

## 橋桁防護工の設計に関する一考察

J R 東日本 正会員 吉川 正治  
 J R 東日本 正会員 小林 將志

## 1. はじめに

道路上空を鉄道橋（鋼桁）が交差する箇所において一定の建築限界を満足できない場合には、橋梁を保護するために橋梁前面に鋼製の防護桁（以下、橋桁防護工）を設置し（写真-1）、車両積載物が衝突する際の桁の移動や主構の損傷を回避することとしている。

橋桁防護工の設計については、自動車の重量を 137kN (14t)、衝突速度 40km/h として、衝突により防護桁に持ち込む運動エネルギーが、防護桁の吸収エネルギー（防護桁が全塑性モーメントを生じる荷重と変位量により線形的に算定）以下となるように防護桁の断面を決定している。この設計法によれば、簡易に橋桁防護工の設計を行えるが、橋梁と防護工との離隔が十分に確保できる場合や、用地の制限により離隔が確保できない場合の防護工の設計については不明確な点が多かった。そこで、自動車の衝突を考慮した非線形動的解析を用いて防護工の設計の妥当性について解析的に検証した。

## 2. 解析条件

橋桁防護工の構成部材と衝突イメージを図-1に示す。一般的に防護工には、経済的な型鋼が用いられている。解析の対象としたモデルを図-2に示す。防護桁のスパンは、13m（2車線を考慮）とし、防護桁の断面は、550mm（高さ）×500mm（幅）×28mm（厚さ）の箱型断面を標準とした。自動車の衝突位置は防護桁の端から 2.5m の位置とした。

防護桁の荷重変位関係は、バイリニア型（降伏後の剛性倍率 1/1,000）の梁モデルとし、防護桁を支える支柱はバイリニア型（降伏後の剛性倍率 1/1,000）のパネモデルを仮定した。なお、パネの変形係数は支柱の上部に変位を与えて求め、支柱を構成する部材の一つが降伏した荷重をパネの降伏耐力とした。

解析は、材料非線形を考慮した骨組構造解析プログラムを使用し、時間積分はニューマーク法（ $\beta=1/4$ 、積分間隔 0.0001sec）とした。

解析の仮定は、衝突してから自動車と防護桁の運動は一致する。自動車の衝突速度と衝突後の防護桁の速度の間には、エネルギー一定則が成立つ（防護桁の変位によるエネルギーは考慮しない）。衝突継続時間は自動車のフルラップ衝突時の加速度時刻歴を参考に 0.03sec を標準とし、解析時間 0.04sec から 0.07sec までの時間作用させ、衝突力と時間の関係が三角形分布となるような衝突力を自動車質点に作用させた。



写真-1 橋桁防護工

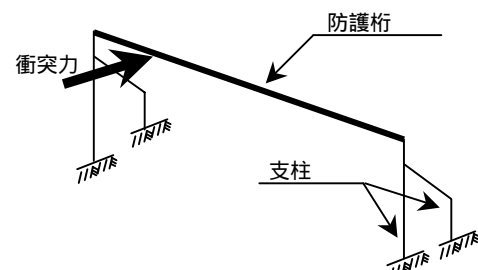


図-1 橋桁防護工モデル

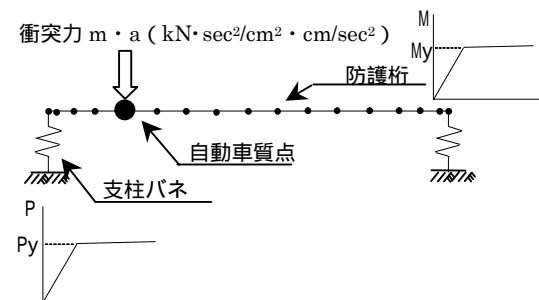


図-2 解析モデル

キーワード 鋼桁、橋桁防護工、防護桁、衝突力、応答速度

連絡先 〒151-8578 東京都渋谷区代々木 2-2-2 建設工事事部 構造技術センター TEL 03-5334-1288

### 3. 解析

図-3に、衝突を模擬した衝突力の最大値を変化させたときの自動車質点位置での応答速度と時間の関係を(a)に、変位と時間の関係を(b)に示した。図-3(a)より、応答速度は衝突力を作用させると同時に増加し始め、衝突終了と同時に最大速度に達している。最大速度の値は、衝突力の最大値に比例して増加する傾向にあり、速度の減少勾配は衝突力エネルギーに関わらず一定の傾向にあった。このため、衝突力の増加に伴い、最大速度と衝突継続時間が増加する傾向を示した。図-3(b)より、変位は衝突力を作用させると同時に増加し始め、速度V=0km/hの時点で最大変位に達している。最大変位の値は、衝突力の最大値に比例して増加する傾向にあった。増加勾配は、衝突力エネルギーが大きくなるに従い、増加する傾向にあった。

