

連続トラス橋のけた端衝突解析と緩衝材効果の検討

八千代エンジニアリング 正会員 ○小倉 裕介

北見工業大学 フェロー 大島 俊之

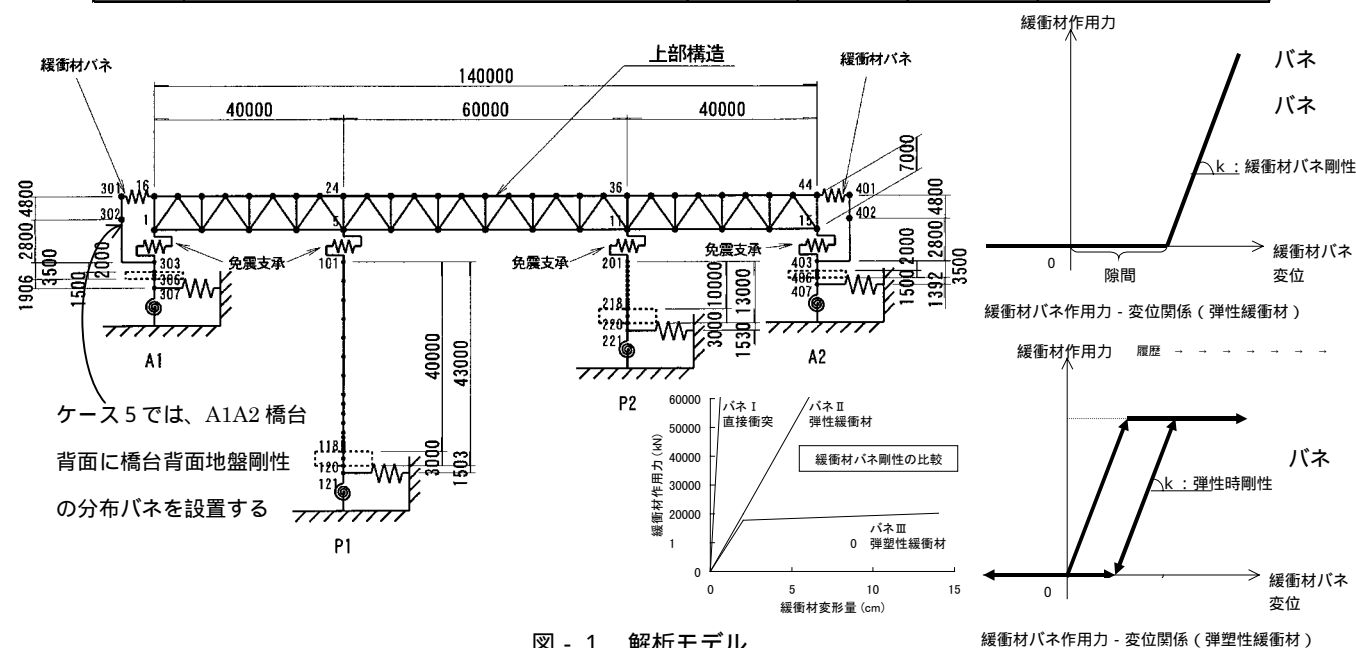
北見工業大学 学生員 内田 裕丈

1. はじめに 橋梁の耐震性向上を目的とした免震支承の設置による上部構造変位量を考慮した遊間を確保できない場合には、上部構造けた端部が橋台や隣接桁に衝突して大きな衝突力が発生する可能性があり、緩衝材の設置など衝突力低減の対策を行うことが考えられる。そこで本論文は、3径間の平行弦連続トラス橋を対象として、大規模地震時における上部構造および下部構造の全体系からなる構造の動的応答問題を、トラス橋端の橋台壁面への衝突問題に着目して解析し、緩衝材の効果を検討したものである。

