

柱・梁接合部に弾性嵌合構造を用いた高架橋の地震時応答特性の検討

JR 東日本研究開発センター 正会員 ○小林 薫

JR 東日本研究開発センター 正会員 杉崎 向秀

1. はじめに 都市部では、高架下を店舗や事務所で用いている場合が多い。このような個所では、列車走行に伴う高架下建物の騒音や振動をできるだけ低く抑え、高架下環境を良好な状態にすることが望まれている。鉄道の構造物としては、ビームスラブ形式のラーメン高架橋が多く用いられている。ラーメン高架橋は、柱・梁が剛結となっており、列車走行時の振動はスラブ・梁・柱を伝播することになる。このような振動の伝播が高架下環境を悪化させる原因となっていた。

列車走行時の振動の伝播をできるだけ低減し、高架下環境を良好にするために、ラーメン高架橋の柱・梁接合部に弾性体を挿入する高架構造の検討を行っている。このような高架橋の振動低減効果は、別途列車走行解析から検討を行っており、弾性体のバネ定数との関係もあるが、従来構造に比べて柱の振動加速度レベルを低減する効果があることを確認している。

本構造の高架橋には、振動低減効果とともに、耐震性能も満足する必要がある。本接合構造を用いた高架橋は、地震時の変形特性として、柱の変形性能とともに、嵌合部側面に配置する弾性体の変形に伴う剛体変位も生じる。このことから、通常の剛結構造と同じ上部工の変形量となった場合、剛結構造は柱のみの変形となるが、本接合構造を用いた高架橋は、弾性体の変形に伴う剛体変位分があるので、柱自体の変形は小さいと考えられる。このことは、地震時の変形状態を考えた場合、柱の応答回転角を低減できる可能性があり、主目的は振動低減であるが、地震時の損傷レベルを低減できる高架構造の可能性もある。本文は、振動低減に用いる接合構造を有する高架橋で、地震時の損傷程度に着目した検討を行ったので報告する。

2. 弾性体を挿入した柱・梁嵌合接合構造の概要 図-1に、柱・梁接合部に弾性体を挿入し、柱を嵌合した接合構造の概要を示す。本接合構造は、梁あるいはフーチングに柱を嵌合させるための箱抜きを施工しておき、その中に柱を所定の長さ嵌め込む嵌合構造となっている。柱上下端部には、列車走行時の振動レベルを低減するための弾性体を配置し、嵌合内での柱側面にも必要に応じて弾性体を配置する。柱側面の弾性体は、列車走行時の振動低減に直接寄与しないが、構造物の耐震性能を考慮して柱側面に弾性体を配置することを基本とした。

3. 接合部の構造モデル 図-2に、本接合部に用いた構造モデルの概要を示す。本モデルは、接合部に柱部材を嵌合し、その周辺に弾性体を表現するバネ要素を取り付けた。バネ要素は、柱軸方向の端部に鉛直バネと回転バネを、嵌合内部の柱側面には水平バネをそれぞれ配置した。嵌合接合部および柱部材を含んだ構造モデルの精度の検証は、既往の実験結果^{1) 2)}を用いた。図-3に、参考文献 2)に示す門型構造試験体での解析モデル検証結果の一例を示す。バネ要素としては、フーチングを考慮した R-O モデルとしており、弾性体の圧縮試験結果から検討を行い定めた。

4. 地震応答解析の概要 解析対象とした高架橋の一般図を図-4に示す。用いた地震は、鉄道の耐震標準³⁾に定義されている標準波を用いた。解析結果の一例として、図-5, 6に、G5地盤に適合する地震波での解析結果を示す。柱部材の回転角と曲げモーメントの履歴図では、通常の剛結構造の方がポストピークを超えた領域まで変形が進むのに対して、本接合構造を用いた高架橋は剛結構造よりも 25%程度柱部材の曲げ耐力を低減しても、柱に生じる回転角は剛結構造の 1/3 程度となった。また、上層位置の応答変位は、本接合構造を用いた方が大きくなるが、残留変位は小さくなった。

5. まとめ

キーワード 高架橋, 嵌合継手, 地震応答解析

連絡先 〒331-8513 埼玉県さいたま市北区日進町 2-0 JR 東日本研究開発センターフロンティアサービス研究所 TEL 048-651-2552

柱・梁接合部に弾性体を挿入した高架橋の地震時の応答特性の検討を行った。本検討結果から、上層位置の応答変位は大きくなるものの、残留変位、柱の応答部材角が小さくなり、本接合構造を用いることで高架橋の地震時損傷を低減できる可能性がある。

