

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

名古屋大学大学院

学生員 宇佐見康一

名古屋大学工学部

非会員 杉江 昌宣

名古屋大学理工科学総合研究センター

フェロー 伊藤 義人

名古屋大学理工科学総合研究センター

正会員 貝沼 重信

1. はじめに

道路橋に設置される車両用防護柵は、従来、防護柵設置要綱および防護柵設置要綱・資料集を技術基準として設計施工が行われてきた。しかし、平成5年の車両制限令の改正等に見られるような車両の大型化や、高規格道路の整備の進展等、交通情勢の変化が著しく、これまでより高い強度を有する橋梁用防護柵が求められるようになってきた。このため、平成11年4月に防護柵に関する基準が改定され、防護柵設置基準¹⁾として整備された。新基準では、耐食性と加工性から、美観を考慮する必要のある橋梁上の防護柵として主に使用されているアルミニウム合金が防護柵に使用する材料として明記された。

本研究では、まずアルミニウム合金のひずみ速度効果を検証するための引張実験を行う。そしてアルミニウム合金製防護柵を有限要素モデル化し動的応答数値解析を行い、実車実験と比較することで、防護柵の衝撃力特性を検討する。

なお、本研究における実験には動的能力 $\pm 500\text{kN}$ の電気油圧サーボ式材料実験機(MTS社製,最大変位速度 49mm/s)とMTS test starを、動的応答解析には汎用衝撃応答解析プログラムLS-DYNAを用いた。

2. アルミニウム合金引張実験

引張実験はアルミニウム合金製防護柵に主に用いられるA-6061-T6を対象に、JIS5号試験片を用いて行い、実験中の载荷速度を一定とし目的とするひずみ速度に近い値が得られるように配慮した。試験片ごとに载荷速度を変化させて行くことでさまざまなひずみ速度を得られるようにした。実験装置の性能上 $\dot{\epsilon}=0.5 \times 10^0 (1/\text{s})$ までの実験結果が得られた。

実験結果から得られた0.2%オフセット耐力の動的応答倍率の関係を図-1に示す。図中の実線はひずみ速度 $\dot{\epsilon}=10^{-3} (1/\text{s})$ 以上の実験結果から求めた回帰曲線であり、点線は文献2)の提案しているひずみ速度の構成式から得たものである。したがって、実験結果と文献2)の構成式はよく一致しているといえる。なお、ひずみ速度効果は、 $10^0 (1/\text{s})$ のひずみ速度でも3%程度と小さいことが明らかになった。

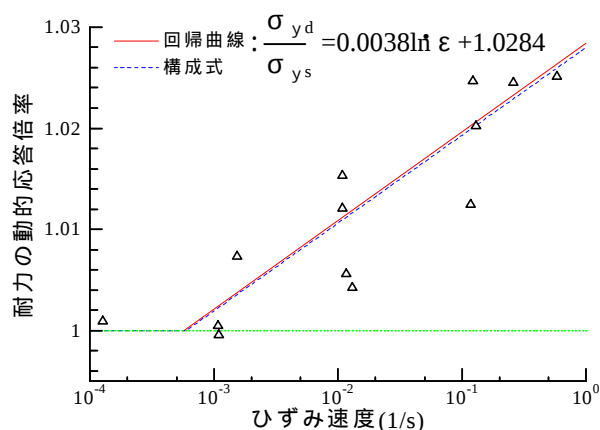


図-1 耐力のひずみ速度効果

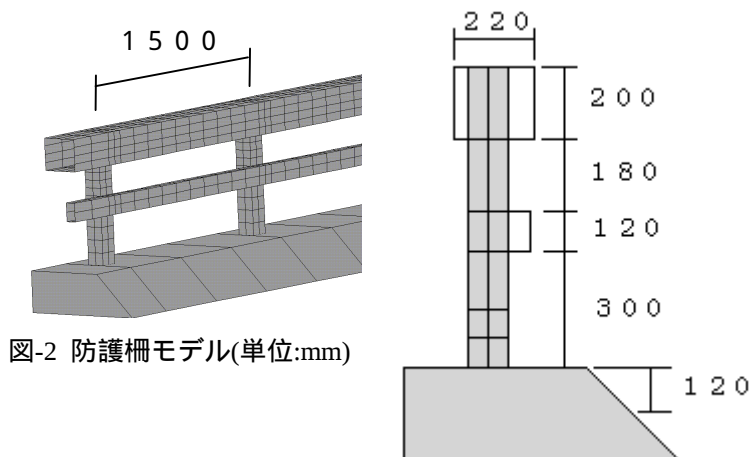


図-2 防護柵モデル(単位:mm)

図-3 防護柵断面(単位:mm)

3. 解析モデル

防護柵モデルは文献3)で実車衝突実験が報告されている橋梁用角ビーム型防護柵を図-2に示すようにモデル化した。防護柵モデルの断面は図-3に示すようになっている。この防護柵は全部材がアルミニウム合金A6061-T6から成っており、それぞれをシェル要素で、コンクリート地覆についてはソリッド要素でモデル化した。実験では支柱はコンクリート地覆に埋め込み式であったが損傷が大きくないため、解析モデルで

キーワード：アルミニウム合金 橋梁用防護柵 車両衝突

連絡先：〒464-8603

愛知県名古屋市千種区不老町 TEL 052-789-2737 FAX 052-789-3734

は支柱とコンクリート地覆の接合を剛結とした．メッシュ分割については，主要横梁は一辺を 4 分割とし，下段横梁と支柱は一辺を 2 分割とした．応力-ひずみ関係は図-4 に示すような関係を用い，ヤング率を $E=68.6(\text{GPa})$ ，降伏応力を $\sigma_y=245\text{Mpa}$ とした．

