

埋込補強鉄筋とアラミド繊維シートにより補強した RC 橋脚の正負交番载荷試験

(国研) 土木研究所寒地土木研究所 正会員 ○寺澤 貴裕 正会員 山澤 文雄  
 (国研) 土木研究所寒地土木研究所 正会員 西 弘明 正会員 白戸 義孝

1. はじめに

RC 橋脚を耐震補強する場合、河川阻害率や桁下等の空間確保、基礎への負担増軽減等の設計条件から、断面寸法をできるだけ変えない補強技術が求められる場合もある。しかしながら、このような既往耐震補強技術は、耐震性能の効果は期待できるものの、工事費が従来工法と比較し割高となる場合がある。また、耐力向上は期待できるものの、補強による橋脚剛性に起因し変形性能の向上が期待できない場合もある。

以上より、本研究では RC 橋脚の断面寸法を変えずに、橋脚の耐力および変形性能の両方を向上させ、かつ経済的な耐震補強技術の開発を目的に、橋脚柱部のコンクリートかぶり部に軸方向鉄筋を埋込定着させ、これを覆うようにアラミド繊維シートにより巻立て補強した橋脚供試体による正負交番载荷試験を実施した。

2. 実験概要

(1)供試体および実験ケース：表-1 に実験ケースの一覧を示す。PD-N は無補強，PD-AF1 および PD-AF2 は補強したケースである。PD-AF1 および PD-AF2 の既設部は，PD-N と同様であり，かぶり部に溝(□20mm×20mm)を基部から長さ 1200mm で，フーチング部には塩化ビニル管(外径φ26mm)を用いて深さ 400mm で箱抜きし，この箱抜き箇所にも補強異形鉄筋 D10 をエポキシ樹脂を用いて定着させ，埋め込んだ補強鉄筋を覆うようにアラミド繊維シート(PD-AF1：目付量 280g/m<sup>2</sup>，PD-AF2：目付量 350g/m<sup>2</sup>)を柱基部から 1,200mm の高さまで柱の周方向に 1 層巻き付けることにより補強している。供試体の配筋図を図-1 に示す。供試体(既設部)は柱部の断面寸法が 600×600mm であり，柱高さは 1,800mm である。

(2)载荷方法：実験装置を図-2 に示す。柱部天端にピン支承を設置し，交番载荷中において，鉛直荷重は 180kN で保持した。水平方向の交番荷重は橋脚基部から高さ 2,105mm の位置のピン支承中心部に水平方向のジャッキにより変位制御で载荷した。せん断スパン比は 3.8 である。

設計計算上の曲げ降伏耐力の 50%の水平荷重を 1 サイクル载荷した後，水平力载荷点位置での基準変位  $\delta_y$  に対してその整数倍の変位振幅でそれぞれ 3 サイクルの正負繰り返し载荷を実施した。基準変位  $\delta_y$  は橋脚基部における軸方向鉄筋のひずみの測定結果が降伏ひずみに達した際の変位

表-1 実験ケース (供試体の仕様)

Case	既設部鉄筋		補強部鉄筋	アラミド繊維シート	
	軸方向鉄筋	帯鉄筋	軸方向鉄筋	弾性係数 (kN/mm <sup>2</sup> )	設計厚さ (mm)
PD-N	8-D13 SD295	D10ctc250 SD295	—	—	—
PD-AF1	8-D13 SD345	D10ctc250 SD345	8-D10 SD345	118	0.193
PD-AF2				78	0.252

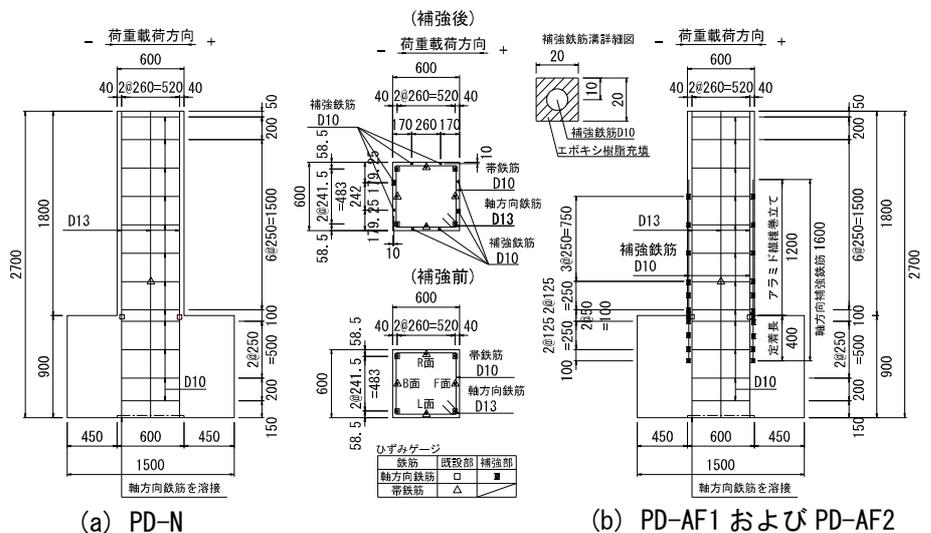


図-1 橋脚供試体の配筋概略図 (単位:mm)

