ポスト形式鋼橋脚を有する鉄道橋の分布状況と耐震性評価

（財）鉄道総合技術研究所 (正) ○黒田　智也 (正)池田　学 (正)杉舘　政雄
東日本旅客鉄道株式会社 (正)齋藤　聡 (正)工藤　伸司
(正)高瀬　誠司 (正)土屋　尚登

1.はじめに

大規模地震に対して被害を事前に防ぐために，既設構造物に対し耐震性能を評価し，必要により補強方法を策定する事が課題となっている．特に都心部の幹線道路と交差する鋼鉄道橋には，ポスト形式の鋼橋脚を有する橋梁（**図-1**）が多く，これまでこのような橋梁を対象とした調査・研究事例は少なく，大規模地震時の耐震性については不明な点が多い．

本稿では首都圏におけるポスト形式の鋼橋脚を有する鉄道橋を対象に分布，形式を調査し，中規模地震に対して耐震性の評価を行ったので報告する．

(a)全　景　　(b)ポスト形式橋脚

図-1 ポスト形式の鋼橋脚を有する鉄道橋

2.ポスト形式の鋼橋脚を有する架道橋

調査は首都圏におけるポスト形式の鋼橋脚を有する鉄道橋（以下，架道橋）25 橋を対象とした．調査結果による一般的な架道橋の形式を**図-2** に示す．構造形式の多くは複線 3 主桁の 3 径間ゲルバー桁式構造である．また，調査箇所の半数以上が秋葉原，有楽町駅付近に集中しており，特に有楽町付近は明治～大正時代に建設された東京市街鉄道高架橋[1]で，80 年近く経過した今でもJR東海道本線，山手線，京浜東北線といった首都圏の幹線輸送を支えている．調査した 25 橋のうち半数近くが関東大震災以前に建設されたものであり，災害記録等[2]を調査したところ震災時の損傷報告はなく，関東大震災レベルの耐震性能を有していると推測される．

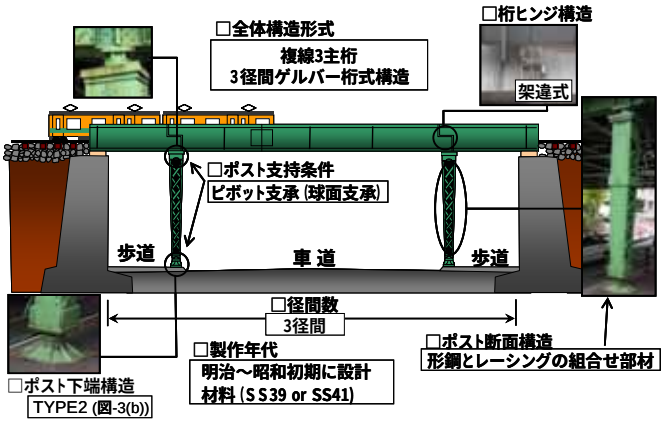


図-2 架道橋の構造形式

3.構造形式

今回検討対象とした，架道橋の構造形式は鉄道橋に多い形式で，特にポスト橋脚とポスト下端構造に着目し構造分類を行った結果を**図-3** に示す．ポスト橋脚は大部分が形鋼部材とレーシングバーをリベットで組合せた構造であった（**図-3(a)**）．ポストの上下端はピボット支承（球面支承）が用いられている．ポスト下端部は主に 4 種類に分類され，全体の 8 割がピボット支承だった（**図-3(b)**）．ピボット支承の形式も主に 3 種類あり，そのうち TYPE2 が最も多い．各ﾀｲﾌﾟの構造上の大きな違いについては，TYPE3 に設置されているような浮上がり防止リングの有無で，TYPE2 には浮上がり防止リングはついていない（**図-3(b)**）．

(a) **ポスト橋脚**

(b) **ポスト下端部構造**

図-3 構造分類結果

キーワード　鋼鉄道橋　ポスト形式橋脚　ピボット支承　耐震評価
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
TEL 042-573-7280　FAX 042-573-7369

4.構造解析

解析は現存する架道橋をモデルに行った(**図**-4)．形式は複線 3 主桁の 3 径間ゲルバー式下路桁（道床式）で，中央径間 15.9m，側径間 3.9m，総支間 23.7m である．解析モデルは構造全体系を 3 次元骨組構造でモデル化した．

上部構造は主桁，横桁の主要部材を線形はり要素，桁ゲルバー部は橋軸方向をヒンジとしてモデル化した．ポスト橋脚は形鋼部材のみ剛性を考慮し線形はり要素とした．桁支承の橋軸方向は摩擦抵抗力およびソールプレート，橋軸直角方向はサイドブロックの損傷を考慮した非線形ばね要素とした[3) 5)]．

