両端橋台を有する橋梁の桁－橋台間の衝突における桁遊間量の影響

独立行政法人土木研究所　正会員　○三上　卓
独立行政法人土木研究所　正会員　運上　茂樹
独立行政法人土木研究所　正会員　近藤　益央

１．はじめに

本研究は，道路橋の桁端部構造の合理化を図るために，大規模地震時に道路橋の桁と橋台間の衝突が橋全体の地震時挙動に及ぼす影響について明らかにすることを目的とするものである．本文では，両端に橋台を有する道路橋を対象に，上部構造端部と橋台間に衝突が生じる橋において，上部構造端部の桁遊間量の違いが地震時挙動に及ぼす影響を解析的に検討した結果をまとめたものである．

２．解析方法

桁端部における衝突を考慮して橋全体の地震時挙動を追跡するために，本研究では**図-1** に示すような骨組モデルを用いた弾塑性地震応答解析を行った．衝突を解析的に追跡するために，桁と橋台間に**図-2** に示すような非線形の履歴特性を有する衝突バネを設置し，上部構造の変位が桁遊間量を超えて橋台のパラペット方向に移動した際，衝突バネに反力が生じるものと仮定した．上部構造や橋脚，橋台等の構造部材については非線形履歴特性を考慮できる梁要素で，基礎およびゴム系支承は弾性バネでモデル化した．簡単のため，ここでは，橋台背面土は考慮しないこととし，また，翼壁の効果で橋台パラペットは十分強いものと仮定し，橋台パラペットの厚さを 2.0m として，弾性モデルとして取り扱った．衝突バネ定数 K については，上部構造の軸方向剛性を基本に波動伝播を考慮した剛性として文献[2]で提案されている式(1)を用いた．

$$K = \gamma EA/L \qquad (1)$$

ここに，EA：上部構造の軸方向剛性，L：上部構造長さ，γ:衝突バネと上部構造の軸方向剛性の比とする．また，解析時の積分時間間隔Δt および衝突バネと上部構造の軸剛性比γについては，パラメトリック解析を行った結果に基づき，解析結果が安定して求められるΔt=1/1000 秒とγ=20 に設定した．減衰定数は上部構造が主に水平振動する 1 次振動モード(h=3.7%)と橋脚が主に変形する 2 次振動モード(h=12.2%)を対象に Reyleigh 型減衰マトリックスを設定した．

３．解析対象橋および解析条件

解析対象橋としては，文献[3]に示される 5 径間連続の地震時水平力分散構造の橋を基本に設定した．解析対象橋の設計条件は**表-1** のとおりである．桁遊間量の影響について検討するために，桁と橋台間には緩衝装置を設置しないこととし，桁と橋台の遊間量を 10cm～50cm の間を 5cm 間隔で変化させた．比較のため，桁衝突を考慮しない場合についても解析を行った．解析に用いる入力地震動としては，文献[3]に示されるタイプ II の標準加速度波形 II-II-1 を用いた．

４．解析結果

図-3 は，上部構造端部の応答変位，パラペット天端の応答変位，橋脚天端の応答変位，桁遊間量および衝突力の応答波形を示したものである．ここで，(1)は衝突を考慮しない場合，(2)は桁遊間量を 10cm とした場合，(3)は 50cm とした場合である．

衝突が生じない場合には，時刻 7 秒付近で上部構造端部が 70cm 程度の最大応答変位が生じている．橋脚天端では同時刻に 20cm 程度の最大応答変位が生じている．

遊間量が 10cm の場合には，解析上時刻 2 秒付近から衝突が起こり，解析終了時刻までに 20 回程度の衝突が生じている．衝突が生じることにより，衝突を考慮しない場合と比べて，上部構造端部および橋脚天端の応答変位が低減されているが，パラペット天端の応答変位は増加しているのがわかる．また，桁端部と橋台