キーワード：埋込補強鉄筋，アラミド繊維シート，鉄筋コンクリート橋脚，正負交番载荷試験，耐震補強

連絡先 〒062-8602 札幌市豊平区平岸 1 条 3 丁目 1-34 土木研究所 寒地土木研究所 TEL 011-841-1698

とした。

(3) 計測方法：荷重点の変位および荷重荷重をそれぞれ変位計，ロードセルにより測定した。また，ひずみゲージにより柱既設部および補強部の軸方向鉄筋，帯鉄筋のひずみを測定した。

3. 実験結果

図-3に各供試体の水平荷重荷重点位置の荷重-変位関係を示す。なお，図中には道路橋示方書<sup>3)</sup>に基づいて算出した荷重-変位関係の骨格曲線を計算結果として示しており，そのプロットは原点に近いほうから降伏変位  $\delta_y$ ，終局変位  $\delta_u$  である。また，(d) 図はドリフト補正 (PD-AF1：-15kN, PF-AF2：+5kN) を行った正側の包絡線である。PD-N においては  $11\delta_y$  の 1 サイクル目正側荷重時に耐力が低下し始めた。最終的には  $16\delta_y$  で軸方向鉄筋が破断し，耐力は急激に低下した。PD-AF1 においては  $10\delta_y$  の 1 サイクル目正側荷重時に耐力が低下し始めた。損傷過程を目視確認できていないが，実験時の状況および耐力低下の推移より， $14\delta_y$  から  $16\delta_y$  において軸方向鉄筋が破断し，耐力が急激に低下したと推察される。PD-AF2 においては  $10\delta_y$  の 1 サイクル目負側荷重時に耐力が低下し始めた。また PD-AF1 と同様に損傷過程を目視確認できていないが， $13\delta_y$  から  $14\delta_y$  において軸方向鉄筋が破断し，耐力が急激に低下したと推察される。道示による計算結果と比較すると，PD-N については計算結果と実験結果はよく一致しているが，PD-AF1 および PD-AF2 においては，計算上の終局変位まで至っていない。(d) 図より若干ではあるが，PD-AF2 の方が終局時の変位が大きかった。

写真-1に PD-AF2 においてコンクリートを撤去して観察した柱基部の軸方向鉄筋を示す。既設鉄筋，補強鉄筋ともに基部から高さ 40mm 程度の範囲で座屈破断していた。

4. まとめ

本研究では橋脚の耐力および変形性能の両方を向上させることができ，かつ経済的な耐震補強技術の開発を目的に，補強用の埋込み軸方向鉄筋とアラミド繊維巻立てにより補強した橋脚供試体による正負交番荷重試験を実施した。その結果，本実験供試体の仕様では耐力の向上は図ることができたが，補強鉄筋の座屈破断により急激な耐力低下が見られた。

参考文献

- 1) たとえば，中村智，日野伸一，山口浩平，佐藤貢一：PCM 吹付け工法による既設 RC 橋脚の耐震補強に関する実験的研究，コンクリート工学年次論文集，Vol.29，No.3，pp.1219-1224，2007.7
- 2) 国土交通省：新技術情報提供システム (NETIS)，SRS 工法 (登録 No.QS-070007-VE)，2018 年 3 月 5 日閲覧
- 3) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説 V 耐震設計編，pp.113-115，2002

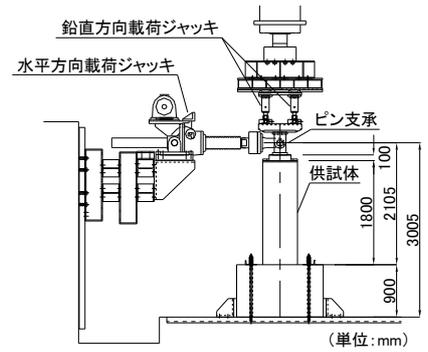


図-2 実験装置

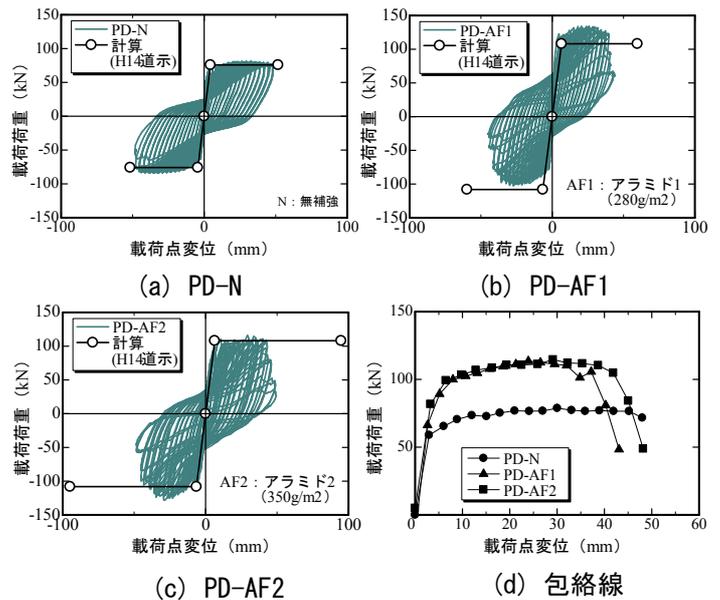


図-3 荷重荷重-荷重点変位関係



写真-1 軸方向鉄筋の破断状況