

# アルミニウム合金押出型材の支柱を用いた新しい橋梁用防護柵に関する研究

名古屋大学大学院 フェロー会員 ○伊藤 義人  
JFE エンジニアリング 正会員 吉野 彰宏  
住軽日軽エンジニアリング 正会員 酒見 真志  
名古屋大学大学院 学生会員 佐藤 遼一

## 1. 目的

多室ホロー断面を持つアルミニウム合金押出型材を用いた図-1に示す景観に配慮した新しい形式の橋梁用防護柵支柱を開発し、静的載荷実験と動的載荷実験（重錘衝突実験）を行い、その後、数値解析シミュレーションを行い、その性能を明らかにした。

## 2. 実験概要

最初に、アルミニウム合金（A6061P-T651）の板材から切り出した、図-1(b)に示す断面寸法で、支柱幅が70mmの供試体（以後、板材供試体）で実験を行い、その性能を明らかにした。その後、ダイスを製作し、図-2で示すように押出型材(A6061S-T6)を製作し、A種とB種の実防護柵の幅に切断した支柱の供試体（以後、型材供試体）を製作した。新たに開発した多室ホロー断面の押出型材の支柱は、防護柵設置基準・同解説に示されている方法により橋梁用ビーム防護柵支柱としての静的載荷実験を行い、その後、動的載荷実験（重錘衝突実験）および数値解析シミュレーションによって支柱の動的性能も明らかにした。



(a) アルミニウム合金押出型材防護柵のモデル図

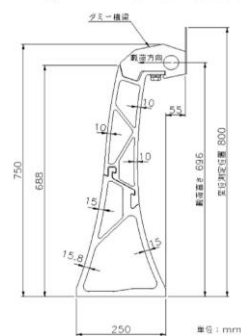


図-1 新防護柵

### 1) 静的載荷実験

まず、アルミニウム合金の板材から支柱幅70mmの供試体を2体製作し、図-3に示す載荷装置によって支柱を300mmまで変位させて、荷重-変位曲線を求めた。部材のエネルギー吸収と同じ面積を持つ台形に置き換えて算出した極限支持力 $P_w$ は、32.7kN（もう一体は33.2kN）であった。（支柱幅145mmに換算）

一方、実際の防護柵に使用可能な型材供試体は、A種（支柱幅145mm）とB種（支柱幅120mm）について、それぞれ3体ずつ製作し、静的載荷実験を行った。図-5に、A種の型材供試体の荷重-変位曲線の一例を示す。A種の型材供試体の3体は、ほぼ一致した荷重-変位曲線が得られ、極限支持力の平均値は、32.1kNであった。また、B種の3体の型材供試体の極限支持力の平均値は、26.9kNであった。

### 2) 動的載荷実験（重錘衝突実験）

動的載荷実験（重錘衝突実験）は、図-4に示すように、供試体を90度回転させて水平にして、460kgの鋼球を所定の高さから自由落下させ、防護柵支柱に衝突させた。衝突位置は、主要横梁中心高さ

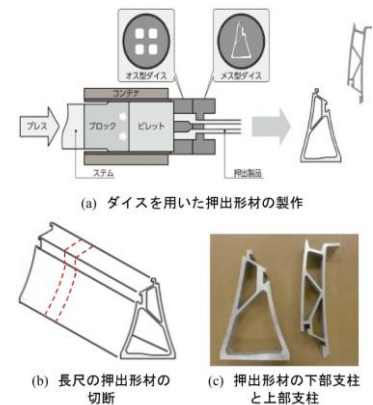


図-2 Al合金押出型材の製作

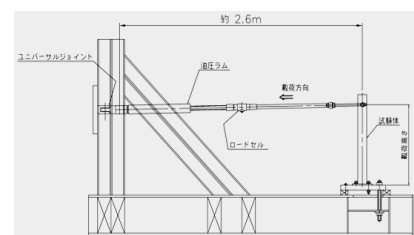


図-3 静的載荷実験

である定着部より約700mmの位置とし、落下高さHについては、300mmだけ変位させた支柱の静的載荷実験より得られた荷重-変位曲線から吸収エネルギーを算出し、それと等しい位置エネルギーとなるように重錘の落下高さを求めて、重錘衝突実験で支柱変位が300mm以上になるように順次調整して決めた。

