

二径間連続桁橋における RC 壁式橋脚の耐荷性状に関する基礎的実験

国土交通省北海道開発局 正 会 員 ○佐藤 昌志 (株) 構研エンジニアリング 正 会 員 京田 英宏
 日本建設コンサルタント(株) 正 会 員 熊谷 健一 北海道大学大学院 フェロー 三上 隆
 土木研究所寒地土木研究所 正 会 員 西 弘明 土木研究所寒地土木研究所 正 会 員 石川 博之

1. はじめに

これまでに、鉄筋コンクリート（以下、RC と略す）橋脚の地震時挙動に関して様々な実験が為されているが、その多くは、地震時慣性力に相当する荷重を橋脚単体模型の頭部に直接作用させるものであった。しかしながら、実橋では支承を介して上部構造の自重や拘束を受けることから、橋脚単体と異なる挙動を示すことが推測される。そこで本研究では、河川橋に多く見られる RC 壁式橋脚を対象として、中型の二径間連続桁橋模型による単調載荷および正負交番載荷実験を実施し、上部構造の拘束が RC 壁式橋脚の耐荷性状に与える影響について検討を行った。

2. 実験概要

図-1には、実験装置の概要図を示している。本装置は、橋長 10m、主桁総重量 22.5kN (2.3t) の二径間連続鋼箱桁とそれを中間支点で支持する RC 壁式橋脚で構成された橋梁全体模型に対して、橋脚のフーチング部に強制変位を与えることにより載荷している。載荷には、変位制御を適切に行うため、サーボ型スクリュージャッキを使用している。なお、フーチング部をリニアガイドレール（摩擦係数；1/1000）上に設置し、載荷方向を橋軸方向に限定している。また、端支点および中間支点の支承条件はすべてピン支承とし、主桁には面内の回転のみを許容している。

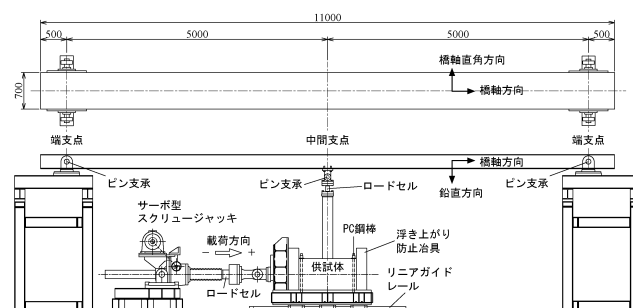
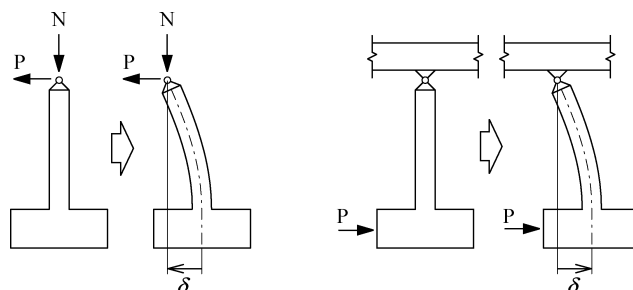


図-1 実験装置の概要図

図-2には、載荷実験のモデル図を示している。既往の研究ではフリーな状態の橋脚頭部に直接載荷しているが、本研究では上部構造を支持する状態の橋脚のフーチング部に載荷している。しかしながら、何れの方法も橋脚に対して等価な荷重状態を与えることから、本実験装置により上部構造の拘束の影響を考慮した RC 橋脚の耐荷性状について検討することは妥当と考えられる。



(a) 既往の載荷実験

(b) 本研究の載荷実験

図-2 載荷実験のモデル図

実験は、単調載荷および正負交番載荷の 2 ケースを実施した。本実験では橋脚基部における主鉄筋降伏時の載荷点変位を降伏変位量 δ_y と定義した。正負交番載荷では、第 1 サイクルの降伏変位 δ_y を基準変位量として、この整数倍の変位量で順次変位振幅を増加させながら載荷している。なお、同一変位振幅における繰返し回数は 3 回とした。

図-3には供試体の概要図を、表-1には RC 壁式橋脚模型の構造諸元を材料試験結果と併せて示している。主桁形式は、支承を 2 基設置可能とするため桁幅 700mm、桁高 274mm の鋼箱桁とした。また、橋脚とピン支承の間にロードセル

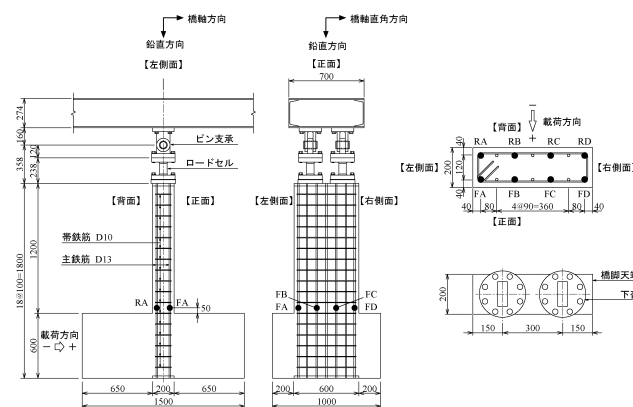


図-3 供試体の概要図

キーワード RC 壁式橋脚、耐荷性状、単調載荷、正負交番載荷、連続桁

連絡先 〒065-8510 札幌市東区北 18 条東 17 丁目 1 番 1 号 (株) 構研エンジニアリング 橋梁部 TEL.011-780-2816 FAX.011-785-1501

