

アルミニウム合金製形材防護柵の開発 - その2 動的載荷実験と実験シミュレーション解析 -

(株) 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

フェロー会員

伊藤 義人

(株) 住軽日軽エンジニアリング

正会員

高堂 治

1. 諸言

前報では、支柱の設計の狙いについて述べ、静荷重実験により変形性状の確認および性能の評価を行った。車両用防護柵には(1)衝突時に車両が突破しないような逸脱防止性能、(2)乗員の安全性能、(3)正しい方向への誘導性能、(4)構成部材の飛散防止性能が要求されている。これら防護柵の性能の確認実験方法については、原則実車による衝突実験によるが、ブロックアウト型の橋梁用ビーム型車両防護柵については、諸項目を満足し、所定の設計方法に従うことにより、静荷重実験をもって衝突実験に変えることができる¹⁾とされている。

開発した支柱はブロックアウト型に該当するが、従来の角パイプやH型のウェブ面がある形状と異なる構造形式であり、衝撃荷重下での挙動を確認するため、重錘を用いた動的載荷実験を行うこととした。また、動的解析用の防護柵モデルを作成し、衝突時の車両挙動を再現できるトラックモデルを使用して車両衝突シミュレーション解析を行い、上記の(1)逸脱防止性能および(3)誘導性能を確認した。

2. 重錘衝突による動的載荷実験（板材）

重錘を用いた動的載荷実験により、衝撃下での支柱の変形性状および強度・変形性能を確認した。供試体は前報で述べた板材切り出しにより製作した支柱(幅70mm)を使用した。実験は支柱を水平に取り付け、鋼球の重錘460kgを自由落下させてダミー横梁に衝突させた。重錘の加速度は圧電型加速度計を用いて計測した。変位は高速度カメラにより測定した。

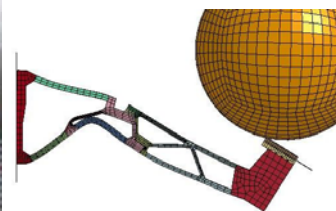
実験結果を表1および図2に示す。ここで荷重は、S3-1,2,3はアンカー引抜き力から、S3-4は重錘の加速度から推定し、载荷高さ800mmおよび幅140mmに換算している。変形状態は、前報の静荷重実験と同様に、斜め材端部が塑性化し後部フランジが座屈する結果と

表1 動的載荷実験結果（板材；幅70mm）

供試体	重錘高さ (mm)	最大変位 (mm)	P_{max} (kN)	備考
S3-1	855	305	47.7	破断なし
S3-2	906	320	49.6	破断なし
S3-3	1004	375	47.7	破断なし
S3-4	1104	420	47.8	フランジ 破断

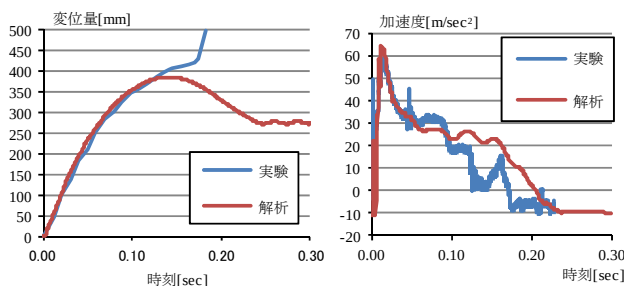


(a)実験



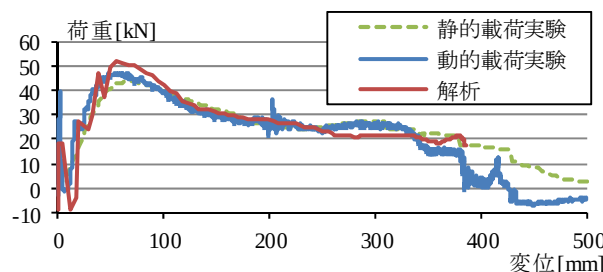
(b)解析

図1 動的載荷実験（板材）とシミュレーション解析



(a)変位時刻歴

(b)加速度時刻歴



(c)荷重-変位曲線

図2 実験結果と解析結果の比較（供試体 S3-4）

キーワード アルミニウム合金、車両用防護柵、衝突実験数値解析、LS-DYNA

連絡先 〒136-0071 東京都江東区亀戸 2-35-13 新永ビル (株)住軽日軽エンジニアリング TEL03-5628-8509

なった。図2(c)に供試体 S3-4 の荷重-変位曲線を示す。防護柵の設置基準・同解説¹⁾に規定される支柱の変形量 300mm までは大きな耐力低下をおこさず、静荷重実験と同様な履歴となることが確認できた。