防護柵の断面について、 $550 \times 500 \times 28$ 、 $650 \times 500 \times 28$ 、 $650 \times 600 \times 32$ の3タイプについて解析を行い、部材剛性の違いによる応答値の検討を行った。

防護柵の断面ごとの衝突力の最大値と最大応答速度、最大変位の関係を図-4(a),(b)に示す。図-4(a)より、最大応答速度と衝突力の最大値の関係は、今回の解析範囲では、剛性が大きくなると最大応答速度が若干小さくなる傾向を示した。図-4(b)より、最大変位と衝突力の最大値の関係については、衝突力の最大値に比例して、最大変位の値は増加する傾向にあるが、増加勾配は、剛性が小さいタイプほど大きくなる傾向となった。

自動車の衝突速度と防護柵の変位の関係を図-5に示す。これから、部材剛性が大きくなるほど、同じ応答速度を設定しても、変位が抑えられる結果となった。しかし、防護柵の部材剛性を大きくしたときには、応答速度を増加させると防護柵を支える支柱バネが降伏してしまうため、応答速度を大きく設定することはできない。この場合、支柱自体の剛性を上げる必要がある。

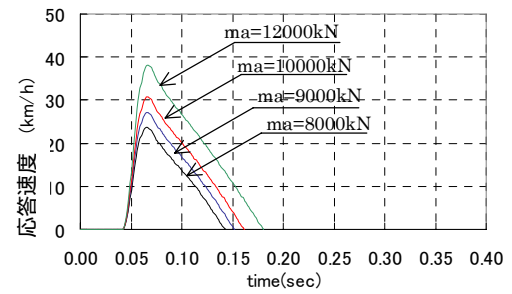
### 4. まとめ

(1) 衝突力の増加させることで、自動車質点位置での防護柵の最大応答速度、最大変位、衝突継続時間は増加する傾向にあった。

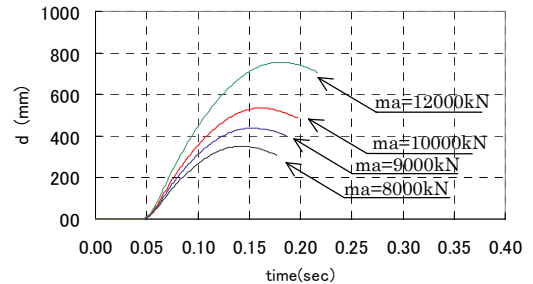
(2) 今回の解析範囲において、断面剛性を変化させても、衝突力と最大応答速度の関係の差は少なかった。しかし、最大変位については、剛性が小さいタイプほど衝突力による変化量は大きい傾向を示した。

#### 参考文献

- ・ 橋柵防護工設計の手引，東日本旅客鉄道株式会社，昭和62年4月
- ・ 防護柵の設置基準・同解説，日本道路協会，平成10年11月

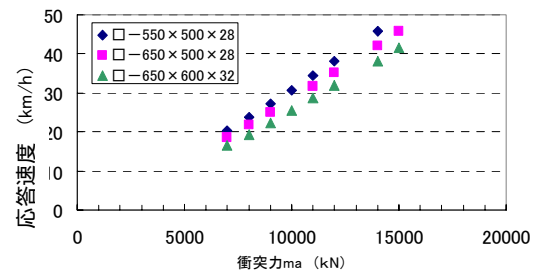


(a) 防護柵の応答速度

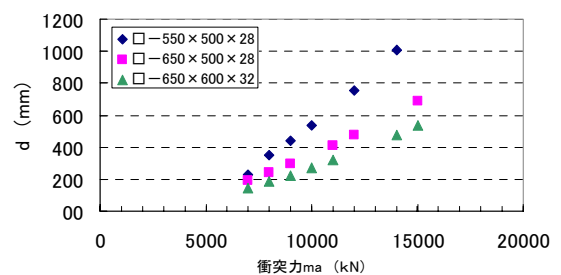


(b) 防護柵の変位

図-3 衝突力と防護柵の応答



(a) 衝突力と防護柵の応答速度の関係



(b) 衝突力と防護柵の変位の関係

図-4 剛性の違いによる防護柵の応答

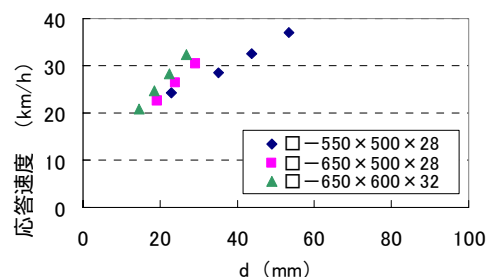


図-5 変位と応答速度の関係