

旧式鋼鉄道橋の鋼製橋脚(ポスト橋脚)の水平交番载荷試験

(公財)鉄道総研 正会員 吉田 直人 正会員 和田 一範 正会員 池田 学
 東日本旅客鉄道(株) 正会員 工藤 伸司 正会員 齋藤 聡

1. 目的

明治から昭和初期にかけて建設された旧式鋼鉄道橋には、形鋼部材を組合せた鋼製橋脚(ポスト橋脚)が多く用いられている(図1)。一方、都市部では旧式鋼構造物の耐震評価が重要となっており、種々の耐震補強工法が提案されてきた(図2)¹⁾。しかし、ポスト橋脚は一般に、柱の上下端がヒンジ構造となった軸力部材として設計されているが、耐震補強を行った結果、曲げモーメントやせん断力が作用するような構造形式になるという課題があった。そこで本研究では、ポスト橋脚の水平交番载荷試験を行い、ポスト橋脚の破壊形態および耐力評価を行ったので報告する。

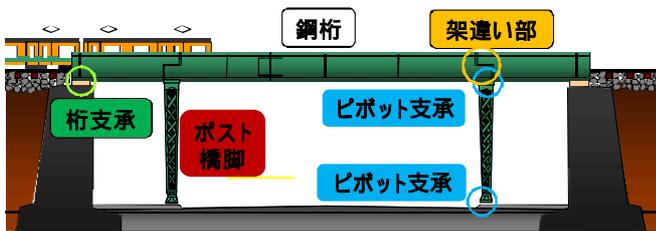


図1 旧式鋼構造物(概要図)



図2 耐震補強工法の例

2. 実験概要

水平交番载荷試験で用いたポスト橋脚は、実橋梁からの撤去品2体とした。図3に载荷概要図、表1に試験体諸元を示す。ここで、試験体は柱基部に向かって断面が小さくなる変断面構造である。载荷は、鉛直荷重を一定に保持した状態で、水平荷重を正負交番载荷することで実施した。また、载荷パラメータは鉛直荷重とし、 $N=500\text{kN}$ と 1400kN の2通りとした。ここで、 1400kN は財産図から読み取ったポスト橋脚の最大鉛直反力である。一方、正負交番载荷は降伏変位の整数倍の変位で载荷を行うこととし、繰り返し回数は1回とした。

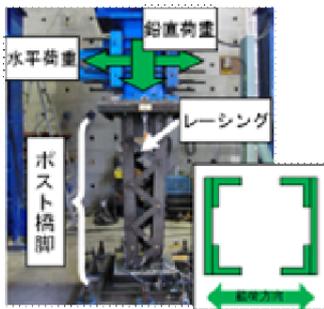


図3 载荷概要図

表1 試験体諸元

試験体	鉛直荷重[kN]	A [mm ²]	I [mm ⁴]
No.1	500	18740	4.17E+08
No.2	1400		
主要断面寸法 [mm]		レーシング寸法 [mm]	柱長さ [mm]
L: 100 × 100 × 13 PL: 322 × 14		63 × 9	1977

3. 実験結果(荷重-変位関係)

実験結果を以下に示す。図4はポスト橋脚の荷重-変位関係で、柱頭部の水平変位と水平荷重の関係で整理している。ポスト橋脚の水平交番载荷試験では、いずれの試験体においても、カバープレートが降伏に達した後、载荷方向と平行の面に設置してあるレーシング部材が徐々にはらみ出し(座屈)、最大荷重に到達した。その後も载荷を続けると、徐々に試験体の耐力が低下し、レーシング部材またはレーシングとL形アングルを固定しているリベットが破断することで破壊に至った(図5)。

キーワード 旧式鋼構造物, ポスト橋脚, レーシング, 耐震補強

連絡先 〒185-8540 東京都分寺市光町 2-8-38 (公財)鉄道総合技術研究所 構造物技術研究部 TEL042-573-7280

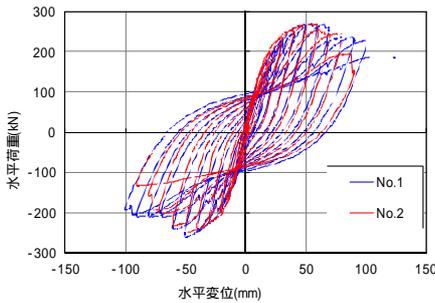


図4 荷重-変位関係

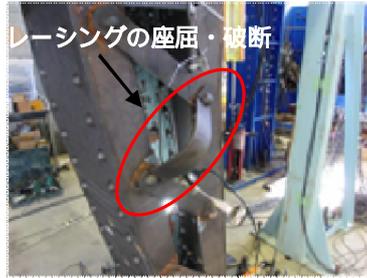


図5 載荷終了時の状況

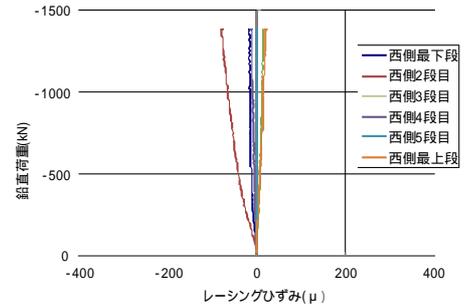


図6 レーシングひずみ(鉛直荷重)

