

地震時の桁衝突に伴う橋梁下部工応答特性の解析的検討

土木研究所 寒地土木研究所 正会員 ○西城能利雄  
 土木研究所 寒地土木研究所 正会員 岡田 慎哉  
 土木研究所 寒地土木研究所 正会員 西 弘明

1. はじめに

既設橋梁の耐震補強について、個々の部材の耐震補強だけでなく、橋全体での耐震性能を向上させることも合理的な工法の選択として重要であるとされている。<sup>1)</sup>その工法の1つとして変位拘束工法があり、既往の研究において橋台により水平変位の拘束を期待する桁衝突に関する研究<sup>2)</sup>がされており、桁衝突解析より衝突現象のモデル化および橋台の抵抗特性が確認されている。しかし、橋台ウィング形式をパラメータに着目した事例が少ないと言える。

そこで、本研究では地震時の桁衝突に伴う橋梁下部工（橋台、橋脚）の応答特性について、橋台ウィング形式による違いを把握する目的で解析的検討を実施した。

2. 解析概要

解析対象橋梁は、昭和55年道路橋示方書で設計された2径間連続のコンクリート橋を想定している。また、下部構造は堅壁高さ10mの逆T式橋台、橋台パラペットは高さ2.2m・厚さ0.5m、躯体高10mの壁式橋脚とした。橋台ウィングは図-1に示すように5形式とし、橋台耐力はパラペットおよび堅壁基部耐力の最小値とした。

解析モデルは図-2に示す橋梁全体系での非線形解析モデルである。考慮した水平抵抗は橋台パラペットの水平抵抗、橋台背面土の水平抵抗、桁の衝突であり、図中に示すようにバネでモデル化した。橋台パラペットバネは過去の被災状況より破壊形態に応じて、曲げ破壊型の場合には図中に示す剛性低下トリリニア型M-φモデルを、せん断破壊型の場合はパラペット基部の押し抜きせん断面積より算出した押し抜き抵抗バネを設定した。橋台背面土バネは既往の背面土ボーリング実績結果より、設計上安全側を考慮した静的地盤バネ(N=5,φ=30°,C=0kN/m<sup>2</sup>, E<sub>0</sub>=2800N)を採用した。桁衝突バネのバネ値は5K(K:上部構造軸剛性)とし、衝突が生じている間だけ作動するものとした。橋台堅壁基部および橋脚基部の曲げ破壊型モデルは剛性低下トリリニア型M-φモデルとした。基礎バネは底版下面に水平と回転の2自由度に集約したバネとして設定した。支承条件は橋脚上1点固定とした。

表-1に全解析ケースを示す。支間長は10・30・50mの3ケース、橋梁遊間は20・40・70・100mmの4ケース

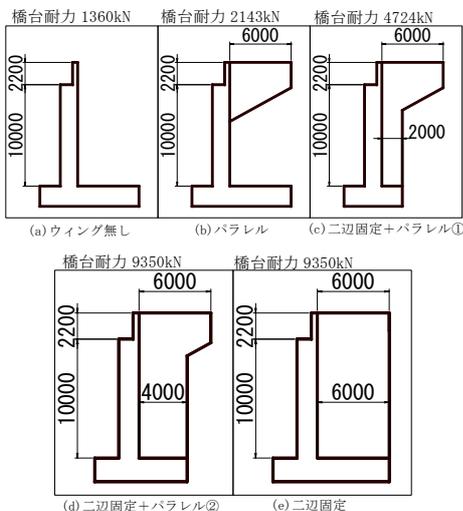


図-1 橋台ウィング形式

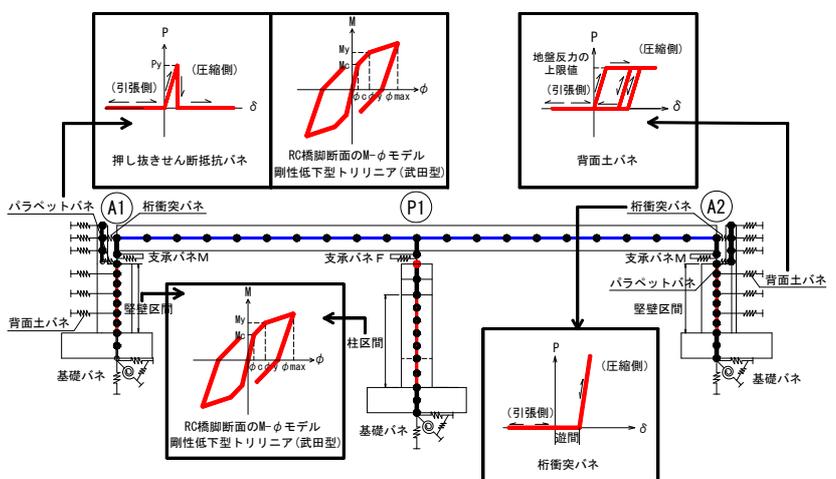


図-2 解析モデル

キーワード 桁衝突, 下部工応答, 橋台ウィング形式

連絡先 〒062-8602 札幌市豊平区平岸1条3丁目1-34 土木研究所 寒地土木研究所 TEL011-841-1698

とした。表-2 に示す条件で、道路橋示方書のタイプ II 地震動を入力波とした時刻歴応答解析を実施した。

3. 解析結果

本検討では、下部工応答として橋脚天端とパラペット天端の最大変位に着目した。橋脚応答に関しては、許容変位に対する比（橋脚照査値）で整理しており、1 以下であれば照査を満足することになる。

