

カーブ形状防護柵の性能に関する数値解析的研究

○名古屋大学工学部
名古屋大学大学院社会基盤工学専攻
名古屋大学大学院

平井 貴
フェロー会員
学生会員

伊藤 義人
服部 良平

1. はじめに

近年の道路交通量の増加に伴い、交通事故発生件数は増加に歯止めがかからない状況にある。事故による死亡者も年間 8000 人前後¹⁾と近年減少傾向にあるものの依然として高水準な値を推移している。交通統計によると、交通死亡事故はカーブ形状の道路において発生率は高くなるとされている。死亡事故を減少させるためには事故事例などを参照し最適な防護柵をカーブ区間に設置する必要がある。しかしながらカーブ形状を想定した防護柵に対する実車衝突実験は行われた例がなく、衝突時の車両及び防護柵の挙動などは明らかになっていない点が多い。

本研究では、汎用プログラム LS-DYNA を用いた衝突数値解析シミュレーションにより性能照査が可能と判断された橋梁用鋼製防護柵モデルをカーブ形状に作成し直し、車両衝突シミュレーションを行い、車両及び防護柵の挙動を直線形状と比較検討した。

2. 解析モデル

作成した防護柵モデルは橋梁用鋼製防護柵である。防護柵モデルの断面は図-1 に示す。防護柵の材質は支柱が SS400、上下の横梁には STK400 が用いられている。これらをシェル要素で表し、コンクリート地覆に破壊を考慮したソリッド要素を、さらに配筋はビーム要素でモデル化した。支柱構造はアンカー方式をとっており、アンカーボルトやアンカープレートの材料特性については、すべてヤング率 $2.06 \times 10^5 \text{Mpa}$ の弾性体として扱っている³⁾。

直線形状の防護柵には実車衝突実験と同様の車両重量 14t 平ボディータイプのトラックを本研究室独自でモデル化し（図-2 参照）、衝突速度 80km/h、衝突角度 15° という同様の条件で衝突解析シミュレーションを行ったが、実車衝突実験と相違ない結果を示せている。

本研究では、衝突速度が 80km/h であるので、道路構造令を参照して曲線半径 280m の円弧状の防護柵（表-1 参照）とし、1.5m 間隔で支柱を配置し、支柱間の横梁は直線で再現し、カーブ形状防護柵をモデル化した（図-3 参照）。また、このカーブ形状での実際の道路では、6%の勾配をつけることから、解析モデルにおいては地面として設定している剛体床を傾けて再現し、トラックモデルには Z 方向の速度成分をもたせている。なお、衝突角度は衝突の中心線と防護柵の交点に対する接線から 15° としている。

表-1 設計速度と曲線半径²⁾

設計速度(km/h)	100	80	60	40
道路中心半径(m)	460	280	150	60

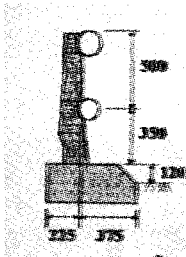


図-1 防護柵断面(mm)⁴⁾

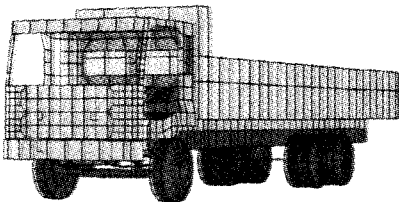


図-2 トラックモデル

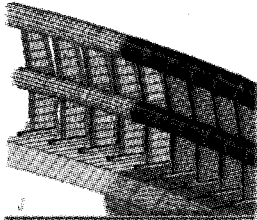


図-3 防護柵モデル

3. 解析結果

3-1 車両の挙動

図-4 に上から見たトラックの軌跡を示す。トラックの前輪は衝突後防護柵に沿うような挙動を示し、後輪は衝突後に左側が大きく跳ね上がったが、その後は防護柵に沿うような挙動を示した。つまり防護柵に誘導されていると言える。直線形状での解析では、後輪が衝突後に防護柵から離れてしまい、この点が異なる。これはカーブ形状の場合路面に勾配をもたせている点、遠心力が発生する点に起因すると考えられる。

