL 式

1. 緒言：原子力発電所の安全施設は、竜巻に起因した飛来物（竜巻飛来物）が衝突した場合においても構造健全性を確保することが求められている。これまでに鋼板構造物の構造健全性評価において用いられている鋼板の貫通限界厚さ評価式（貫通を防止するために必要な限界の厚さを評価する式、BRL 式）は、飛来物の先端形状に関する適用方法や評価結果の保守性が必ずしも明確ではない。そのため、先端形状の異なる飛翔体を用いた鋼板貫通試験を実施した。

2. 試験概要

2-1. 試験条件：図 1 に使用した飛翔体を示す。飛翔体は質量 8.4kg であり、衝突部を交換可能な構造である。試験では、外周直径 50mm のパイプ状と中実円柱状の 2 種類の衝突部（焼入加工を施した炭素鋼製）を使用した。鋼板試験体は、呼び厚さ 4.5mm と 6mm の 2 種類の SS400 鋼板とし、1m×1m 領域の 4 辺を固定支持した。試験では圧縮空気を利用して飛翔体を飛翔させる高速貫通試験装置を使用し、衝突速度 33～52m/s の範囲で実施した。

2-2. 評価方法：式(1)に BRL 式を示す。BRL 式は飛翔体質量 m (kg)、衝突速度 v (m/s)、飛来物直径 d (m)、材質に関する定数 K ($K=1$) から、貫通限界厚さ t (m) を算出することが可能である。試験では、BRL 式による貫通限界厚さと試験体実測厚さの比に対して、貫通・防護を整理した。なお、2 種類の衝突部形状のいずれの場合も、BRL 式の飛来物直径に衝突部外周直径 ($d=0.05$ m) を適用した。

$$t^{\frac{3}{2}} = \frac{0.5mv^2}{1.4396 \times 10^9 K^2 d^{\frac{3}{2}}} \quad (1)$$

3. 結果・考察：図 2 に試験結果を、図 3 に厚さ 4.5mm 試験体の衝突速度 34m/s 時試験後残留変形を示す。本試験より、以下の知見を得た。(1) 実測厚さに比べて BRL 式貫通限界厚さが小さい試験条件では、いずれの試験結果も防護となり、BRL 式の本試験条件に関する適用性が確認された。(2) 呼び厚 4.5mm、6mm の両試験体ともに、パイプ状・中実円柱状の衝突部による貫通・防護結果への影響は見られていない。また、試験後残留変形においても、残留変形に有意な差は見られず、鋼板試験体の応答性状は同等であったものと判断される。

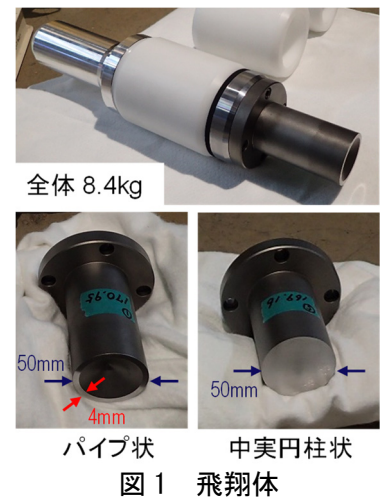


図 1 飛翔体

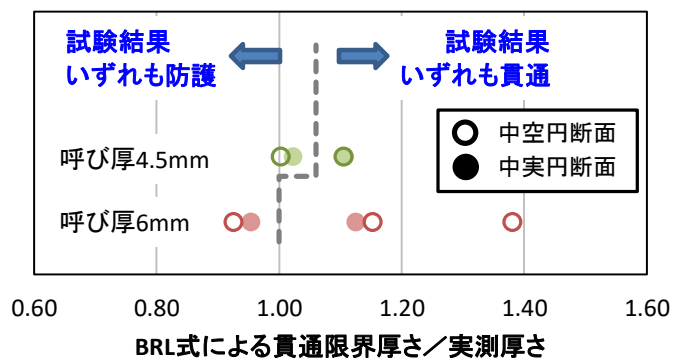


図 2 試験結果

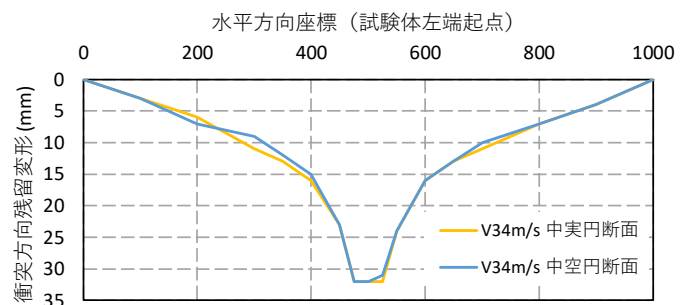


図 3 試験後試験体残留変形 (t4.5mm, V34m/s)

*Atsushi Yoshida¹, Kosuke Namba¹, ¹CRIEPI.