

桁と橋台衝突のモデル化の違いが橋梁全体系の地震時応答に与える影響に関する研究

九州大学大学院 学生会員 ○吉田 佳太郎

九州大学大学院 正会員 梶田 幸秀

九州大学大学院 フェロー 大塚 久哲

1. 研究目的

橋梁全体系の地震時応答解析において桁と橋台の衝突をモデル化するには、桁と橋台の接触・離反を表現する衝突ばねが一般に使用されている^{1), 2)}。本研究では桁と橋台の衝突解析³⁾をあらかじめ実施し、その結果をトレースできるモデルを用いた橋梁全体系解析を実施し、衝突現象のモデル化の違いによる橋梁全体系の地震時応答の違いを考察することを目的とした。

2 解析概要

2.1 解析対象橋梁とそのモデル化

解析対象橋梁は図-1に示すとおり両端部に橋台を有する2径間のPC箱形断面橋梁である。支承条件はA1, A2橋台において可動支承, P1橋脚において固定支承である。解析対象橋梁の骨組モデルを図-2に示す。桁は線形トラス要素, 橋脚は線形梁要素とし、支承を剛要素としている。各部材の減衰定数は、桁は3%, 橋脚は5%とした。本モデルの固有周期は0.52秒である。

2.2 桁と橋台衝突のモデル化

衝突を表現するモデルとして次の3つのモデルを用意した。1つ目は図-3に示す衝突ばねを使用したモデル(剛壁モデル)である。荷重変位関係は図-4に示す通りとし、剛性は、桁の軸剛性とした。2つ目は図-5に示す橋台・背面土の抵抗を考慮した要素を加えたモデルである²⁾。橋台・背面土ばねの荷重変位関係は図-6に示す通りである。剛性は静的解析から決定する方法(簡易モデル(静的))と衝突解析³⁾から決定する方法(簡易モデル(衝突))の2通りを用いた。3つ目は図-7に示す衝突解析結果をトレースしたモデル³⁾(詳細モデル)である。このモデルは、図-1に示す橋梁に対して、橋台衝突にのみ着目した数値解析を行うことにより得られた橋台部の力と変位の関係を再現するモデルである。

2.3 数値解析

時刻歴応答解析における数値積分法はNewmark β 法($\beta=0.25$)を用い、積分時間間隔を0.001秒とした。減衰は、部材別減衰定数評価による減衰マトリクスで定義した。解析コードはTDAPⅢである。

