

桁 - 橋台衝突モデルの違いが橋梁の地震応答解析結果に与える影響の検討

九州大学工学府 学生会員 吉田佳太郎 九州大学工学研究院 正会員 梶田幸秀
九州大学工学研究院 フェロー 大塚久哲

1. はじめに

橋梁の耐震補強工法のひとつに 橋台による上部構造の変位拘束を考慮して橋全体の耐震性能を保證する変位拘束工法¹⁾がある . 変位拘束工法を実施するためには , 桁 - 橋台衝突を考慮した地震応答解析が必要となり , 複数の桁 - 橋台衝突モデルが提案されている . そこで本研究では , 桁 - 橋台衝突のモデル化の違いが橋梁全体系の地震応答解析結果に与える影響について検討を行うことを目的とした .

2. 解析概要

2.1 解析対象橋梁とそのモデル化

本研究では , 両端部にウイングを持った橋台を有する 2 径間の PC 箱形断面橋梁を解析対象として用いた . 解析対象橋梁の側面図を図-1に示す . 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 . 上部構造は桁高 2.2m , 桁幅 12.0m を有する 2 径間連続 PC 箱桁であり , 下部構造は鉄筋コンクリート橋台および橋脚である . 解析対象橋梁の骨組モデルを図-2に示す . 桁 , 橋脚は線形はり要素 , 支承は剛はり要素でモデル化し , 後述する 3 種類の桁 - 橋台衝突モデルを桁の両端に挿入する . 遊間量は 0.05m と仮定した .

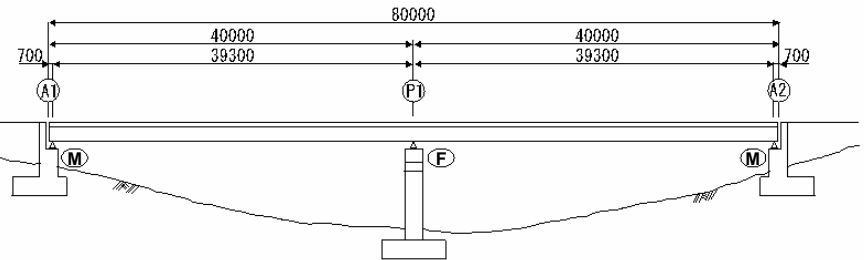


図-1 解析対象橋梁側面図

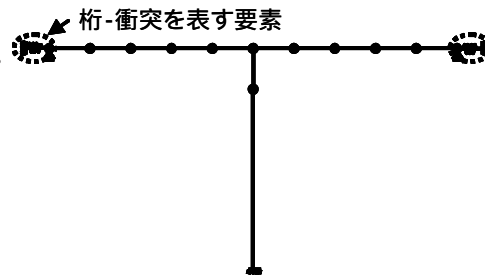


図-2 解析対象橋梁の骨組モデル

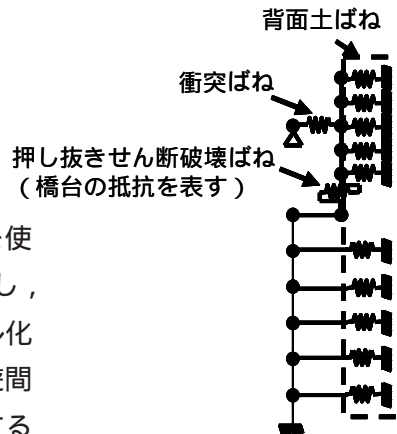


図-5 橋台・背面土分離モデル

2.2 桁 - 橋台衝突のモデル化

桁 - 橋台衝突モデルとして 3 種のモデルを使用した . 第 1 は , 橋台を剛な固定壁と仮定し , 衝突ばねのみを用いて桁 - 橋台衝突をモデル化した衝突ばねモデルである . 衝突ばねは , 遊間量以上の桁変位が発生した際に力が発生する非線形関係を持ち , 衝突ばねの剛性は文献²⁾

を参考に決定した . 第 2 は , 図-3 に示す静的簡易モデル¹⁾である . 衝突ばねと橋台と背面土の抵抗特性を表すばね (橋台・背面土一体ばね) を直列に接続することで桁 - 橋台衝突をモデル化したものである . 図-4 に橋台・背面土一体ばねの荷重 - 変位関係を示す . 橋台・背面土一体ばねの剛性は , 解析対象橋梁の有限要素モデルを用いたプッシュオーバー解析により決定した . 第 3 は , 図-5

に示す橋台・背面土分離モデル¹⁾である . 橋台の抵抗特性と背面土の抵抗特性を個別に表したモデルであり 橋台の抵抗特性を表すばねとしてパラペット基部に押し抜きせん断破壊ばねを , 背面土の抵抗特性を表すばねとして鉛直方向に複数個の背面土ばねを配置した 押し抜きせん断破壊ばねの荷