を設置し中間支点の鉛直反力を計測した。橋脚形状および配筋は既往の研究¹⁾を踏襲した。壁厚 200mm、壁幅 600mm、アスペクト比 3.0 である。なお、橋脚が支持して上部構造重量は 13.6kN であり、実橋より軸応力は小さいが重量の調整は行っていない。また、主桁および支承には橋脚に比して十分な耐力を与えている。

3. 実験結果

図-4には、単調載荷実験および正負交番載荷実験の載荷荷重－水平変位関係を、単調載荷実験の中間支点における鉛直反力－水平変位関係と併せて示している。図-5には、実験終了時のひび割れ状況を示している。

まず、単調載荷実験の場合について考察する。荷重 31kN で主鉄筋が降伏し、 $2\delta_y$ 前後で荷重勾配が減少し、 $4\delta_y$ で最大荷重 42kN に達する。その後、 $4\delta_y$ から $6\delta_y$ にかけて橋脚基部の引張側（正面）でひび割れの開口の進行により荷重が降下し、さらに、 $6\delta_y$ から $8\delta_y$ にかけて橋脚基部の圧縮側（背面）でかぶりコンクリートの剥離が進行し荷重が緩やかに低下している。 $8\delta_y$ 以降耐力低下がないまま推移している。最終的には、引張側（正面）では基部より 1D の範囲でひび割れが開口しており、圧縮側（背面）では基部より 1D の範囲でかぶりコンクリートの剥離が見られる。また、中間支点の鉛直反力は水平変位量の増加につれて増加しており、主桁の面内曲げ剛性に起因して軸圧縮力が作用しているものと推察される。

次に、正負交番載荷実験の場合について考察する。荷重 27kN で主鉄筋が降伏し、 $2\delta_y$ の第 1 サイクルで単調載荷よりも低い 34kN で最大荷重に達している。 $4\delta_y$ 以降基部でひび割れの開口が進行し、 $7\delta_y$ からかぶりコンクリートが剥離し始める。その後、 $8\delta_y$ のサイクル中にかぶりコンクリートの剥落および主鉄筋の座屈が発生し、耐力が急激に低下して終局に至っている。最終的には、基部より 1D の範囲でかぶりコンクリートの剥落および主鉄筋の座屈が見られる。また、橋脚頭部に載荷する既往の実験と同様に、本実験においても履歴曲線には処女載荷側であるプラス側からマイナス側へのシフトが見られる。

最後に、単調載荷実験と正負交番載荷実験を比較する。単調載荷時に耐力低下が終わる変位量と、正負交番載荷時に耐力が急激に低下し終局に至る変位量は何れも $8\delta_y$ で一致していることがわかる。また、既往の実験と同様に、載荷方法の違いによるじん性能の差が見られる。

4. まとめ

- 本研究により得られた知見をまとめると、以下の通りである。
- 1) 単調載荷実験より、橋脚には、支承を介して支持する主桁の面内曲げ剛性に起因する軸圧縮力が作用する。
 - 2) 正負交番載荷実験より、既往の実験と同様に、本実験においても履歴曲線には処女載荷側であるプラス側からマイナス側へのシフトが見られる。
 - 3) 単調載荷実験と正負交番載荷実験の比較より、既往の実験と同様に、本実験においても載荷方法の違いによりじん性能に差が見られる。

参考文献

1) 佐藤 京, 岡田慎哉, 張 広鋒, 岸 徳光: 斜角を有する壁式 RC 橋脚模型の静的耐荷性状に関する実験的研究, コンクリート工学年次論文集, Vol.25, No.2, pp.343-348, 2003

表-1 RC 壁式橋脚の構造諸元

載荷方法	断面 (mm×mm)	主鉄筋			帯鉄筋			コンクリート	
		種 類 鉄筋径	降伏点 (MPa)	鉄筋比 (%)	種 類 鉄筋径	降伏点 (MPa)	鉄筋比 (%)	設計基準強度 (MPa)	圧縮強度 (MPa)
単 調 正負交番	200×600	SD345 D13	401 391	1.48	SD295 D10	375 398	0.24	24.0	26.5 28.4

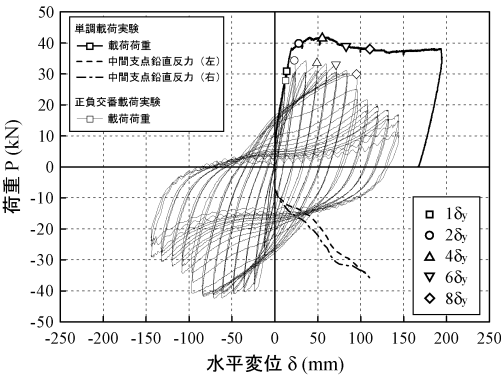
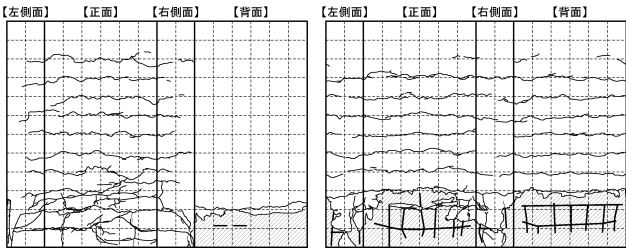


図-4 載荷荷重－水平変位関係



(a) 単調載荷実験 (b) 正負交番載荷実験

図-5 実験終了時のひび割れ状況