

鋼板貫通試験による BRL 式の妥当性検討

Investigation on validity of BRL formula by steel plate perforation test using high speed projectiles

*南波 宏介¹, 別府 万寿博², 濱田 匠李², 白井 孝治¹, 江口 譲¹

¹電中研, ²防衛大

板厚 4.5mm~12mm の SS400 鋼板に対し、質量 6kg~11.5kg の飛翔体を衝突速度 30~95m/s の範囲で衝突させる鋼板貫通試験を実施し、貫通が生じる衝突条件を把握した。既往の鋼板貫通限界厚評価式である Ballistic Research Laboratory's Formula (以下、BRL 式) と実験結果を比較し、BRL 式の妥当性を検討した。

キーワード：竜巻飛来物、鋼板、貫通、BRL 式

1. 緒言：竜巻飛来物の衝突を受ける鋼板構造物の構造健全性評価では、構造物の部材厚が既往の鋼板貫通限界厚評価式による算定値を満足することを確認している。一方、BRL 式の詳細な適用条件については明確になっていない点があり、竜巻飛来物で想定される質量や速度域における評価式の妥当性を確認する必要があることから、二機関（電中研、防衛大）で飛翔体の質量や衝突速度を変化させた鋼板貫通試験を実施した。

2. 試験概要

2-1. 試験条件：実験は二機関がそれぞれ所有する圧縮空気式試験設備を用いて実施した。図 1 に、試験設備の概要を示す。実験では、圧縮空気を用いて加速管内に飛翔体を射出し、加速管延長上に設置した鋼板中央に垂直方向から衝突させた。鋼板は口の字型の鋼製枠に固定され、鋼製枠の開口部（鋼板の有効寸法）は、一辺 1000mm（電中研）または 850mm（防衛大）である。飛翔体は質量 6kg, 8.4kg, 11.5kg のものを使用し、飛翔体先端部は外径 50mm の中実円柱または接触面が中空の剛な擬似パイプである。衝突速度は 30~95m/s の範囲で実施した。なお、上記 2 種の先端部では鋼板の応答に影響が見られないことを確認している¹⁾。

2-2. 評価方法：式(1)に BRL 式を示す。BRL 式では飛翔体質量 m (kg)、衝突速度 v (m/s)、飛来物直径 d (m)、材質に関する定数 $K(=1)$ を用いて、鋼板の貫通限界厚 t (mm) を算出する。評価では、BRL 式により算出される貫通限界厚と鋼板厚さを比較し、貫通の有無を判定した。

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

3. 結果・考察：BRL 式による評価では、 v に高速度カメラを用いて飛翔体推移画像から算出した衝突直前の衝突速度を、 d および m に実験で使用した飛翔体諸元から先端部外径 ($d=0.05$ m)、飛翔体質量 ($m=6$ kg, 8.4kg, 11.5kg) を適用した。図 2 に、BRL 式による鋼板限界厚さの判定結果を示す。横軸は衝突速度の実測値、縦軸は鋼板厚さの実測値である。いずれの試験においても、BRL 式は実験結果（貫通／非貫通）と一致しており、BRL 式は適切に鋼板の貫通の有無を判定できるものと考えられる。

1) 吉田, 南波. 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, 日本原子力学会 2018 秋の大会, 2P05, 2018

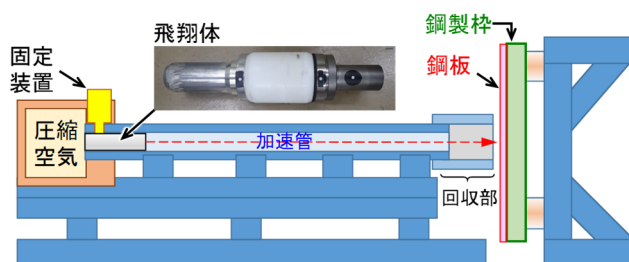


図 1 試験設備の概要（電中研設備の例）

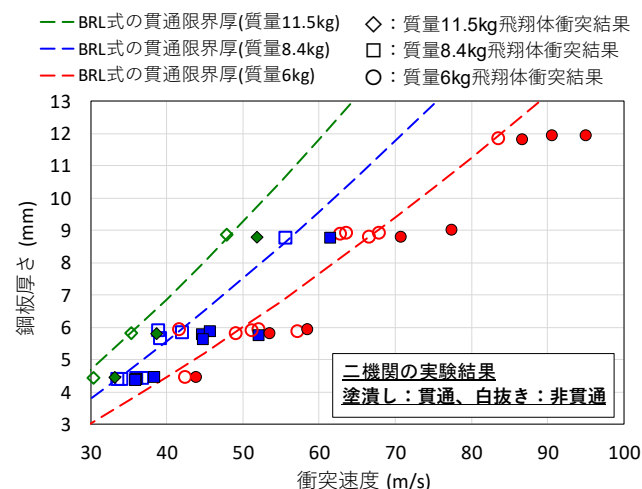


図 2 BRL 式による鋼板限界厚さの判定結果

*Kosuke NAMBA¹, Masuhiro BEPPU, Shori HAMADA, Koji SHIRAI and Yuzuru EGUCHI

¹Central Research Institute of Electric Power Industry, ²National Defense Academy of Japan