

上部構造端部と橋台の衝突における緩衝装置の効果

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

独立行政法人土木研究所 正会員 〇三上 卓

1. はじめに

現在の道路橋の設計では、桁と橋台間または隣接する桁間の遊間は、大規模地震時でもここで衝突が生じないように設定されている場合が多い。このような桁端部においては、大変位に対応可能な大規模な伸縮装置が必要となり、経済性や耐久性等の観点で好ましくない場合も生じ得る。本論文は、道路橋の桁端部構造の合理化を図ることを目的とし、両端に橋台を有する道路橋を対象に桁端部の遊間を大規模地震時に生じる相対変位より小さく設定し、桁と橋台間の衝突を想定した際、衝突による衝撃力を緩和するために設置する緩衝装置の効果について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現象を考慮して橋の地震時挙動を解析的に追跡するために、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。衝突現象は、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、橋台等の構造部材は非線形履歴特性を考慮できるバネで、ゴム系支承は弾性バネでモデル化した。簡単のため、橋台背面土は考慮しないこととした。衝突バネ定数 K については、緩衝装置がない場合は、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。

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

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剛性の比(ここでは20に設定)とする。また、解析時の積分時間間隔は1/1000秒、減衰定数は上部構造が主に水平振動する1次振動モードと橋脚が主に変形する2次振動モードを対象に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。緩衝装置の効果について検討するために、以下のように解析条件を設定した。緩衝装置を設置しない場合と、ハードニング型および降伏型緩衝装置を設置した場合を比較検討した。初期の桁遊間は25cmとし、緩衝装置の厚さは10cmと20cmの2通り、支圧面積は10cm²とした。入力地震動は、文献[3]に示されるタイプIIの標準加速度波形3波を用いた。

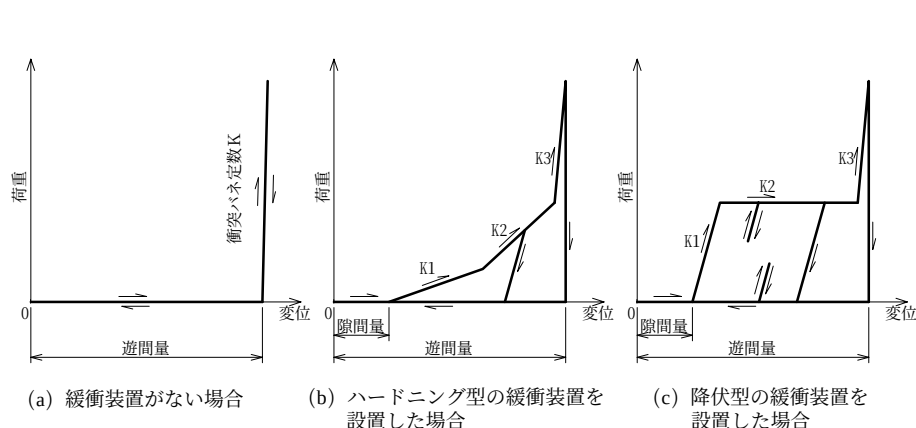
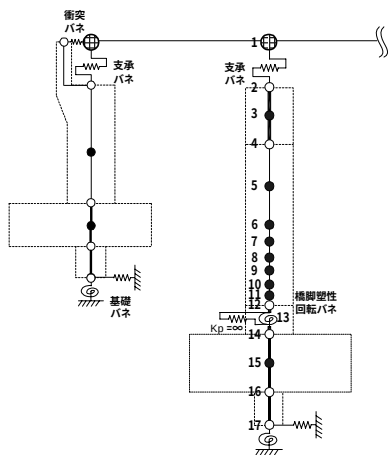


図-1 衝突を考慮した解析モデル

図-2 衝突バネモデル

キーワード：衝突、緩衝装置、上部構造端部、橋台

連絡先：〒305-8516 茨城県つくば市南原1番地6, TEL: 0298-79-6773, FAX: 0298-79-6736

表-1 解析対象橋の設計条件

上部構造形式	5径間連続鋼桁橋
橋長および支間長	40m×5径間=200m
橋台形式	逆T型
橋脚形式および橋脚躯体高さ	単柱式橋脚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

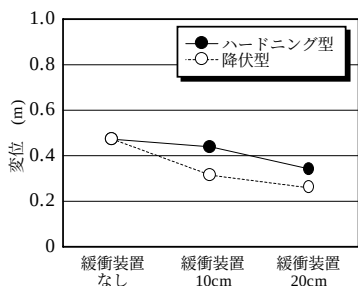


図-4 主桁中央の最大応答変位

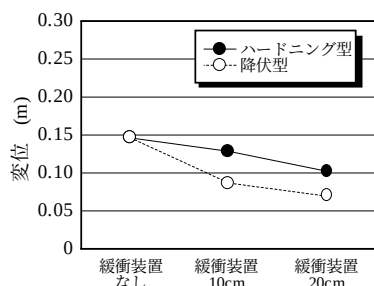


図-5 橋脚天端の最大応答変位(P1)

