

I - 30

アラミド全巻き補強と曲げ補強を施した橋脚模型の破壊挙動

北海道開発局 開発土木研究所 正会員 池田 憲二
 北海道開発技術センター 正会員 新山 惇
 北海道開発局 開発土木研究所 正会員 三田村 浩
 (株) 長 大 正会員 村上 憲儀

1. はじめに

既設橋脚の耐震補強は、曲げ耐力増加型や靱性率増加型及び併用型などに分類できるが、これらの補強を行う場合、柱と基礎の耐力バランスに配慮する必要があるものと思われる。また、橋脚柱の補強を行う場合、基礎の耐震補強や地震後の復旧を考慮すると多大な費用と労力が必要となることが予想される。

したがって、橋脚柱の補強に当たっては、靱性能及びせん断耐力の向上を図ることにより、大規模な地震動に対しても基礎への影響が極力軽減され、致命的な被害を防止する範囲での補強方法が望まれる。

また、これまでの知見により、段落としを有するRC橋脚では、柱の主鉄筋段落し部で曲げからせん断に移行する脆性的な破壊形態を示す傾向が見受けられる。

このような観点から、著者らは極力橋脚耐力を上げずに変形性能を向上させることを目的として、近年橋脚の耐震補強に適用事例の増えているアラミド繊維シートを用い、実規模に近い荷重装置による静的交番荷重実験及び急速制動加振実験を行い、破壊挙動等を検証した。なお、既往の実験では矩形断面を有するRC橋脚が多数を占めているが、本実験では河川橋等で多く見られる壁式断面を有する供試体を対象としている。

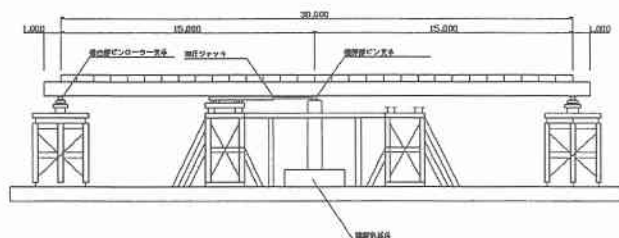


図-1 静的荷重実験装置概要図

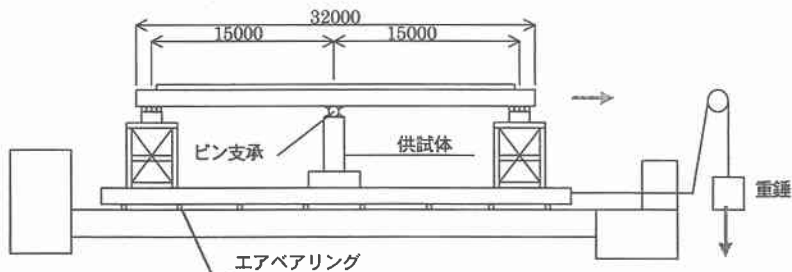


図-2 急速制動加振実験装置概要図

Destructive behavior of Wall-type RC Pier Models Strengthening by wrapping with AFRP sheet
 by Kenji IKEDA, Makoto NIIYAMA, Hiroshi MITAMURA and Noriyoshi MURAKAMI

2. 実験概要

2. 1 実験方法

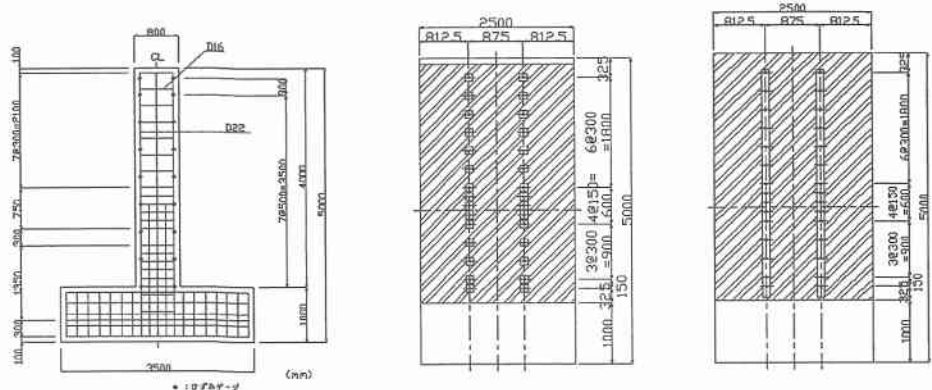
図－1 及び図－2 に実験装置の概要図を示す。本実験装置は、支間長 15m+15m、幅員 3.0m、上部工総重量 1058kN の H 形鋼製二径間連続桁と、この桁を支える 2 基の橋台及び橋脚供試体からなる。この橋脚供試体には、上部工反力 661.5kN の軸力が作用している。また、橋脚の支承条件は、桁の影響を考慮するために鉛直方向の変位を拘束するピン支承とした。また、桁端部は桁の水平移動を妨げないようにピンローラー支承としている。