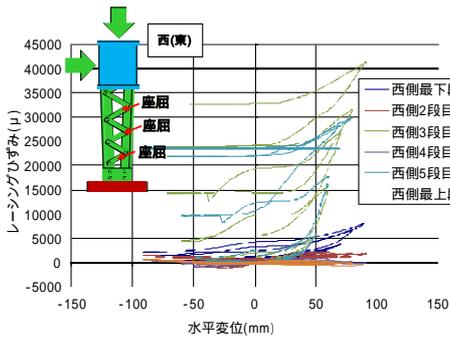


図7 レーシングひずみ(交番載荷)

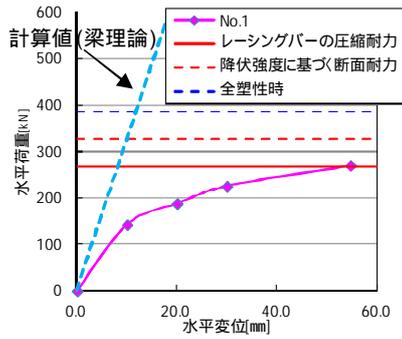


図8 包絡線と断面耐力(No.1)

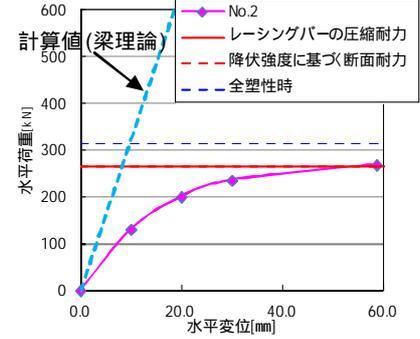


図9 包絡線と断面耐力(No.2)

4. 実験結果(レーシングひずみ)

図6はNo.2の鉛直荷重導入時のレーシングひずみである。鉛直荷重導入時のレーシングのひずみは、西側2段目のレーシングで最大100 μ 程度である。また、その他のレーシングは、鉛直荷重によるひずみがほとんど発生していない。一方、L形アングルとカバープレートには、鉛直荷重導入時に380 μ 前後(計算値374 μ)のひずみが発生していたことから、レーシングは鉛直荷重に対してほとんど抵抗しないと言える。

図7はNo.2の交番載荷時のレーシングひずみである。交番載荷では、載荷を進めるにつれて徐々にレーシングのひずみが大きくなっている状況がわかる。これは、水平荷重をレーシングが分担していることを示している。また、特に西側最下段、3段目および5段目のレーシングのひずみが急激に大きくなっているが、これは載荷中に目視で確認されたレーシングのはらみ出し(座屈)発生箇所とすべて一致している。したがって、レーシングひずみの測定結果からも、ポスト橋脚は水平荷重に対するレーシングの座屈により破壊に至っていることが確認できた。

5. 断面耐力の評価について

図8,9は、実験結果から得られた包絡線と各断面耐力の計算値との比較である。ここで、参考として柱基部全断面を有効として計算した梁理論値の包絡線も示している。図8,9から、No.1とNo.2の包絡線はほぼ同様の傾向を示している。また、ポスト橋脚の最大荷重は、レーシングの圧縮耐力(座屈耐力)²⁾で概ね評価することが可能であると言える。一方、図8,9には、参考としてポスト橋脚の柱基部断面の降伏強度に基づく曲げ断面耐力(局部座屈耐力)と、全塑性時の曲げ断面耐力を示しているが、これらから、本試験体の柱基部の曲げ断面耐力よりもレーシングの圧縮耐力(座屈耐力)のほうが小さいことが確認できる。

6. おわりに

本稿では、ポスト橋脚の水平交番載荷試験を実施し、破壊形態の確認と断面耐力の評価を行った。本研究では載荷方向を90度変更した載荷試験も実施しているため、その結果については別途報告する予定である。

参考文献 1) 芝寛, 吉田直人, 池田学, 高野幸宏, 齋藤聡, 工藤伸司: ポスト形式橋脚のピボット支承の復元力モデルと簡易補強法, 構造工学論文集, 2011.3, 2) 運輸省鉄道局監修, 鉄道総合技術研究所編: 鉄道構造物等設計標準・同解説 鋼・合成構造物, 1992.10