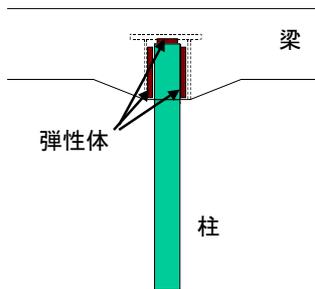


図-1 嵌合接合構造の概要
(柱上端部での例)

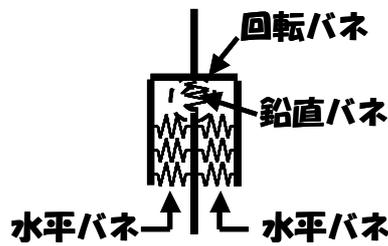


図-2 嵌合接合部の構造
モデル概要

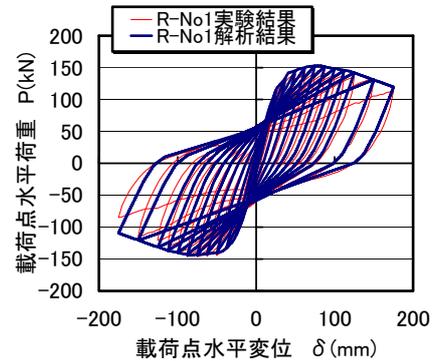


図-3 門型試験体での解析結果
検討結果

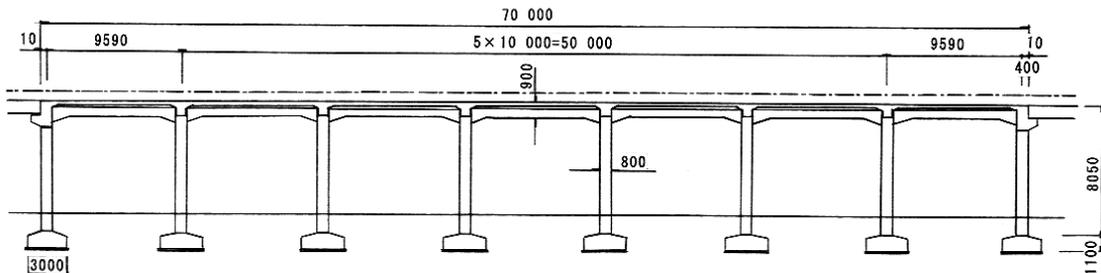


図-4 検討対象高架橋の一般形状

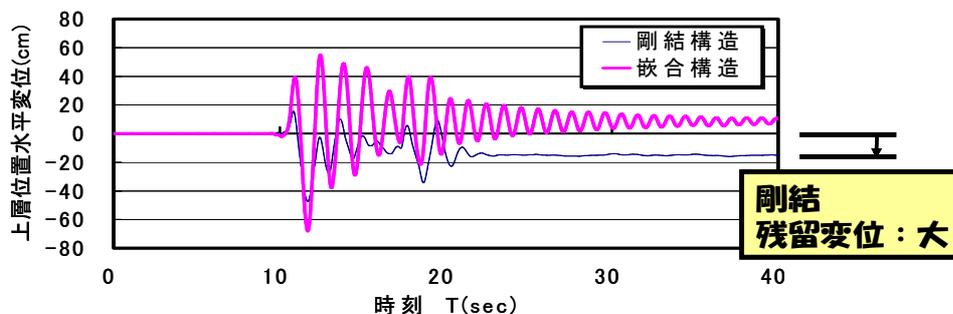


図-5 上層位置の応答変位波形

参考文献

- 1) 小林薫, 竹市八重子: 嵌合接合に弾性体を挿入した柱構造の変形挙動に関する実験的研究, コンクリート工学年次論文集 Vol. 27, No2, pp301-306, 2005.7
- 2) 小林薫, 杉崎向秀: 柱・梁嵌合弾性接合ラーメン構造の交番載荷実験, 土木学会第60回年次学術講演会, pp917-918, 2005.9

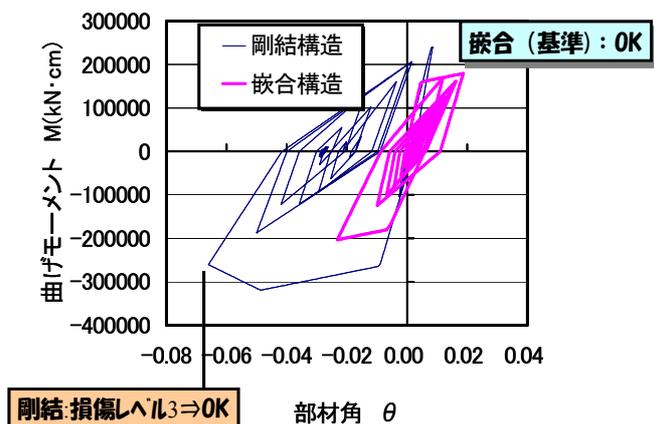


図-6 柱部材の M-θ の履歴図