2. 解析モデル 解析対象モデルは図-1 に示すような、3径間の上路トラス橋（橋長 140m）とした。両端は橋台とし、橋脚高さが高い P1 橋脚（40m）と低い P2 橋脚（10m）の不等橋脚を設置し、橋台は剛体、橋脚は非線形はり要素でモデル化した。上部構造は免震支承で支持され、橋台と上部構造の間には解析ケースに応じた緩衝材バネ（衝突バネ）を考慮した。非線形動的解析は、遊間が十分確保され上部構造が橋台に衝突しない場合を基準とし、表-1 の5 ケースを実施した。弾塑性緩衝材（バネ）は熱可塑性エラストマー緩衝材¹⁾をモデルとし、厚さ 20cm のハニカム型緩衝材の約 50 基分を考慮した。弾性緩衝材（バネ）の剛性は弾塑性緩衝材の弾性時剛性とほぼ同じとした。入力地震動はタイプ（鷹取 EW）地震動とした。

表 - 1 解析ケース

ケース名	解 析 条 件	緩衝材バネ 設定	緩衝材バネ 剛性	緩衝材バネの 隙間	橋台背面地盤の剛性
ケース1	十分な遊間が確保され衝突が発生しない場合	なし	—	—	—
ケース2	上部構造と橋台が直接衝突する場合 （緩衝材バネの剛性を大きく設定した場合）	バネⅠ	1×10^7 kN/m	15cm	—
ケース3	弾性緩衝材を設置した場合	バネⅡ	1×10^6 kN/m	15cm	—
ケース4	弾塑性緩衝材を設置した場合	バネⅢ	ハニカム型 50基	なし	—
ケース5	ケース4の緩衝材と橋台背面地盤の剛性を考慮した場合	バネⅢ	ハニカム型 50基	なし	N値10で橋台背面に水平 方向分布バネとして考慮



キーワード：トラス橋，けた端衝突，緩衝材

連絡先：八千代エンジニアリング株式会社 東京事業部耐震保全部 TEL 03-3715-5185 FAX 03-3715-4695

3. 解析結果 図-2 にケース1 とケース4 の上部構造応答変位時刻歴を示す。図-3 に各ケースの解析結果を、上部構造最大応答変位、衝突バネの最大作用力、P1、P2 橋脚基部における最大塑性率に着目してまとめて示す。上部構造の変位は衝突を考慮

すると半分以下となった。ケース2、ケース3 は隙間 15cm も含まれた値であり、ケース2 では約 10cm、ケース3 では約 6cm が橋台地盤による変位量となった。ケース4 の弾塑性緩衝材を用いると、最大変位は 8cm 程度に抑えられ、橋台の変位量も 1cm 程度になった。ケース5 の橋台背面地盤を考慮した場合においても、緩衝材の剛性が小さいため最大変位に大きな違いは見られなかった。また、本解析では、橋台背面地盤は剛性のみ考え減衰を評価していないので、ケース2 や3 のような橋台の変位が大きくなる場合は、橋台背面地盤の減衰が応答に影響すると考えられる。緩衝材バネの作用力は上部構造に入力される衝突力と考えられ、本解析結果では緩衝材を用いた場合、直接に衝突した衝突力の 1/2 ~ 1/4 倍程度にすることができた。ケース2 は衝突バネの剛性を解析が安定して解ける程度に小さくしているため、実際の衝突力の低減比は更に大きくなる可能性がある。次に橋脚基部の塑性率を見ると、橋脚高さの低い P2 橋脚は、衝突により上部構造の変位が拘束されて橋脚の応答も小さくなり塑性率が減少する傾向があるが、橋脚高さの高い P1 橋脚では衝突時の方がより大きな塑性率となっている。ただし、ケース2 と4 を比較しても衝突力の大きさが P1 塑性率に影響していないことがわかる。図-4 はケース3 で隙間量をパラメータとし緩衝材作用力の違いを示したものである。このように衝突解析では、解析条件の設定の違いによる応答値への影響は大きい。

4. 結論

橋台との衝突を考慮すると上部構造の最大応答変位は小さくなるが、上部構造には大きな衝突力が作用するので、トラスの弦材のような圧縮力に比較的弱く、損傷を受けると構造的に不安定になる構造の場合には衝突力に対する照査が必要であると考えられる。