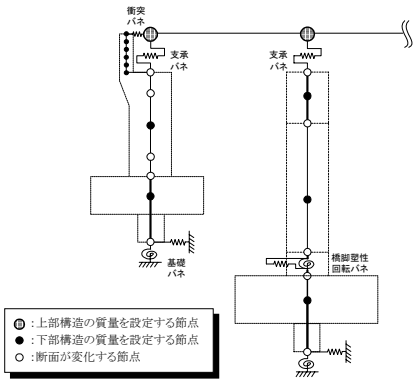


図-1　衝突を考慮した解析モデル

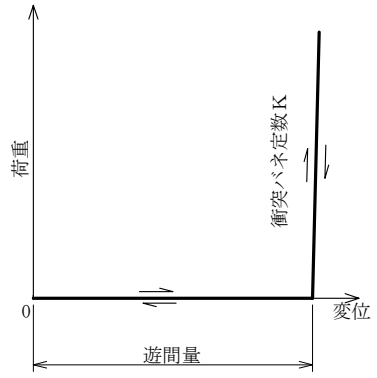
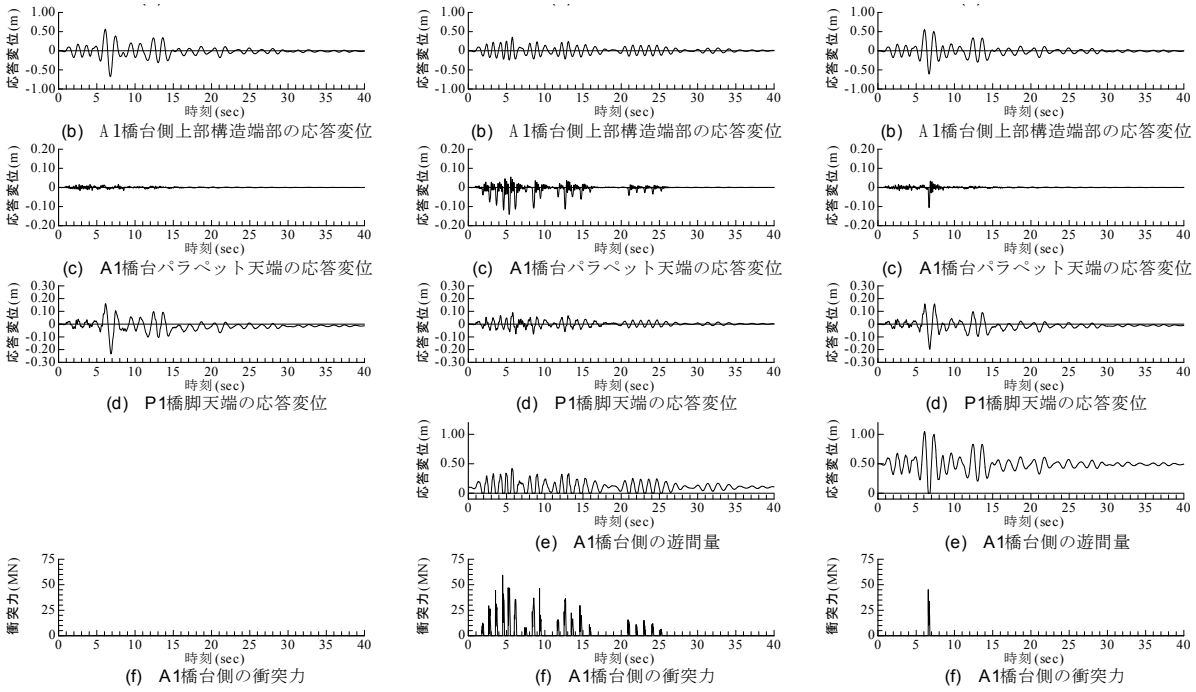


