

上部たわみ性コンクリート・アルミニウム合金複合防護柵の性能に関する数値解析的研究

名古屋大学大学院

学生会員

服部 良平

名古屋大学大学院

フェロー会員

伊藤 義人

1. はじめに

近年の車両の大型化，高速化，道路交通網および幹線鉄道網の拡張により，高速道路および鉄道の交差近接区間など，防護柵が突破された場合に重大な二次被害が発生するおそれのある区間が増加し，剛性防護柵（コンクリート防護柵）の施工数が増加している．現在の剛性防護柵は突破性能（強度）重視で設計され，景観性についてはほとんど考慮されていないのが現状である．そこで高速道路用の防護柵として，基部は剛性防護柵で，上部を金属柵の高欄とした景観性および視線誘導性に優れた複合防護柵が開発された．

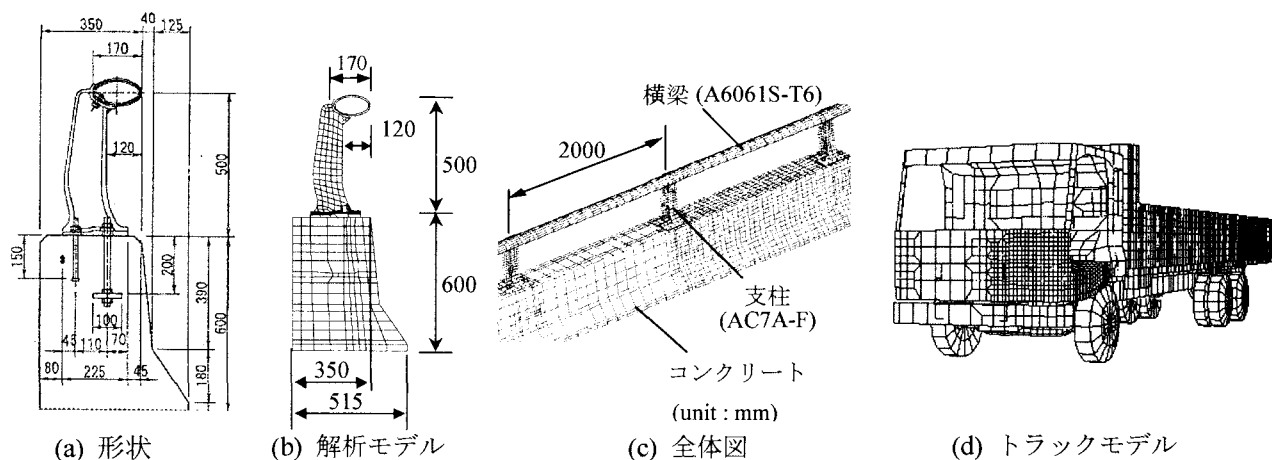
現在の防護柵の設置基準¹⁾によれば性能さえ有していれば，防護柵の材料，諸元は自由とされている．これまでに開発された高欄部が剛性を重視した防護柵の実車衝突実験²⁾では，高欄部の横梁部分に多少の塑性変形がみられただけであったので，高欄部の設計にあたって剛性に固執する必要は無いと考えられ，より衝突車両の乗員の安全性とコストパフォーマンスに優れた上部たわみ性の複合防護柵が開発された．

本研究においては，平成 14 年 10 月に行われた複合防護柵の実車衝突実験³⁾を対象とした数値解析シミュレーションを行い，実験結果とシミュレーション結果の整合性について検討する．

2. 解析モデル

図－1 (a)に今回対象とした上部たわみ性コンクリート・アルミニウム合金複合防護柵の形状を，図－1 (b)に解析モデルを示す．コンクリート躯体天端までの高さは 600mm，天端から横梁の中心までは 500mm，高欄部のスパン数は 16 で各支柱間隔は 2000mm，横梁部には押出型材 A6061S-T6 を使用し，支柱には JIS H 5202 「アルミニウム合金鋳物」 AC7A に相当するものを使用している．また，数値解析で用いた材料特性についてはアルミニウム合金製の高欄部は本研究室で行われた引張試験の結果を用い，コンクリート躯体については圧縮試験から得られた圧縮強度を基に文献⁴⁾を参照して各材料定数を算出した．

複合型防護柵においては，アルミニウム合金製の高欄部とコンクリート躯体が協同で衝撃力を受け止める構造になっているため，高欄部支柱基部のモデル化が重要である．そこで本研究ではアンカーボルトを簡略的にモデル化した．衝突車両であるトラックモデルに関しては図－1 (d)に示す本研究室で開発したモデルを使用した．