エネルギー吸収を期待できる弾塑性緩衝材の方が弾性緩衝材より有利な解析結果が得られた。また、本解析では橋台背面地盤の剛性が応答値に与える影響は小さかったが、今後は背面地盤の減衰等を適切に評価する必要がある。

緩衝材を設置すると上部構造の衝突力は緩和されるが、橋脚など他の部位の応答が大きく異なることがあるので、橋梁全体系を考慮した耐震性の検討が必要となると考えられる。

衝突解析では解析条件の違い（例えば遊間等）が応答値に与える影響は大きい。耐震設計に用いるためには、解析条件設定に十分留意する必要がある。

参考文献：1) 吉沢努他；桁衝突を考慮した橋システムの地震時挙動，第4回地震時保有水平耐力法シンポジウム，2000年12月

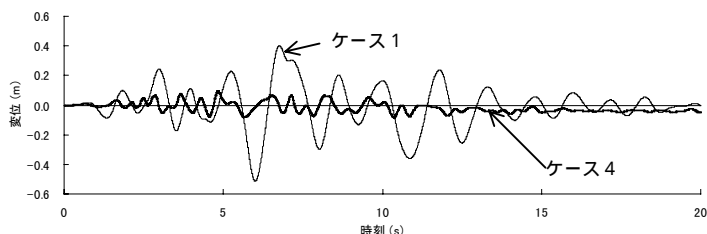


図 - 2 上部構造変位時刻歴

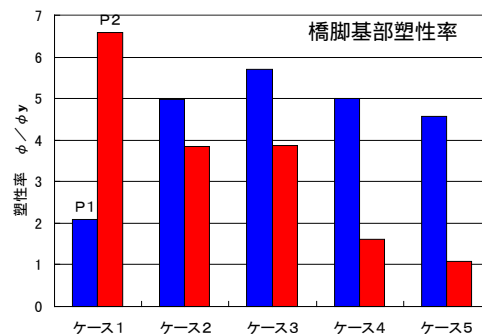
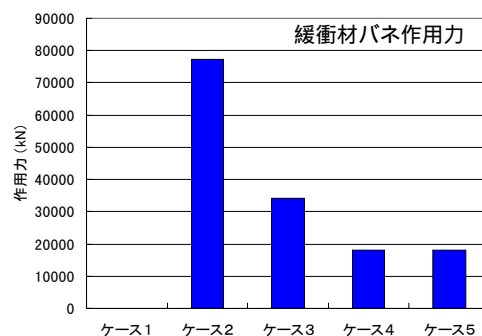
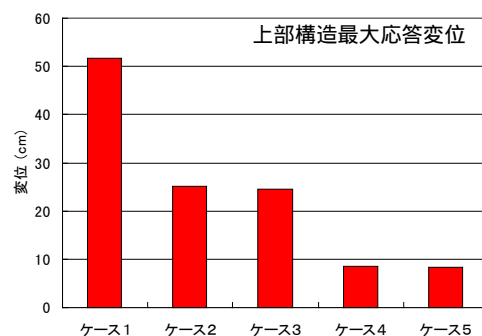


図 - 3 各ケースの応答値比較図

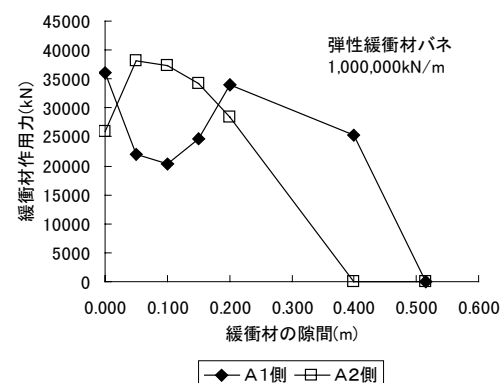


図 - 4 隙間による衝突力の違い