

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)

JR 東日本 (正)○高野 幸宏 (正) 齋藤 聡 (正) 工藤 伸司
鉄道総合技術研究所 (正) 芝 寛 (正) 池田 学

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写真 1 に示すような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)を有する鉄道橋が多く用いられている。このような鉄道橋は、首都圏の重要な幹線輸送を支える箇所に設置されており、地震被害が生じると社会的、経済的な影響が大きいと考えられることから、適切な耐震性の評価が求められている。しかしながら、地震時の解析に用いるピボット支承の復元力特性に関しては、研究事例が少なく、不明な点が多く残されている。そこで、ピボット支承について構造や寸法等をパラメータとした交番载荷試験を実施し、繰返し载荷時のピボット支承の挙動や、耐力と変形性能について確認した。本検討結果について以下に述べる。

2. 交番载荷試験

(1) 試験体

载荷試験の試験体は、実橋りょうの撤去に伴い発生した撤去品を試験体とした。ポスト形式の鋼橋脚の上端にある試験体を「UU」, 下端にある試験体を「UL」とし、それぞれ3体ずつ計6体の試験を行った。また、本試験体は、図1に示すように、アンカーボルトが挿入されているタイプであったが、ピボット支承の歴史的な変遷として、アンカーボルトが挿入されているタイプ(以下、アンカーボルト有

という)は、昭和3(1928)年以降に建設されたタイプである。昭和3(1928)年以前に建設されたピボット支承は、アンカーボルトが挿入されていないタイプ(以下、アンカーボルト無という)であるため²⁾、3つの試験体のうち一つはアンカーボルトを外して試験を行った(表1参照)。

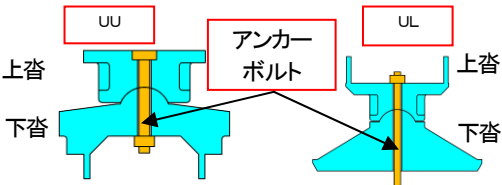


図1 アンカーボルト

表1 試験体一覧

No.	実橋での設置箇所		アンカーボルト
	支持する主桁	橋脚の上下端	
1UU	外主桁	上端部	無し(撤去)
2UU	外主桁	上端部	有り
3UU	中主桁	上端部	有り
4UL	外主桁	下端部	無し(撤去)
5UL	外主桁	下端部	有り
6UL	中主桁	下端部	有り

(2) 载荷内容

载荷試験は、試験体の上に治具を取付け、治具の上側に鉛直荷重と水平荷重を与えることでピボットに曲げを発生させる方法とした。試験体への载荷方法は、上下沓が回転挙動をしている状態での履歴特性を確認するため鉛直荷重0、200、500 k Nの一定圧縮

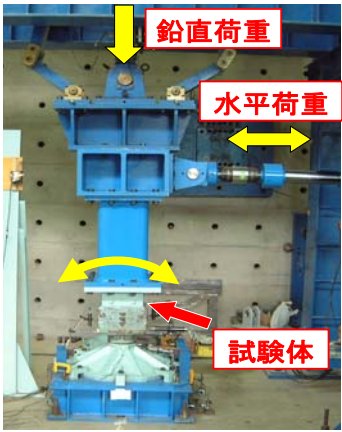


写真2 交番载荷試験の状況

軸力を3 ケース载荷し、水平荷重を上下沓接触まで与える正負交番载荷試験とした。また、終局挙動を確認するため、鉛直荷重500 k Nの一定圧縮軸力を载荷し、水平荷重を正負交番で沓が破壊するまで载荷することとした(写真2、写真3 参照)。