図－1 たわみ性複合型防護柵とトラックの解析モデルおよび設計図

3. 解析結果

実車衝突実験の衝突条件（衝突速度 74.4km/h,衝突角度 14.8 度,車両重量 20ton）に合わせた解析を行った。表-1に車両挙動の比較を示す。離脱速度、離脱角度についてもほぼ一致しており、車両の挙動について実験をよく再現したといえる。図-2に実験で最大変位量を記録した支柱7 頂部の柵外方向変位時刻歴を示す。支柱7 頂部の柵外方向変位の最大値は実験で 114mm , 解析で 120mm となり、塑性変形による残留変位量は実験で 102mm, 解析で 110mm であった。解析の方が変位量について全体的にわずかに大きくなったがほぼ一致している。以上から、本研究で開発された上部たわみ性アルミニウム合金・コンクリート複合防護柵の車両衝突解析モデルの有効性が示された。

4. ひずみ速度効果についての検討

一般に、金属材やコンクリートの動的载荷時には、その応力-ひずみ関係は静的载荷時に比べて異なることが知られている。高欄部支柱に用いられているアルミニウム合金鋳物(AC7A)について、既往の研究で動的引張試験を行い応力-ひずみ曲線を求め、材料定数のひずみ速度効果を確認したところ、ひずみ速度効果は $\dot{\epsilon} = 10^0$ で 3%程度であることがわかっている⁵⁾。また、コンクリートのひずみ速度効果についてもユーザーサブルーチンをつかって考慮できるモデルが既往の研究で開発されており⁶⁾、その有効性が示されている。これらを今回開発した衝突解析モデルにそれぞれ入力し、どの程度影響がでるか検討した。図-3 に支柱7 頂部の柵外方向変位時刻歴を示す。アルミニウム合金、コンクリートともひずみ速度効果を考慮してもほとんど変わらない結果となった。

表-1 車両挙動の比較

	実験	解析
離脱速度 (km/h)	64.5	62.0
離脱角度 (度)	0.8	1.0

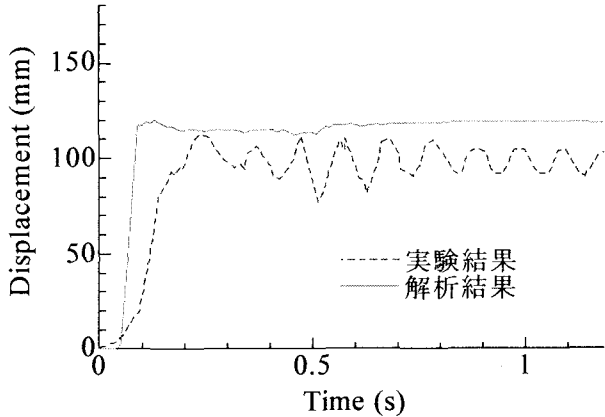


図-2 支柱7 頂部柵外方向変位時刻歴

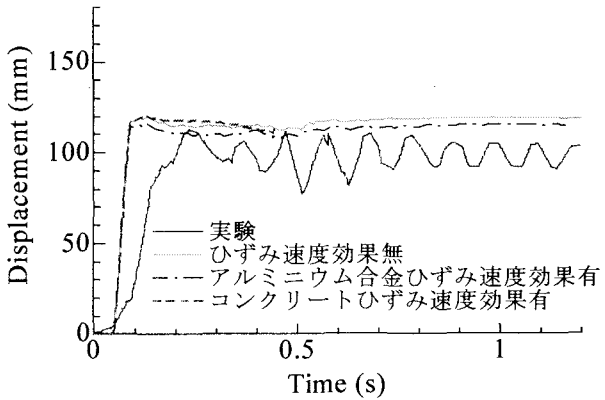


図-3 ひずみ速度効果の検証

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) (社) 日本アルミニウム協会：アルミニウム合金・コンクリート複合防護柵 実車衝突実験報告書，2001. 3) 日本道路公団，財団法人 土木研究センター：新たな橋梁用複合防護柵の性能確認に関する衝突実験・解析業務報告書，2003. 4) 土木学会コンクリート委員会：コンクリート示方書，2002. 5) 伊藤義人，宇佐見康一，貝沼重信，杉江昌宣：アルミニウム合金製防護柵の実写衝突に関する数値解析的研究，構造工学論文集，Vol.47A，pp.1707-1717，2001. 6) 伊藤義人，服部良平，劉斌，草間竜一：コンクリート製防護柵の車両衝突数値解析に関する研究，構造工学論文集，Vol.50A，pp.1295-1303，2004