

既設鋼鉄道橋に用いられたピボット支承の耐力・変形性能(その2)

- ピボット支承の補強工法について -

(財)鉄道総合技術研究所 正会員 芝 寛 池田 学
東日本旅客鉄道(株) 正会員 高野 幸宏 齋藤 聡 工藤 伸司

1. はじめに

首都圏をはじめ道路幅の広い幹線道路と交差する鋼鉄道橋には、大正から昭和初期にかけてポスト形式の鋼橋脚とピボット支承(球面形状の突起とくぼみを組合せた鋼製の支承)を有する構造が多く用いられている。このような構造形式の橋梁は、大規模地震時にピボット支承が弱点箇所となりうる¹⁾。そこで、簡易なリングタイプの補強部材(以下、補強リング)を考案し、交番載荷試験を実施してその効果を検討した。

2. 補強リングの目的

ピボット支承を直接補強する工法として、「補強リング」を考案した。図1にピボット支承に補強リングを設置した状況を示す。ポスト橋脚は、歩車道

境界に設置されている場合が多く大型部材によるピボット支承の補強は制約を受ける。そこで、補強工法は、ポスト橋脚の断面内に収まるサイズであること、簡易に現場で施工できる工法となることに配慮して、簡易なリングタイプとした。ピボット支承(アンカーボルト無)は、別報²⁾の試験結果より回転が進展して上下沓が接触すると、その後接触箇所を回転の中心として上沓が下沓に乗り上がるようにして逸脱へと至ることが明らかとなったので、補強リングは、図2に示す3つの効果により逸脱を防止するものとした。

3. 補強リングの構造

図3に補強リングの概要図を示す。補強リングは、鋼管(STAM13A)を半割した「リング」と、「はね」(SS400)を溶接して製作した。ピボット支承の回転を阻害するとポスト橋脚に損傷を誘発する恐れがあること¹⁾から、リングの内径は、ピボット支承が回転域にあるときの挙動を阻害しないように左右5mm程度の遊間を設けた。はねの高さはピボット支承が回転して上沓と下沓が接する少し前に沓とリングが接触するように高さを設定した。

ピボット支承への取付は、両側から挟むようにして高力ボルトで留める方法とした(図1)。

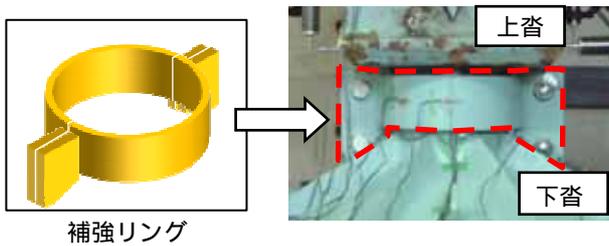


図1 補強リングの構造と設置状況

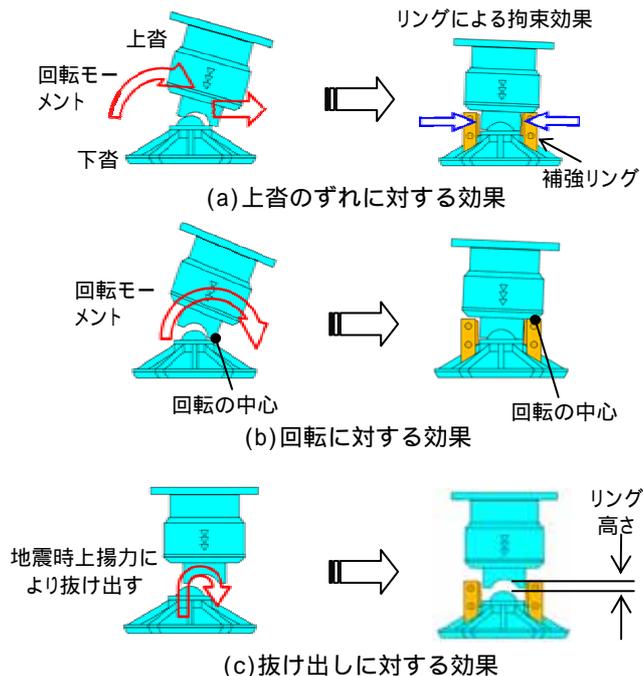
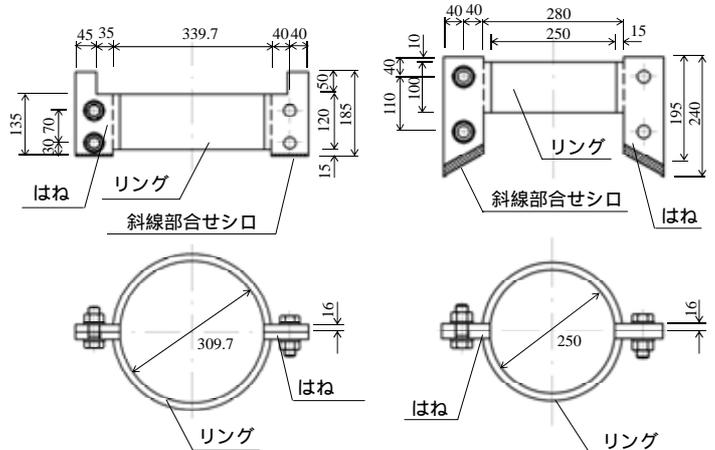


