

アラミド繊維による既設RC壁式橋脚の耐震補強に関する研究

住友建設株式会社

正会員 安藤直文

〃

田端智也

北海道開発局開発土木研究所

正会員 池田憲二

〃

正会員 三田村浩

1. はじめに 段落しを有するRC壁式橋脚の耐震補強工法として、アラミド繊維シート補強と貫通鉄筋による横拘束を併用する工法の補強効果は実験的に確認されている。¹⁾ また、中間貫通材としてアラミドFRPロッドを用いてプレストレスを導入することにより、壁式橋脚のせん断およびじん性を向上させる工法も開発されている。²⁾ 本研究ではこれらの研究成果をもとに、段落しを有する壁式橋脚の耐震補強工法としてアラミド繊維シートとアラミドFRPロッドのプレストレスによる横拘束を併用する工法を提案し、載荷試験により補強効果を検証した。

2. 載荷試験 昭和55年道示に基づいて設計された無補強試験体(S55N)にアラミド繊維シートとアラミドFRPロッドによる耐震補強を施したものを補強試験体(S55S)とする。形状は橋脚躯体高4.0m、断面寸法0.8×2.5mであり、一般的なRC壁式橋脚をモデル化したものである。図-1に試験体全体図を示す。

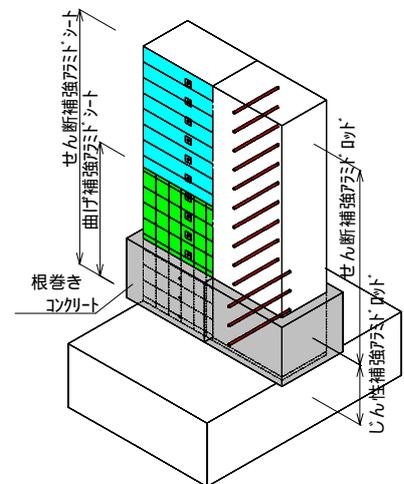


図-1 試験体全体図 (S55S)

載荷試験には図-2に示す試験装置を用いた。荷重の載荷は実上部工の死荷重に相当する67.5tfを鉛直力として作用させた状態で、水平荷重を交番載荷する。水平交番載荷は柱の主鉄筋に貼付けたひずみゲージの計測結果を基に、主鉄筋が降伏ひずみに達したときの変位を降伏変位 y_1 、そのときの荷重を降伏荷重 P_y として、載荷荷重が低下するまで、1 y_1 、2 y_1 、... n y_1 と変位振幅を漸増させ繰返し載荷する。繰返し回数は各振幅ごとに5回とし、1回目の正負いずれかの載荷荷重が P_y を下回った時点を終局と定義した。表-1に試験体を使用した材料を示す。

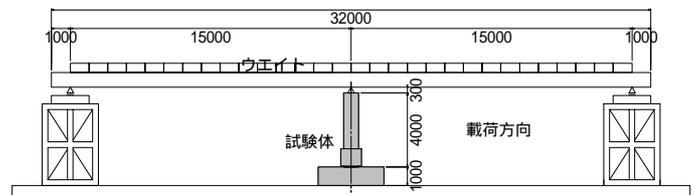


図-2 試験装置

3. 補強概要 平成8年道示を満足するために、段落し部の曲げ補強としてアラミド繊維シート40tf級を1層接着、せん断補強として60tf級を2層接着した。さらにじん性補強として橋脚基部に横拘束筋として、プレストレスを導入したアラミドFRPロッド3 7.4を300mmピッチで2列配置した。横拘束筋へのプレストレス導入効果は、軸方向鉄筋のはらみ出しを防止し、内部コンクリートの拘束効果を高め、じん性能を大幅に改善すると同時にせん断補強も行うことである。横拘束筋量は、有効プレストレス量を用いて鉄筋換算した断面積を、横拘束筋の増加と見なすことができる。横拘束筋の体積比は式-1による。

表-1 使用材料

コンクリート	$\sigma_{ck}=20.6\text{MP}$	
鉄筋	SD345	
アラミド繊維シート	曲げ補強	40tf級*1層
	せん断補強	60tf級*2層
アラミドFRPロッド	3 $\phi 7.4$	

横拘束筋量は、有効プレストレス量を用いて鉄筋換算した断面積を、横拘束筋の増加と見なすことができる。横拘束筋の体積比は式-1による。

$$= \frac{4 \cdot A_h \cdot f_y}{s \cdot d} + \frac{4 \cdot A_h \cdot f_{pe}}{s \cdot d} \quad (\text{式-1})$$

：体積比
 A_h ：横拘束筋の断面積
 f_y ：横拘束筋の降伏応力
 f_{sy} ：鉄筋の降伏応力
 f_{pe} ：横拘束筋の有効緊張応力
 s ：横拘束筋の鉛直方向間隔
 d ：横拘束筋の横方向間隔

キーワード：耐震補強、壁式橋脚、アラミド繊維シート、アラミドFRPロッド

連絡先 (〒160-8577 東京都新宿区荒木町 13-4 Tel.03-3225-5134 Fax.03-3353-6656)