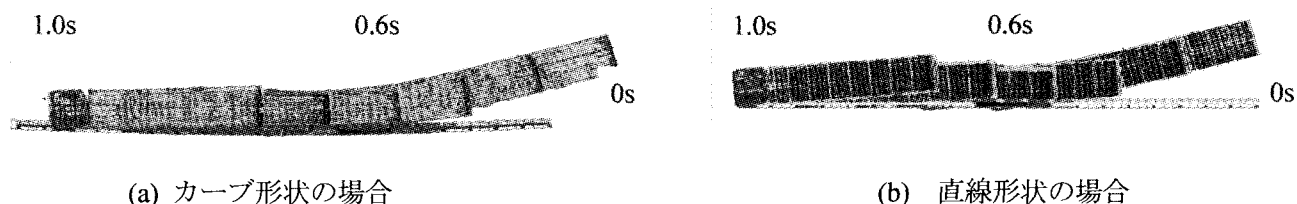


図-4 0秒から1秒までの0.2秒間隔での車両の軌跡の比較

3-2 防護柵の変位

変位量が最大となった支柱についての柵外方向変位時刻歴を図-5 に示す。カーブ形状での最大変位は159mmであり、直線の場合の約2倍となった。この原因としてカーブ形状の場合は、防護柵に沿うような挙動が続き、より大きな力が継続的に防護柵に作用し、変位が増加したと考えられる。カーブ形状防護柵に対する衝突は直線形状と比較し、防護柵にとって厳しいものであるといえる。さらに実際のカーブでの衝突は角度が 15° よりも大きくなることも予想され、より大きな衝撃度に対応した防護柵設置の必要性があると考えられる。

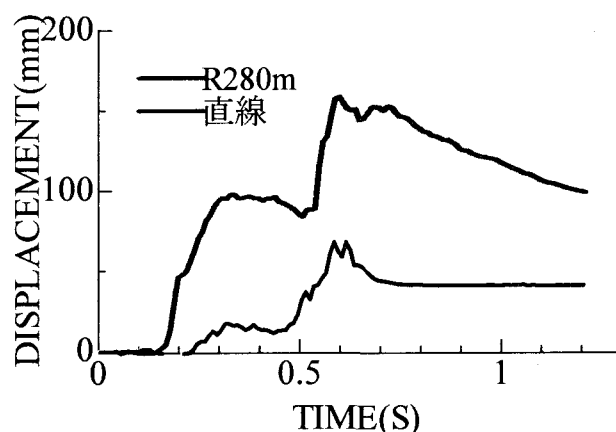


図-5 支柱頂部変位の比較

また、防護柵の最大変形応答は200mm以内となった。防護柵設置基準によると、解析モデルのように支柱をコンクリートに埋め込む場合、車両の最大進入量は300mm以内であり⁵⁾、カーブ形状でもこの条件は満たしている。つまり、カーブ形状防護柵は車両の逸脱防止性能を有すると考えられる。

4. 結論

カーブ形状橋梁用鋼製防護柵は車両誘導性能および車両逸脱防止性能を有することが、解析により示された。さらにカーブでの衝突は直線と比較して防護柵にとって厳しい衝突条件になるということが分かった。今後の課題として、曲線半径を小さくした場合の車両及び防護柵の挙動・余剰性能について検討していく予定である。

参考文献

- 1)財団法人 交通事故総合分析センター 交通統計, 2000,2001,2002,2003.
- 2) 社団法人日本道路協会: 道路構造令の解説と運用, 1983.
- 3) 劉斌 車両用防護柵の性能照査型統合設計システムに関する研究 名古屋大学学位論文 P.P 42-66, 2004.
- 4)財団法人土木研究センター: 鋼製高欄型S種防護柵の開発に関する共同研究報告書, 1992.
- 5) 社団法人 日本道路協会: 防護柵の設置基準・同解説, 丸善, 1998.