解析に使用したトラックモデルは実験時の衝突条件に合わせて本研究室でカタログ等を参照に独自に作成した車両重量 14t の平ボディタイプのトラックを使用した．図-5 にトラックモデルを示す．

解析の衝突条件は，実車衝突実験と同様の衝突速度 80km/h ，衝突角度 15° とした．この衝突条件は，旧防護柵設置要綱の最上級種別 S 種防護柵の衝突条件である．

4. 解析結果と考察

4-1 車両の挙動

車両の挙動を図-6 に示す．車体の角度や車輪方向の挙動は，実験と比較すると若干の相違がみられるが，おおよそ車両の挙動は再現できている．

4-2 衝突後の防護柵の変形

ひずみ速度効果を考慮した場合およびひずみ速度効果を考慮しない場合の解析結果，および実験結果の支柱 08 頂部の柵外方向の応答変位の比較を図-7 に示す．

ひずみ速度効果を考慮する場合と考慮しない場合では，解析結果はほとんど変化せず，アルミニウム合金のひずみ速度効果が防護柵に及ぼす影響は小さいものであり，考慮する必要がないと考えられる．

最大変位は，実験結果では衝突後約 0.2 秒後に示される支柱 8 の 55mm となっているのに対し，解析結果では衝突後約 0.5 秒後に 40mm となった．これは，車両の挙動が実験結果と解析結果では異なるため，解析結果のほうが車両前部の進入が浅く，車両後輪が防護柵と接触する位置が解析かの方が後方になっているためであると考えられる．

5. まとめ

アルミニウム合金製防護柵モデルを作成し，本研究室で開発したトラックモデルを用いて実車衝突シミュレーションを行ったところ，引張実験によって得られたひずみ速度効果を考慮した解析と考慮しない解析を行ったが結果にほとんど相違は見られなかった．

実験を遂行するにあたって日本軽金属株式会社に試験片作成の御協力をいただいた．ここに，感謝の意を表します．また，本研究の一部は，特別研究費の補助を受けたものである．

【参考文献】

- 1) 社団法人 日本道路協会：防護柵の設置基準・同解説，丸善，1998．
- 2) 谷村真眞二：広いひずみ速度域を対象とし各種材料グループに適用し得る実用構成式について，日本材料学会・第 6 回 材料の衝撃シンポジウム，1999．
- 3) 建設省土木研究所：アルミニウム合金製高強度型防護柵の開発に関する共同研究報告書，1990．

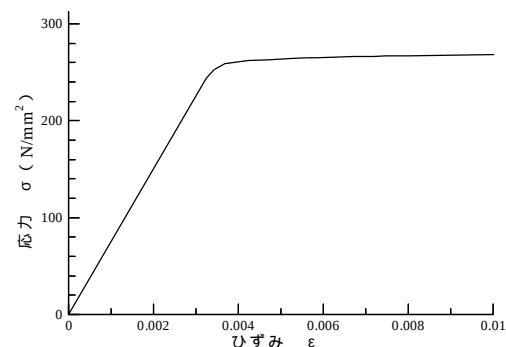


図-4 応力-ひずみ曲線

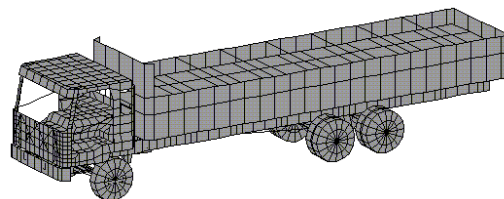
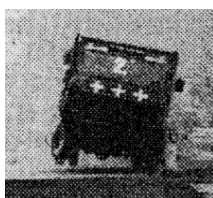
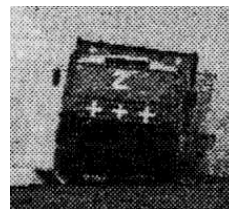
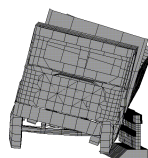


図-5 トラックモデル



(a) 0.62 秒



(b) 0.94 秒

図-6 車両の挙動

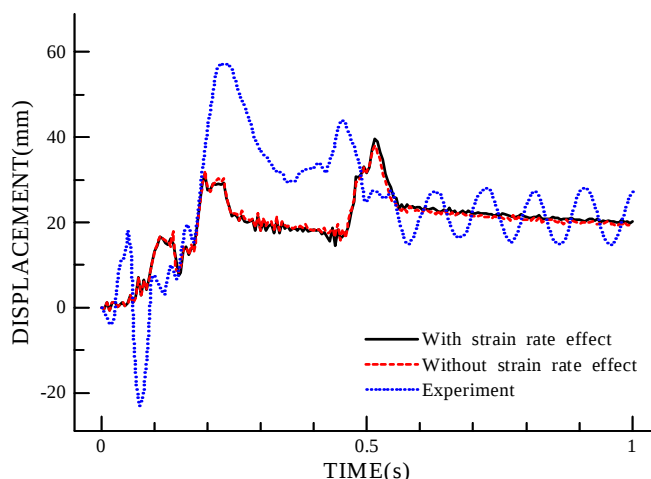


図-7 支柱頂部の応答変位時刻歴