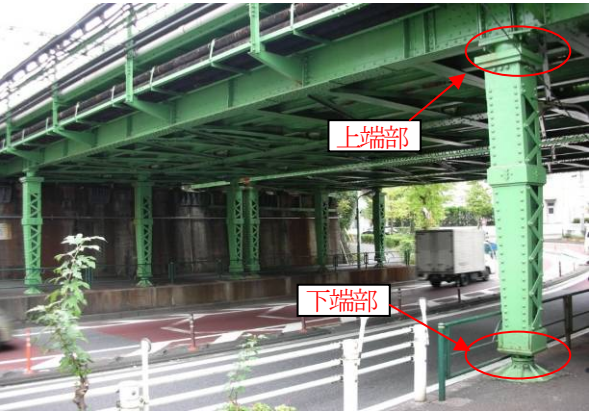


写真1 ポスト形式の鋼橋脚とピボット支承を有する鉄道橋

キーワード ポスト形式の鋼橋脚、ピボット支承、アンカーボルト

連絡先 JR 東日本 建設工事事務 構造技術センター鋼構造G 〒151-8578 東京都渋谷区代々木2-2-2 TEL03-5334-1288

(3) 試験結果

本論文では終局挙動を確認する載荷の結果について示すこととする。本試験では、ピン構造の治具を利用して回転モーメントを与えていることから、試験結果を曲げモーメント(M)と回転角(θ)の関係で示した。曲げモーメントは、水平荷重によりピボット支承に作用する曲げモーメントと鉛直荷重の偏心による曲げモーメントの合計値とした。回転角は、上沓の水平方向変位量を、ピボット支承の回転中心から水平荷重の載荷位置までの高さで除して求めた。ピボット支承の載荷時の挙動は、上端および下端の支承とも同じ挙動を示しており、試験開始時には上沓と下沓が真っ直ぐ立っているが、水平荷重を与えることでピボット支承が回転する。その後、上下沓が接触すると接触箇所を回転の中心として、上沓が乗り上がる挙動をした(図2参照)。アンカーボルト無での試験結果は、水平荷重を増加させることで、一定の曲げモーメントで回転は進展するが、上沓と下沓が接触してからは、曲げモーメントが急激に増加した。その後、曲げモーメントは増加せずに回転角のみが進展し逸脱に至るような挙動を示した(図3参照)。また、アンカーボルト有での試験結果は、ピボット支承の回転範囲にある間は、アンカーボルト無と同様であるが、アンカーボルトと沓が接触すると曲げモーメントが増加するという結果であった(図4参照)。回転変形量が大きい領域では、アンカーボルトが抵抗するため、アンカーボルト無の試験体と比べて変形性能は約1.5倍以上、耐力は約1.7倍以上増加している。

4. まとめ

本試験により、ピボット支承の終局挙動および曲げモーメントと回転角の関係を把握することができた。また、アンカーボルトが挿入されているタイプでは、挿入されていないタイプに比べて回転域は小さいが変形性能は約1.5倍以上、耐力は約1.7倍以上増加するという結果が得られた。

5. 今後の予定

今後は、得られた試験結果からピボット支承の復元力モデルを提案する予定である。さらに、全体構造解析を行い、ポスト形式の鋼橋脚とピボット支承を有する既設構造物の耐震評価法を検討する予定である。

【参考文献】

- 1) 芝寛, 池田学, 黒田智也, 齋藤聡, 工藤伸司: 既設鋼鉄道橋に用いられるピボット支承の復元力特性に関する実験的研究. 第13回地震時保有耐力法に基づく橋梁等構造物の耐震設計に関するシンポジウム講演論文集, 2010. 2
- 2) 日本国有鉄道: 鉄道技術発達史第2篇(施設)Ⅲ, 1959. 1

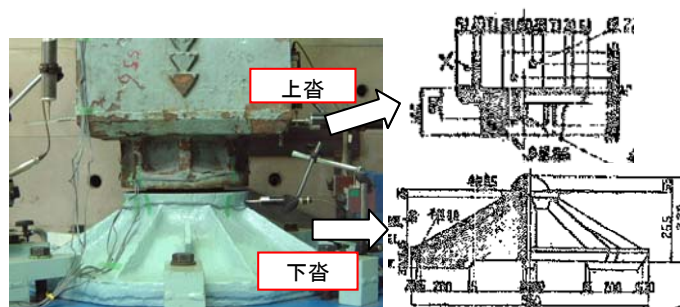


写真3 ピボット支承試験体形状

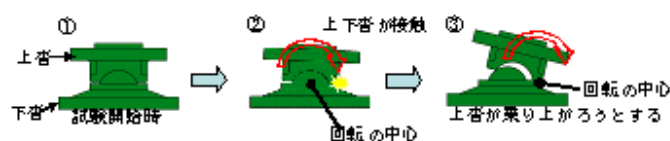


図2 ピボット支承回転変形時の挙動

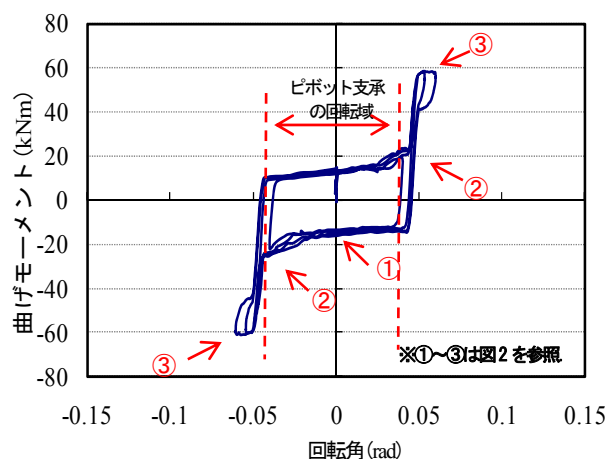


図3 曲げモーメントと回転角の関係 試験体No. 1U (アンカーボルト無)

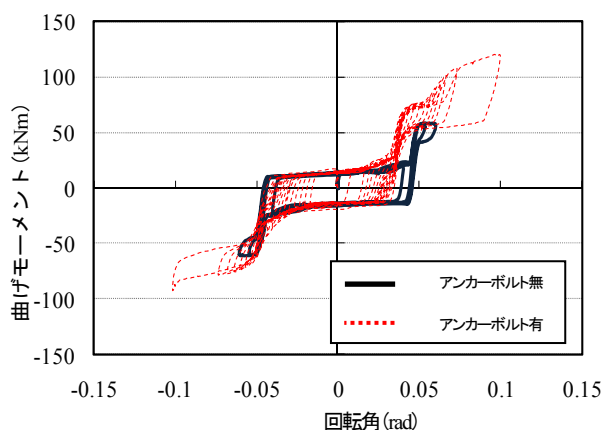


図4 曲げモーメントと回転角の関係 試験体No. 2U (アンカーボルト有)