まず、アルミニウム合金の板材から幅70mmの板材供試体を4体製作した。供試体の内1体(S-4)は、400mm以上の変位を発生させ、破壊性状を見るために、1104mmの高さから鋼球を落下させた。図-6(a)にこの供試体の変位の時刻歴曲線を示す。この供試体は最大変位が420mmで、支柱下部の引張フランジが破断している。

次に、アルミニウム合金の押出型材を用いて、A種の型材供試体を3体とB種の型材供試体を2体製作し、重錘落下実験を行った。落下高さは、板材供試体と同様に、静的載荷実験より得られた荷重-変位曲線から吸収エネルギーを算出し、それと等しい位置エネルギーとなるように重錘の落下高さを求めて、重錘衝突実験で支柱変位が300mm以上になるように順次調整して決めた。

実験で得られたA種とB種の型材供試体の変位の時刻歴曲線の例を図-6(b)に示す。

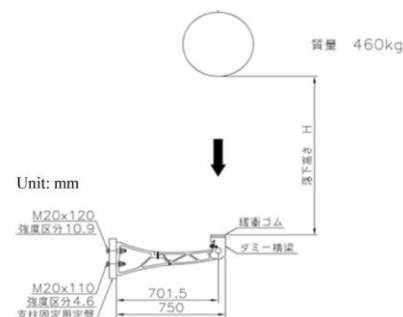


図-4 重錘衝突実験の模式図

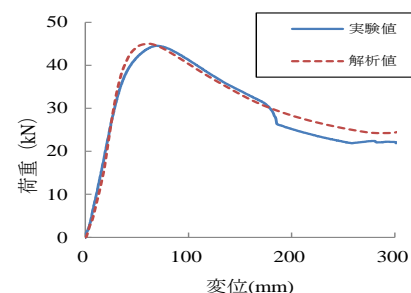


図-5 実験と解析値の比較  
(静的載荷)

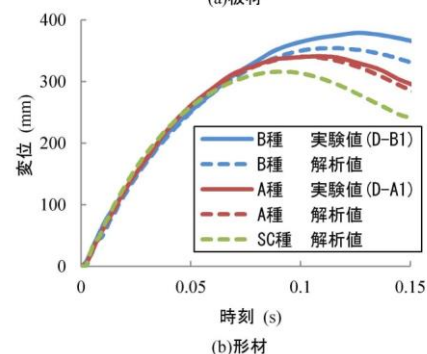
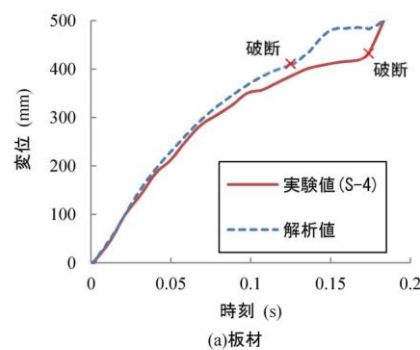


図-6 実験値と解析値の比較  
(動的載荷)

### 3. 数値解析シミュレーション

静的載荷実験と動的載荷実験の数値解析シミュレーションを行った。有限要素法を用いた数値解析シミュレーションでは、静的載荷実験はAbaqusを、また、動的解析についてはLS-Dynaを用いた。

図-6(a)に、板材供試体(S-4)の実験と数値解析の変位の時刻歴曲線を比較している。数値解析結果は、破断の時刻は早めであるが、概ね実験挙動を追っている。

図-6(b)にA種の型材支柱とB種の型材支柱の実験と数値解析の変位の時刻歴曲線を比較している。概ねよい一致が得られた。参考のため、SC種(支柱幅160mm)の数値解析結果も示す。

### 4. 結論

- 1)多室ホロー断面をもつアルミニウム合金押出型材を用いた支柱の重錘衝突実験を行い、300mm以上変位しても、十分な変形性能があり、部材の飛散なども無いことを確認した。今回開発したA種とB種の防護柵支柱は、その変形性能とエネルギー吸収性能から、現行の防護柵設置基準・同解説が求める性能を十分満足することを明らかにした。
- 2)アルミニウム合金押出型材を用いた支柱の重錘衝突実験の数値シミュレーションモデルを作成し、実験結果とよい一致を示すことを明らかにした。

参考文献 1)伊藤義人, 伊藤誠慈, 北根安雄, 高堂治: 景観性に配慮した橋梁用防護柵の衝突性能に関する実験的・数値解析的研究, 土木学会論文集 AI, Vol.68, No.2, pp.413-426, 2012.