4. 試験結果と考察 図-3に荷重 - 変位曲線を示す。補強試験体 (S55S)について、主筋が初期降伏ひずみに達した時の載荷荷重は38.1tf、変位量は正負平均で19mmである。載荷荷重は2 y から10 y までの間で54.2tf から58.4tf でほぼ一定である。2 y で主筋段落し部のアラミド繊維シート樹脂部に微細な曲げひびわれが生じ、8 y で曲げ補強区間のアラミド繊維シートの浮上がりが見られた。10 y で最大荷重と同時に橋脚基部で主筋の一部が破断した。11 y で橋脚主筋がほぼ全数破断し荷重強度が降伏荷重を下回った。最終変位量は正負平均で190mm じん性率は10.0であった。補強により荷重 - 変位曲線は終局時まで紡錘型の安定したループを描き、終局時まで安定した変形性能を有していることがわかる。

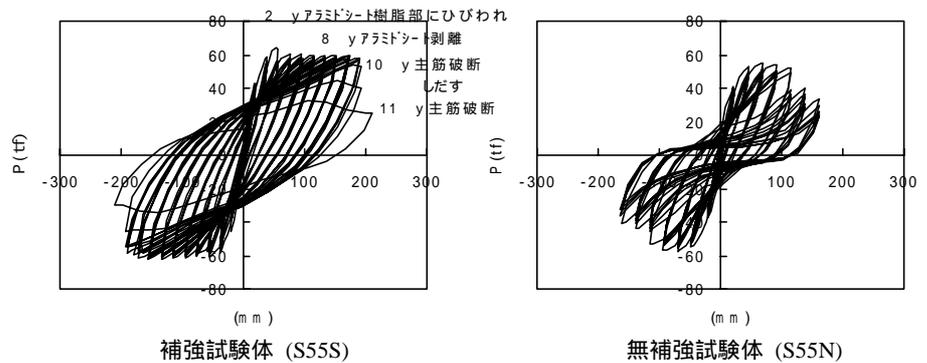


図 - 3 荷重 - 変位曲線

図-4に荷重 - 変位量の包絡線を示す。包絡線は各変位振幅の3回目の値を用いて示した。補強により包絡線領域が拡大し、変形性能の向上が明らかである。

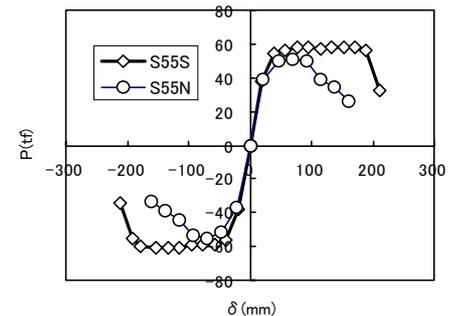


図 - 4 包絡線

表-2 に結果一覧を示す。試験結果は計算値ともよく一致しており、理論とおりの補強効果が得られていることがわかる。

図-5に変位量と吸収エネルギーの関係を示す。横軸は各変位振幅での最大変位量、縦軸は1回の変位振幅の吸収エネルギーを示す。値は各変位振幅の内の3回目の値で代表させた。図より変位量の増加と共に吸収エネルギーは線形に増加しており、安定した履歴性状で、終局時まで水平荷重を保持していることがわかる。

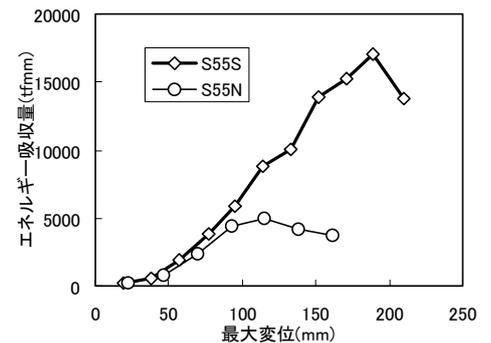


図 - 5 吸収エネルギー

表 - 2 結果一覧

	補強工法	変位 (mm)		荷重 (tf)			終局時 6 δ _y	塑性率 δ _u /δ _y
		降伏	終局	降伏	最大	終局		
S55N	無補強	21.4 (17.6)	138.5 (28.1)	38.1 (44.9)	53.2 (49.5)	36.7 (49.5)	6 δ _y	6.5
S55S	アラミドシート接着 +アラミドロッド	19.1 (20.8)	189.8 (188.1)	37.8 (47.9)	59.5 (56.1)	55.7 (56.1)	10 δ _y	10.0

※()内は計算値

5. まとめ 本研究によって得られた知見をまとめる

段落しを有するRC壁式橋脚の耐震補強工法としてアラミド繊維シートとアラミドFRPロッドのプレストレスによる横拘束を併用する工法はじん性の向上とせん断補強に対して有効である。

横拘束筋にプレストレスを導入する効果は、横拘束筋の断面積の増大と見なせ、横拘束筋の体積比に有効プレストレス量を鉄筋換算したものを加算できる。

[参考文献]

- 1) 連続繊維により補強したRC橋脚の荷重 - 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 -69 佐藤ほか
- 2) プレストレスを導入した壁式橋脚耐震補強工法の設計・施工要領(案) 平成10年3月 日本道路公団 東京第一建設局