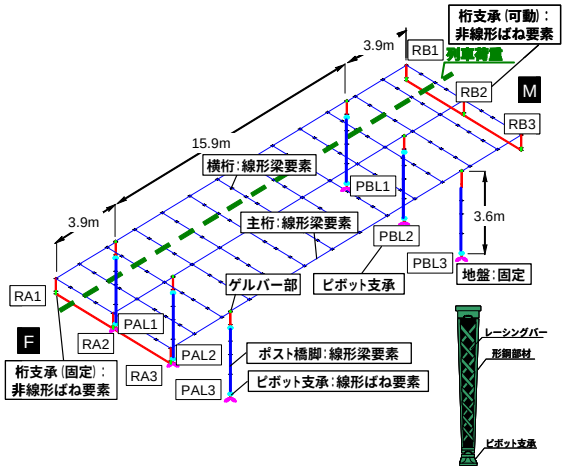


図-4 解析モデル

ピボット支承の限界状態は明らかになっていないため本検討では既往の研究[4)]を参考とし，**図**-5 に示すとおり，球面部分の接触による摩擦抵抗力と回転の限界θlimを考慮した線形ばね要素を設定した[5)]．ピボット支承突起部の接触を回転の限界とし，接触以降は突起部のせん断降伏と連結ボルトの破断の小さい方をピボット支承の限界状態Msと考えた（**図**-6(b)）．減衰はRayleigh減衰とし，減衰定数は 5%に設定した．載荷荷重は死荷重および列車荷重で，質量として節点に載荷した．列車荷重はEA-17 の牽引荷重（等分布荷重）を片線に載荷した．地震波には鉄道構造物等設計標準[6)]のL1 地震動を用いた．使用した解析ツールはDYNA2Eである．

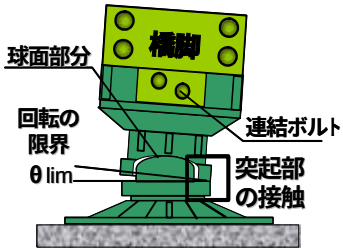
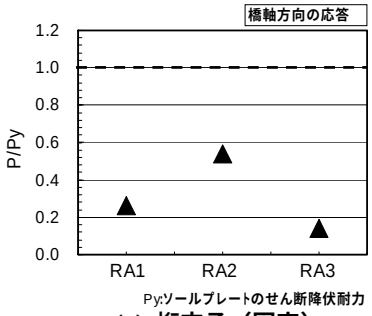


図-5 ピボット支承の挙動

5.解析結果

5.1 桁支承

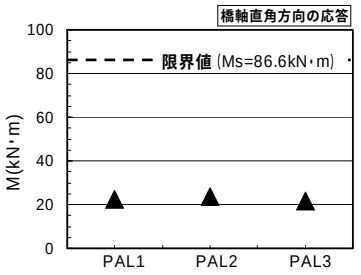
図-6(a)に橋軸方向に地震波を入力した時の固定側の桁支承の解析結果を示す．中央主桁の桁支承 RA2 で大きな応答が発生しており，P/Py（P:応答値，Py:ソールプレートのせん断降伏耐力）は 0.6 以下となっている．



(a) 桁支承（固定）

5.2 ピボット支承

橋軸直角方向に地震波を入力した時のピボット支承の最大曲げモーメントを**図**-6(b)に示す．ポストが支持する側主桁および中央主桁の違いによって，ピボット支承の応答値には変化が見られなかった．解析結果では今回設定した，限界状態 Ms=86.6kN・m に対し，最も応答の大きい PAL2 でも 35.5kN・m で十分余裕がある結果となっている．橋軸方向に地震波を入力した時の応答は更に小さかった．また，可動側のピボット支承 PBL1～3 についても同様の結果である．



(b) ピボット支承

図-6 解析結果

6.おわりに

首都圏におけるポスト形式の橋脚を有する架道橋を対象に調査を行った．対象とした架道橋は特に秋葉原，有楽町付近に多く，一般的な形式は 3 径間のゲルバー桁式下路鈑桁構造で，ポストは大部分が形鋼部材とレーシングバーをリベットで組合せた構造であった．架道橋の中には関東大震災以前に建設されたものも有り，災害記録等を調べたところ調査した架道橋の損傷報告はなかった．架道橋の構造全体系をモデル化し，鉄道標準の L1 地震動を用いた時刻歴応答解析を実施した結果，桁支承，ピボット支承共に耐力には余裕があり，L1 地震動に対しては，所要の耐震性能を有している事を確認した．

[参考文献]

1)市原他：東京市街線鉄道高架橋の設計，日本土木史研究発表会　論文集,第 10 号,1990.
2)土木学会：大正十二年　関東大地震　震害調査報告（第二巻），1984
3)安原他：既設鋼鉄道橋の鋼製支承の水平耐力評価法に関する実験および解析的研究，構造工学論文集，vol.49A,2003.3
4)安原他：既設鉄道鋼製ヒンジラーメン橋脚の簡易な耐震評価手法，土木学会論文集No.794，I－72，2005.7
5)池田他：ポスト形式鋼橋脚を有する鉄道橋の大規模地震時の耐震性評価に関する一考察,第 60 回土木学会年次学術講演会,2008.9.（投稿中）
6)鉄道総合技術研究所編：鉄道構造物等設計標準・同解説（耐震設計）,1999.10