(1) 支間長の影響

図-3 に支間長を変化させた場合の橋脚・橋台応答を示す。横軸に橋台耐力、縦軸は橋脚照査値およびパラペット天端最大変位である。支間が長くなるほど、下部工応答が大きくなる傾向にあるが、上部工重量の増加に伴うものである。また、橋台ウィング形式別で比較すると、形式(b),(c)の下部工応答が小さいことがわかる。橋脚照査を満足するケースは、支間長 10,30m のウィング有りの場合である。一方、パラペット天端最大変位はウィング有りの場合で、形式(e)が最大で 13.6cm であり、それ以外は 10cm を下回っている。

(2) 遊間量の影響

図-4 に遊間を変化させた場合の橋脚・橋台応答について、図-3 と同様に示している。図より、遊間が大きくなるほど、橋台による拘束効果が発揮できなくなり、橋脚応答は大きくなる傾向にあることがわかる。一方、ウィング有りの場合、パラペット天端変位の形式による差はほとんど見られない。それは支間長 30m 程度の上部工重量では、ウィングの存在によりパラペットが破壊まで至っていないためと考えられる。

4. おわりに

本研究では地震時の桁衝突に伴う橋梁下部工（橋台、橋脚）応答特性について、橋台ウィング形式に着目して検討を行ったが、本検討の条件では、その影響は顕著にみられなかった。

今後は、上部工形式や緩衝材等をパラメータとして追加し、検討を進める予定である。

参考文献

- 1) (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.
- 2) たとえば、田崎賢治，幸左賢二，新井伸博，阿部弘典：桁衝突解析における橋台部の抵抗特性とモデル化に関する一考察，土木学会年次学術講演会講演概要集，Vol.59，pp323-324，2004.9

表-1 解析ケース

| ケース名  | 橋台ウィング形式 | 支間長(m)   | 橋梁遊間(mm)     |
|-------|----------|----------|--------------|
| (a)-1 | ウィング無し   | 10,30,50 | 40           |
| (b)-1 | パラレル     |          |              |
| (c)-1 | 二辺+パラレル① |          |              |
| (d)-1 | 二辺+パラレル② |          |              |
| (e)-1 | 二辺固定     |          |              |
| (a)-2 | ウィング無し   | 30       | 20,40,70,100 |
| (b)-2 | パラレル     |          |              |
| (c)-2 | 二辺+パラレル① |          |              |
| (d)-2 | 二辺+パラレル② |          |              |
| (e)-2 | 二辺固定     |          |              |

表-2 解析条件

| 項目       | 条件                                 |
|----------|------------------------------------|
| 設計方向     | 橋軸方向                               |
| 積分手法     | Newmark $\beta$ 法 ( $\beta=0.25$ ) |
| 解析時間間隔   | 1/10000 秒                          |
| 減衰考慮方法   | Rayleigh 減衰                        |
| 固有周期計算手法 | サブスペース法                            |
| 使用プログラム  | TDAP III                           |
| 基礎地盤条件   | II 種地盤                             |
| 衝突位置     | 桁中心                                |
| 入力地震波    | タイプ II - II - 1                    |

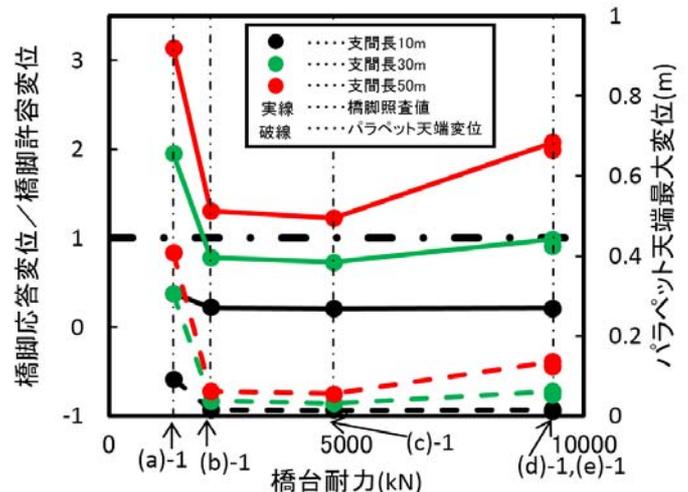


図-3 橋脚照査値・パラペット天端変位 (支間長の影響)

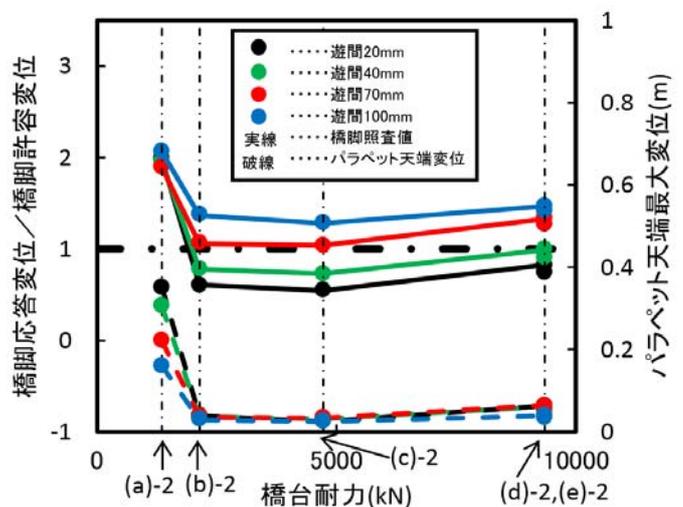


図-4 橋脚照査値・パラペット天端変位 (遊間量の影響)