図2 補強リングに期待する効果



(a)ポスト橋脚上端ピボット 支承用補強リング (b)ポスト橋脚下端ピボット 支承用補強リング

図3 補強リング

キーワード 鋼鉄道橋, ポスト形式の鋼橋脚, ピボット支承, 補強リング, 交番載荷試験

連絡先〒185-8540 東京都国分寺市光町2-8-38(財)鉄道総合技術研究所 構造物技術研究部 鋼・複合構造 TEL042-573-7280

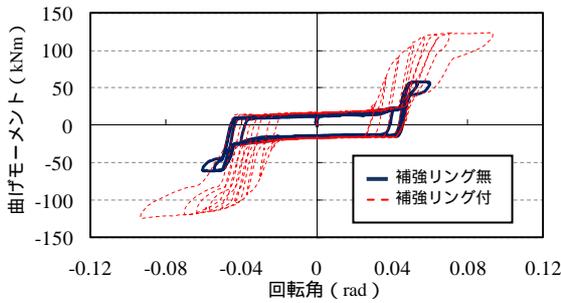


図4 M- 関係 (試験体 No.1UU)

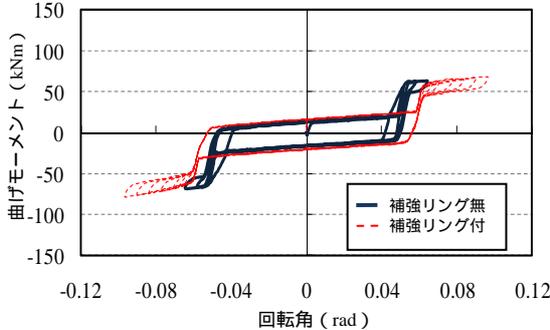


図5 M- 関係 (試験体 No.4UL)

4. 交番載荷試験による補強効果の確認

交番載荷試験は、上部工反力としての鉛直荷重を一定に保持して、水平荷重を繰返し載荷した²⁾。試験体は、別報²⁾のNo.1UUとNo.4ULを使用した。図4、図5に試験結果の曲げモーメントと回転角の関係を示す。

補強リングが無いNo.1UU, No.4ULは、ほぼ同様の挙動を示した。上下沓が接触するまで回転すると急激に曲げモーメントが増加し、約60kN・mに達した後は回転のみが進展して、0.06radのとき上沓が下沓に乗り上がり逸脱しそうになった。No.1UUの上沓(図6(a))のひずみ値は、曲げモーメントが約60kN・mに達したとき50μ程度であり、以降は増加しなかった。No.4ULの上沓(図6(c))のひずみ値は、曲げモーメントが約60kN・mに達したとき約1500μを示し、また、下沓(図6(c))のひずみ値は約1800μ、回転角0.06radのとき約25000μであった。

No.1UUに補強リングを設置すると、回転角が増加して下沓が補強リングに接触すると急激に曲げモーメントが増加し、約120kN・mに達した後は回転のみが進展した。最終的には載荷装置の水平可動域限界(0.09rad)まで回転させたが、逸脱しなかった。すなわち、補強リングを取付けることにより、耐力は約2倍、変形性能は約1.5倍増加することを確認した。

補強リング(図6(b))のひずみ値に着目すると、接触してすぐに約1500μのひずみが発生し、曲げモーメントが約120kN・mに達したとき約26000μ、回転角0.09radのとき約51000μ生じていた(図7)。試験後の

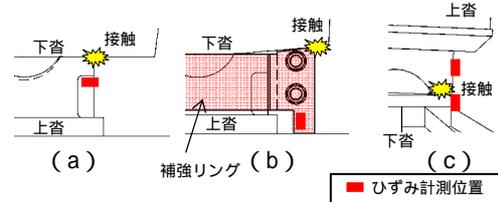


図6 ひずみ計測箇所

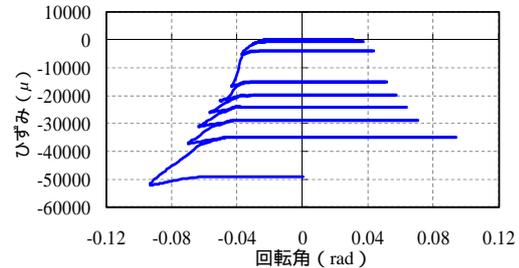


図7 ひずみ - 関係

補強リングを見ると、はね部分が若干変形しており、補強リングでピボット支承の回転に抵抗していることが確認できた。したがって、補強リングに大きなひずみと変形が生じていることから、今回の試験の範囲では、この回転角を補強リングの効果が発揮される限界とするのがよいと考えられる。

No.4ULに補強リングを設置した結果は、上沓と補強リングのはね部分が接触する前に上下沓が接触したため、曲げに抵抗する効果は得られなかったが、0.09radまで回転させたが逸脱しなかった。そのため、変形性能については、少なくとも1.5倍増加することが確認できた。はねの高さを適切に設定することにより、耐力についてもNo.1UUと同様の結果が得られるものと考えられる。

5. まとめ

大規模地震時にピボット支承(アンカーボルト無)の逸脱を防止することを目的とした「補強リング」を考案し、その効果を交番載荷試験により確認した。本研究により得られた知見を以下に示す。

- ・補強リングを設置すると、耐力は約2倍、回転変形性能は約1.5倍増加する。
- ・補強リングが曲げに抵抗する効果が発揮できる限界回転角は0.09rad程度である。

今後は、試験結果より、補強リングを取り付けたピボット支承の復元力モデルを提案するとともに、既設構造物の補強リングの応答低減効果を検証する予定である。

参考文献

1) 黒田智也, 池田学, 杉館政雄, 齋藤聡, 工藤伸司: ポスト形式橋脚を有する鋼鉄道橋の地震時挙動に関する基礎的検討, 構造工学論文集, Vol.55A, 2009.3
 2) 高野幸宏, 齋藤聡, 工藤伸司, 芝寛, 池田学: 既設鋼鉄道橋に用いられたピボット支承の耐力・変形性能(その1), 土木学会第65回年次学術講演会, 2010.9(投稿中)