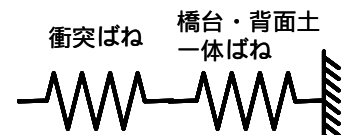


図-3 静的簡易モデル

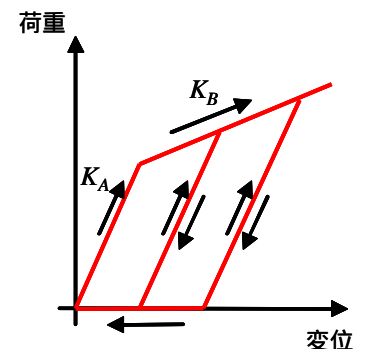


図-4 橋台・背面土一体ばねの荷重 - 変位関係

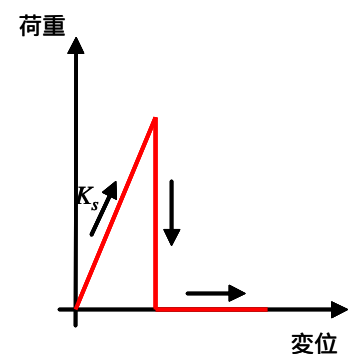


図-6 押し抜きせん断破壊ばねの荷重 - 変位関係

重-変位関係を図-6に示す。また、背面土ばねの荷重-変位関係は図-4に示した関係を用いた。なお、押し抜きせん断破壊ばねの剛性は文献4)を、背面土ばねの剛性は文献1)を参考に決定した。上述した3種のモデルにおけるプッシュオーバー解析結果を図-7に示す。橋台の剛性は、衝突ばねモデルが最も大きく、橋台・背面土分離モデルが最も小さいことが確認できる。

2.3 解析条件

地震応答解析に用いる地震動の時刻歴波形は道示標準波TYPE - 1を使用し、橋軸方向に入力した。各部材の部材別減衰定数は、桁3%、橋脚および橋台は5%とした。数値積分法は、Newmark法(γ=0.25)を用い、積分時間間隔を20000分の1秒とした。

3. 地震応答解析

3.1 応答変位

表-1に橋台A2側の桁最大変位を示す。なおこの変位量は桁端の最大変位量から遊間分を引いたものである。これより、橋台の剛性が小さいモデルほど桁変位量が大きくなることわかる。また、支承が破壊しない場合、桁変位量を過小評価すると、耐震補強工法として変位拘束工法を用いる場合、桁変位量を最も大きく評価している橋台・背面土分離モデルが最も安全側のモデルであるといえる。表-2に橋台最大変位を示す。すべてのモデルにおいて桁最大変位量とほぼ同値であり、これより橋台は、慣性力による変位応答はほとんどなく、桁との衝突による変位量を見れば橋台の応答変位がわかるといえる。

3.2 応答衝突力

図-8に、各モデルの衝突力-衝突速度関係を示す。既往の研究における解析対象橋梁の衝突解析³⁾において、衝突速度1.0m/sにおける衝突力が21700kNであった。これより、衝突ばねモデルは衝突力を過大評価しており、地震応答解析において衝突力を適切に評価するためには、橋台の抵抗や背面土の抵抗を適切に考慮したモデルを使用する必要があると考えられる。

4. まとめ

橋台の抵抗や背面土の抵抗を考慮したモデルは、応答変位を安全側に、衝突力をより適切に評価していることがわかった。そのため、桁-橋台衝突をモデル化するには、橋台の抵抗や背面土の抵抗を考慮したモデルを使用する必要があると考えられる。

参考文献

- 1) 既設橋梁の耐震補強工法事例集, (財) 海洋架橋・橋梁調査会, 2005.4
- 2) 川島一彦: 動的解析における衝突のモデル化に関する考察, 土木学会論文報告集, 第308号, pp.123-126, 1981.
- 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 Vol.53A, pp.1219-1226, 2007
- 4) 幸左賢二, 宮原みか子, 閑上直浩, 萩原隆朗, 局所集中荷重を受ける鉄筋コンクリート梁端部の実験的検討, 構造工学論文集, Vol.50A, pp.943-950, 2004.3

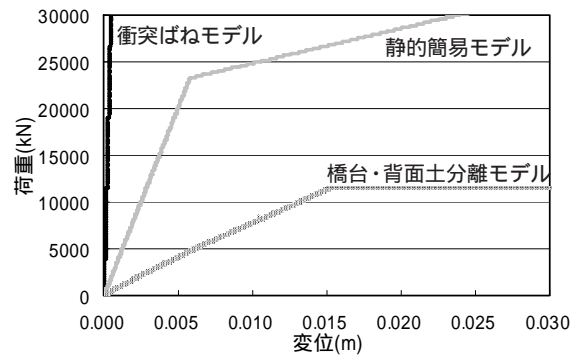


図-7 プッシュオーバー解析結果

表-1 桁最大変位

	衝突ばねモデル	静的簡易モデル	橋台・背面土分離モデル
桁左端	0.000	-0.017	-0.051
桁右端	0.000	0.022	0.052

単位: m

表-2 橋台最大変位

	衝突ばねモデル	静的簡易モデル	橋台・背面土分離モデル
橋台A1	0.000	-0.017	-0.051
橋台A2	0.000	0.022	0.052

単位: m

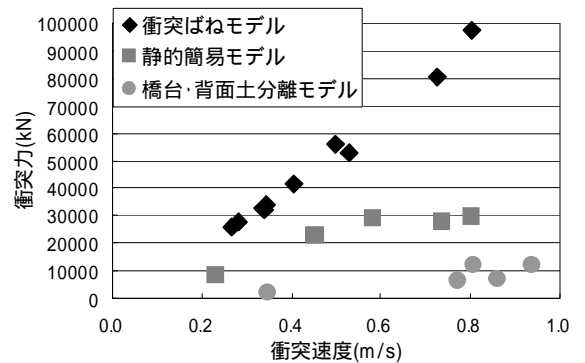


図-8 衝突力-衝突速度関係