3. 重錘衝突による動的載荷実験（押出材）

ダイスを起型して押出材 A6061S-T6 により支柱を2分割して製作し、重錘を用いた動的載荷実験により性能を確認した。実験要領は前節と同様である。

支柱幅 140mm の供試体での実験結果を表2に示す。供試体 D-A1,D-A2 は、300mm 変形して破断が無く重錘を受け止めることができた。411mm まで変形させた D-A0 は斜め材が破断したものの、重錘を受け止めることができています。

図4に荷重-変位曲線を示す。ここで、荷重は重錘の加速度から推定している。変形量 300mm までは大きな耐力低下をおこさず、静荷重実験と同様な履歴となることが確認できた。

4. 動的載荷実験のシミュレーション解析

支柱の動的解析用モデルを作成し、重錘衝突実験のシミュレーション解析を行い、解析モデルの妥当性を確認した。解析にあたり、実験時の落下高さから衝突直前の重錘の速度を算出して、初期速度を与えた。また、実験と同様な重力下での状況となるよう、支柱および重錘には重力を物体力として与えた。シミュレーション解析の対象は板材を使用した支柱での動的載荷実験とした。支柱および重錘は1点積分 Solid 要素を使用した。アルミの材料特性は等方性多直線近似弾塑性材料モデルを使用し、鋼（重錘）は弾性体とした。解析プログラムには LS-DYNA (Ver971) を用いた。

解析結果を図1(b)および図2に示す。実験値と解析値を比較すると、最大変位は 420mm と 386mm、最大荷重は 47.2kN と 51.9kN と若干差があるものの、変形挙動は実験と同様に斜め材が塑性化してフランジが座屈しており、ほぼ実験結果をシミュレートできている。

5. 車両衝突シミュレーション解析

前節で作成した解析モデルを使用し、車両衝突実験のシミュレーション解析を行い、車両の挙動および防護柵の変形性状を確認し、防護柵が車両衝突時の逸脱防止性能および誘導性能を有しているかの確認を行う。

車両衝突シミュレーション解析結果は講演当日に示す予定である。

6. 結論

- 1)重錘を用いた衝突実験を行い、設置基準に規定される支柱の変形量 300mm までには破断が起きないことを確認した。また、変形性状は静荷重実験と同様なものとなった。
- 2)重錘衝突シミュレーション解析を行い、解析モデルの妥当性を確認した。

参考文献

- 1)日本道路協会，防護柵の設置基準・同解説，2008 年。
- 2)伊藤義人，宇佐美康一，貝沼重信，杉江昌宣，アルミニウム合金製防護柵の実車衝突に関する数値解析的研究，構造工学論文集，土木学会，Vol.47A，2001 年 3 月。

表2 動的載荷実験結果（押出材；幅 140mm）

供試体	重錘高さ (mm)	最大変位 (mm)	備考
D-A0	2454	411	斜め材破断
D-A1	1951	295	破断なし
D-A2	1952	302	破断なし



(a)D-A1

(b)D-A0

図3 動的載荷実験（押出材）

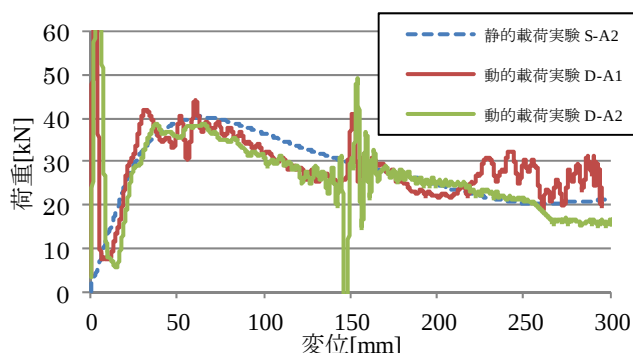


図4 荷重-変位曲線（押出材）