静的荷重実験は、中間橋脚のピン支承に設置した油圧ジャッキにより正負交番加力を行った。また、急速制動加振実験は、エアーベアリングにより浮上させた走行架台を、ワイヤーロープで連結された質量 980kN の重錘の自由落下により牽引し、反力壁への衝突により急速に制動することで加速度を励起している。なお、反力壁の衝突部に EPS 材を設置することにより、入力加速度及び入力時間を制御している。

2. 2 実験供試体

供試体形状及び配筋を図－3、橋脚補強概要を図－4、また補強量諸元を表－1 に示す。供試体は、橋脚全面をじん性補強した S55A2 供試体、橋脚全面じん性補強及びフラットバーによる曲げ補強をした S55A3 供試体の 2 種類を用いた。供試体の躯体高は 4.0m、断面形状は壁幅 250cm、壁厚 80cm の長方形断面とした。鉄筋は SD345、コンクリートは設計基準強度 21.0MPa のものを使用した。

また、じん性補強用 AFRP シートは、目付量 415g/m²、厚さ 0.286mm、弾性係数 126.5GPa、引張強度 2.48GPa、降伏歪 1.96% のものを用いた。



図－4 橋脚補強概要図

表－1 補強量諸元

供試体名	主鉄筋	帯鉄筋	アラミド補強	中間帯鉄筋
S55A2	D22	D16tc300 600	アラミドシート 401f-2枚 (全面)	貫通鉄筋φ23
S55A3	D22	D16tc300 600	アラミドシート 401f-2枚 (全面)	貫通鉄筋φ23 鋼板100x25

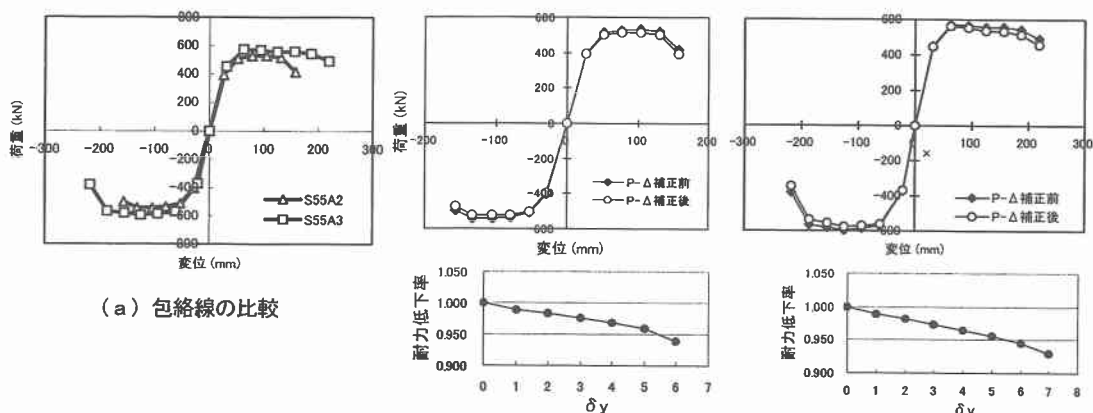
図－3 供試体配筋図

3. 実験結果

3. 1 静的載荷における荷重—変位特性

図—5に正負交番載荷実験における荷重・変位の関係を示す。荷重—変位包絡線の比較より、S55A3 供試体は、S55A2 供試体と比較して最大変位が 40%程度大きな値を示し、最大荷重を示した後の荷重の低下が小さいことがわかる。これは、フラットバーの補強により、段落し部での曲げ破壊が抑止されたためであると考えられる。

なお、本実験ではほぼ実規模の上部工を載荷していることから、大変形時における P-Δ 効果が無視できないものと考えられるため、P-Δ の補正を行った荷重—変位関係についても検証している。P-Δ 補正を行った後の耐力低下率は、終局変位時で 7%程度減少していることがわかる。本実験に用いた供試体は、柱断面に比べ橋脚高が低めであるため P-Δ 効果は比較的小さいが、橋脚高が高い場合や水平耐力が小さい橋脚ほど P-Δ 効果による耐力低下が大きくなることが予想される。