キーワード 桁-橋台衝突, 衝突ばね, 橋台背面土, 最大衝突力

連絡先 〒819-0395 福岡県福岡市西区元岡744 九州大学大学院工学府建設システム工学専攻

T E L 092-802-3374

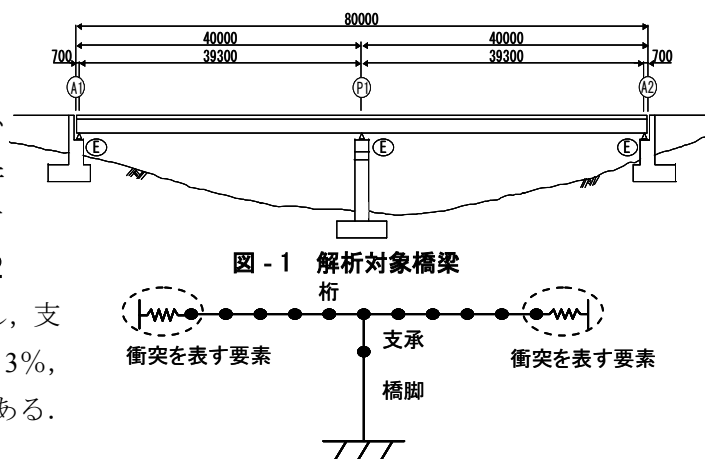


図-1 解析対象橋梁

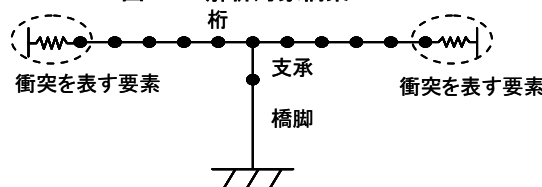


図-2 解析モデル

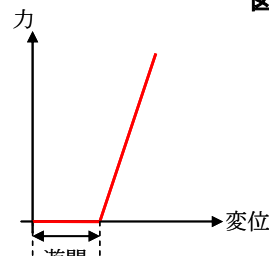


図-4 剛壁モデルの荷重変位関係

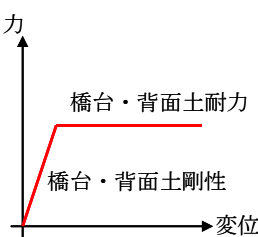


図-6 橋台・背面土ばねの荷重変位関係

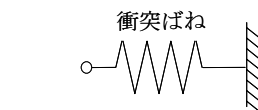


図-3 剛壁モデル

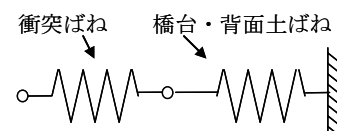


図-5 簡易モデル

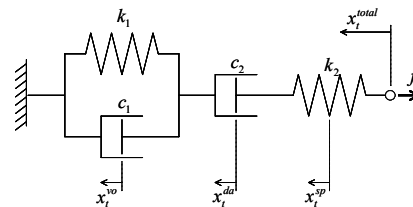


図-7 詳細モデル

3. 解析結果

入力地震動は道路橋示方書の設計標準波である Type II - I - 1, Type II - I - 2 地震動である。図 - 8 に遊間を 5cm , 10cm とした場合の, 各モデルと橋脚基部最大曲げモーメントの関係を示す。本検討では支承の破壊は考慮していないため, 桁の変位量が大きいほど曲げモーメントの値も大きくなるという関係がある。図 - 8 より, 遊間量が大きい場合では, モデルによる曲げモーメントの差は小さくなることわかる。また, 遊間量が小さい場合では, 橋台の損傷や背面土の抵抗を考慮しない剛壁モデルと, 考慮するその他のモデルとの曲げモーメントの差が大きくなる。図 - 9 に遊間を 10cm とした場合の各モデルと桁両端の最大衝突力の関係を示す。ここで図 - 10 に簡易モデルの荷重変位関係を示すが, 簡易モデルでは, 衝突直後に瞬間的に発生した力, 桁が橋台を最も押込んだときに発生した力の 2 点を最大衝突力としている。衝突力は, 剛壁モデルにおいて最も大きくなる傾向にある。また, 簡易モデルにおいては, 衝突直後に瞬間的に発生した力より桁が橋台を最も押込んだときに発生した力が小さくなる傾向にある。3 次元有限要素法による衝突解析結果³⁾より, 衝突速度が 1.0m/s における衝突力が約 20000kN である。本モデルでの桁の衝突速度が 0.6m/s ~ 1.0m/s であるため, 剛壁モデル, 簡易モデル(衝突)は, 衝突力を過大評価していると考えられる。簡易モデル(静的)は, 最大衝突力を衝突直後に瞬間的に発生した力とすると過大評価であるが, 桁が橋台を最も押込んだときに発生した力とすると衝突力を適切に評価する。詳細モデルは, 衝突力を適切に評価しているといえる。

4. 結論

表 - 1 に本研究によって得られた各モデルの特徴をまとめた。支承が破壊していないという条件において, 橋脚基部の曲げモーメントを評価する際には, 橋台の損傷や背面土の押し込みによる桁の移動量の増加を適切に把握できるモデルが必要であると考えられる。衝突力については, 衝突ばねを用いたモデルでは, 衝突直後の瞬間的な力を最大衝突力とみなすと過大評価となり, 最大衝突力の定義に注意が必要となるため, 衝突ばねを介さないモデル化が有用な方法であると考えられる。

参考文献

1)川島一彦：動的解析における衝突のモデル化に関する一考察，土木学会論文集，Vol308，pp.123-126，1981.4
2)(財)海洋架橋・橋梁調査会：既設橋梁の耐震補強工法事例集，2005.4
3)玉井宏樹，園田佳巨，後藤恵一，梶田幸秀，濱本朋久：桁端衝突による橋台の損傷度評価および衝突ばね特性に関する基礎的研究，構造工学論文集，Vol53A，pp.1219-1226，2007.3

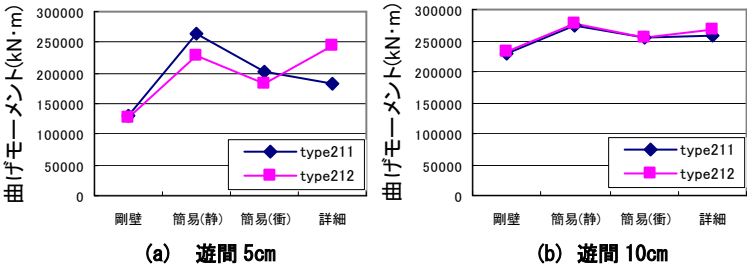


図 - 8 各モデルと最大曲げモーメントの関係

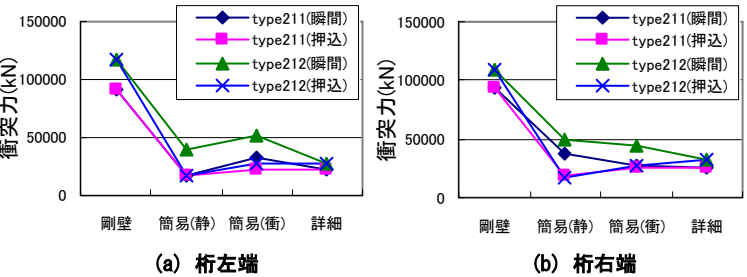


図 - 9 各モデルと最大衝突力の関係

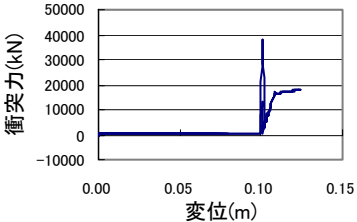


図 - 10 簡易モデルの荷重変位関係

表 - 1 各要素の特徴

	橋脚基部曲げモーメント		衝突力
	遊間量小	遊間量大	
剛壁モデル	×	△	×
簡易モデル(静的)	○	○	×
簡易モデル(衝突)	○	○	△
詳細モデル	○	○	○