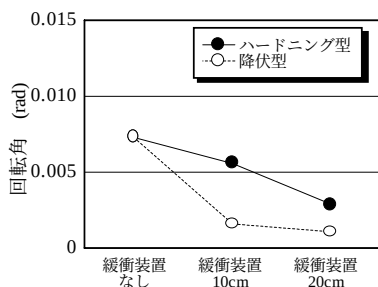


図-6 橋脚基部塑性ヒンジ回転角(P1)

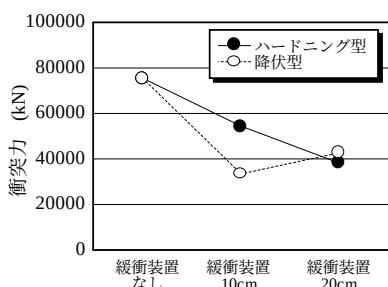


図-7 衝突パネの反力(衝突力)

4. 解析結果

図-3は、橋台側桁端部および橋脚天端の応答変位波形と、衝突パネ反力の応答波形を示したものである。ここで、図-3(b)は緩衝装置のない場合、(c)は降伏型緩衝装置(厚さ20cm)を用いた場合である。緩衝装置のない場合は、時刻5秒付近でわずかに衝突が生じ、時刻6秒付近では約40cmの最大応答変位が生じている。その後、4回程度衝突が生じた後は、応答変位が緩やかに減少している。降伏型緩衝装置を用いた場合には、緩衝装置の厚さを20cmに仮定したため、小刻みな衝突が何度か生じている。桁の最大応答変位は30cm程度に低減されていることがわかる。

図-4～図-7は、緩衝装置の有無、その厚さおよび履歴特性の種類が、主桁の応答変位・橋脚天端の応答変位・橋脚基部塑性ヒンジの回転角・衝突パネの反力に及ぼす影響を示したものである。これらの図より、緩衝装置の厚さが厚く、降伏型の場合の方が、主桁の応答変位、橋脚天端の応答変位、橋脚基部塑性ヒンジの回転角が低減されていることがわかる。これは、降伏型の場合には、振動初期の段階から桁が緩衝装置に小刻みに衝突し、これによって振動エネルギーを吸収することによって全体として応答変位を低減しているためと考えられる。緩衝装置の厚さに関しても、隙間量が小さいほど、衝突回数が多くなり、その効果が大きくなると考えられる。

5. まとめ

上部構造と橋台の衝突による衝撃力を緩和するための緩衝装置の効果に関して、以下のような知見を得た。

- (1) 緩衝装置を設置することにより、設置しない場合に比較して上部構造変位や橋脚の変位等を効果的に低減する効果が確認できた。
- (2) 緩衝装置としては、降伏型の方が応答変位等の低減効果が高かった。

参考文献

- 1) 運上茂樹, 近藤益夫, 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, 1999.1.
- 3) 日本道路協会: 道路橋の耐震設計に関する資料, 平成9年3月。

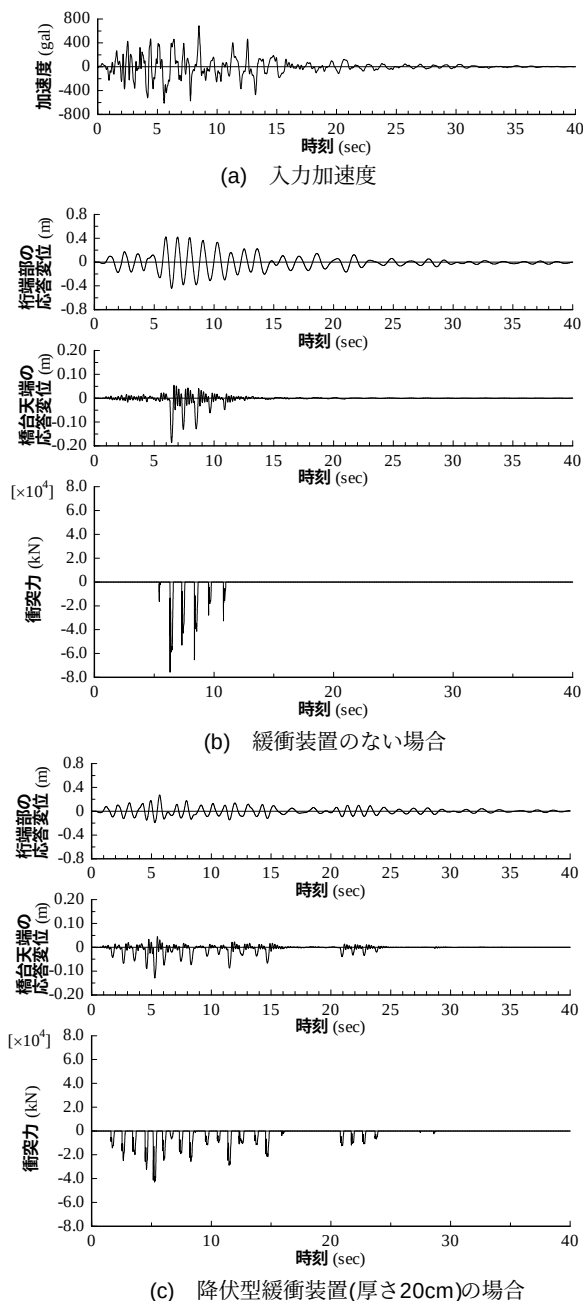


図-3 主桁、橋台および衝突パネの応答波形