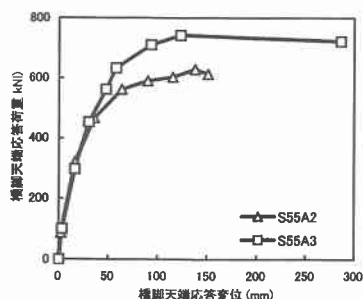
図—5 荷重—変位包絡線及び耐力低下率

(b) S55A2 供試体

(c) S55A3 供試体

3. 2 動的載荷における応答荷重—応答変位特性

図—6に動的載荷実験における応答荷重・応答変位の関係を示す。なお、応答荷重は、応答加速度×橋脚分担上部工重量とした。実験結果より、S55A2 供試体は、荷重—変位の関係は静的載荷実験の結果とよく一致していることがわかる。また、S55A3 供試体では、静的実験に比べ最大荷重で 30%程度大きな値を示している。これは、フラットバーが十分機能しアラミド繊維シートと中間帯鉄筋による拘束効果が発揮され、曲げ耐力が向上したためと考えられる。



図—6 応答荷重—応答変位曲線



写真—1 S55A3 供試体実験終了後の柱基部破壊性状

3. 3 供試体破壊性状

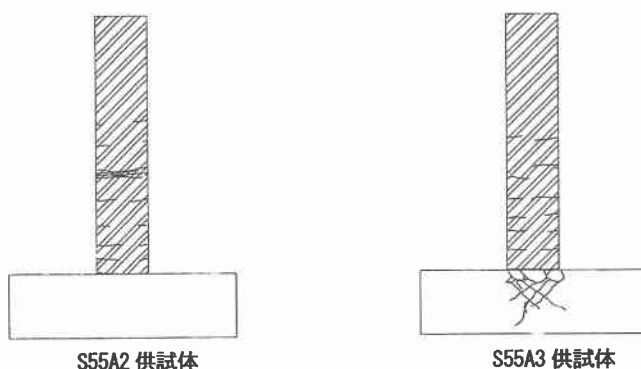
図一7に正負交番載荷実験における各供試体の実験終了後の破壊性状を示す。

S55A2 供試体は、損傷が段落し部に集中しており、コンクリートのはらみだしによってアラミド繊維シートの破断が認められた。しかし、ひび割れ形態は橋脚の全高にわたって水平方向のひび割れのみが生じており、曲げからせん断に移行する破壊形態は認められなかった。

S55A3 供試体は、損傷が柱基部に集中しており、柱基部から 0.5D 程度の区間でアラミド繊維シートののはらみだしが認められ、柱基部断面で複数の主鉄筋が破断している。また、フーチング接合部においてせん断ひび割れが生じ、かぶりコンクリートの一部が剥落した。

一方、動的載荷実験においても、正負交番載荷実験とほぼ同様な破壊性状を示した。

以上より、本実験に用いたアラミド繊維シート巻き付けによる靱性補強は、靱性向上のみならずせん断耐力向上に有効であると考えられる。



図一7 供試体破壊性状

4. まとめ

実規模 2 径間連続桁載荷装置を用い、実橋梁に近い条件下で R C 橋脚模型の破壊挙動等を把握することを目的として静的及び動的載荷実験を実施した。

本実験で得られた知見を整理すると以下のようである。

- 1) 本実験に用いたアラミド繊維シート巻き付けによる橋脚補強は、R C 橋脚の靱性向上及びせん断耐力の向上に対し有効に作用すると考えられる。
- 2) 中間帯鉄筋の定着具を兼用したフラットバーを用いると、段落し部の曲げ破壊を抑止するとともに、アラミド繊維シートによる拘束効果が発揮されるものと思われる。
- 3) 大変形時の P-Δ 効果の影響に関しては、本実験で用いた供試体の断面剛性が比較的大きく躯体高が小さいため影響は小さいが、橋脚高が高い場合や水平耐力が小さい場合等には P-Δ 効果による耐力低下が考えられる。

6. 参考文献

- 1) 佐藤、三田村、三上、岸：連続繊維により補強した R C 橋脚の荷重一変位に関する実験 土木学会北海道支部論文報告集 第 55 号(A), pp.258~263,1998
- 2) 吉田、佐藤、谷口、岸：急速加振を受ける実規模二径間連続桁 R C 橋脚の動的応答性状 コンクリート工学年次論文報告集 Vol.21, No.3, pp.1195~1200,1997
- 3) アラミド補強研究会：アラミド繊維シートによる鉄筋コンクリート橋脚の補強方法 設計・施工要領(案),1998