図-2　衝突バネモデル

表-1　解析対象橋の設計条件

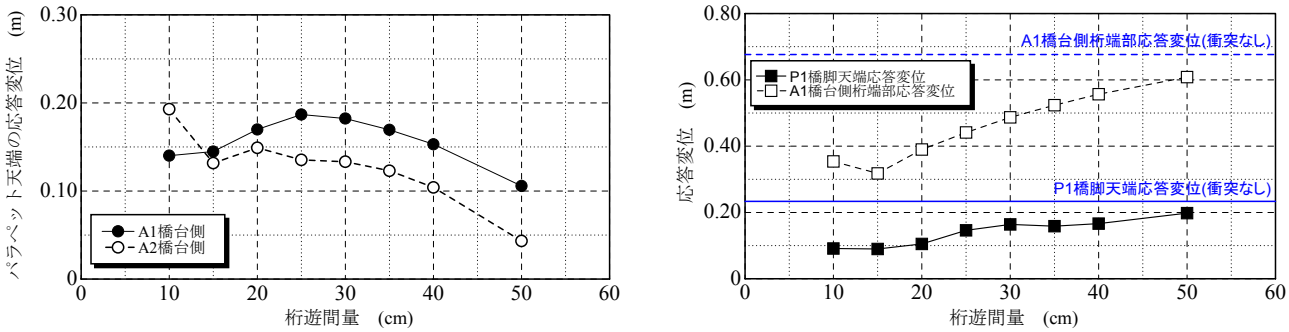
上部構造形式	5径間連続鋼I桁橋
橋長および支間長	40m×5径間=200m
橋台形式	逆T式
橋脚形式および橋脚躯体高さ	単柱橋脚 躯体高さ10m
基礎形式	杭基礎
支承形式	積層ゴム支承
支承条件	ゴム支承による 地震時水平力分散構造
地盤種別	II種地盤

キーワード：衝突，上部構造端部，橋台，桁遊間量
連絡先　　：茨城県つくば市南原 1 番地 6，Phone：029-879-6773，Fax：029-879-6736



（1）衝突無し　　（2）桁遊間量 10cm　　（3）桁遊間量 50cm

図-3　桁遊間量を変化させた場合の応答波形



（1）パラペット天端の応答変位　　（2）P1 橋脚天端および A1 橋台側桁端部の応答変位

図-4　桁遊間量と応答変位の関係

間の衝突力が発生している．

遊間量が 50cm の場合には，時刻 7 秒付近で衝突が 1 度だけ生じている．衝突を考慮しない場合に比べて，上部構造端部および橋脚天端の応答変位は，振幅直後以外はほとんど変化は見られない．

図-4(1)は，桁遊間量と A1 および A2 橋台のパラペット天端の応答変位の関係を示した図である．桁遊間量が 10cm～20cm の区間では度重なる衝突により，パラペットの応答変位は小さくなっている．桁遊間量が 30cm を超える場合には，衝突が 1 度程度しか生じていないため，A1 橋台と A2 橋台で変位に差が生じていると考えられる．

図-4(2)は，桁遊間量と P1 橋脚天端および A1 橋台側桁端部の応答変位の関係を示した図である．桁遊間量が 20cm 以下の場合には，桁端部および橋脚天端の応答変位が衝突なしの場合の半分以下に低減されている．

５．まとめ

両端橋台を有する橋梁の桁－橋台間の衝突現象における桁遊間量の影響に関し，以下のような知見を得た．

(1) 桁遊間量が 10～20cm と小さい場合には，衝突を考慮しない場合に比べて，上部構造端部および橋脚天端の応答変位が低減される．また，橋脚基部塑性ヒンジ回転角もかなりの低減が見込まれる．ただし，大きな衝突力が発生し，橋台パラペット天端に 15cm～20cm の大きな変位が見られる．

(2) 桁遊間量が 30cm を超える場合には，橋梁全体の振動にはそれほど変化が見られないが，桁遊間量が 10cm～20cm の場合に比べて，橋梁全体に大きな変形が生じる．

参考文献

[1] 運上茂樹，近藤益央，三上卓：上部構造端部と橋台の衝突が橋全体の地震時挙動に及ぼす影響，土木技術資料，Vol.44, No.2, pp.20-25, 2002.2.

[2] 川島一彦，庄司学：衝突緩衝用落橋防止システムによる桁間衝突の影響の低減効果，土木学会論文集，No.612/I-46, pp.129-142, 1991.1.

[3] 日本道路協会：道路橋の耐震設計に関する資料，1997.3.