

I-60 新素材で補強したRC橋脚模型の荷重-変位特性に関する一実験

(株) 長 大 正員 村上 憲儀
(財) 北海道道路管理技術センター 正員 小山田欣裕
北海道開発局 開発土木研究所 正員 谷本 俊充
北海道開発局 開発土木研究所 正員 佐藤 昌志

1. はじめに

近年、各種の高分子材料を用いた新素材がコンクリート等の補強材として用いられるようになってきており、これに関する研究も多く行われている。新素材の中でも特に多く研究されているアラミド繊維や炭素繊維は、軽量、高強度で耐食性に優れていることや厳しい環境条件下での施工も可能であり、既設構造部材の補強材として今後の発展が期待される材料である。橋梁に関してみると、北海道3大地震や兵庫県南部地震で生じたRC橋脚のような脆性破壊に対する耐震補強の一方法として繊維巻き付け工法が注目されている。

本研究は、これら新素材で補強したRC橋脚模型による水平交番載荷実験を行い、せん断補強及び横拘束材料としての適応性を検討したものである。

2. 実験概要

本実験に用いた供試体は、断面寸法は40x40cmで柱部高さ150cmのRC橋脚角柱模型であり、実物橋脚の1/3～1/5程度となる。実験は平成2年度の示方書で設計したもの(H2供試体)及び復旧仕様で設計したもの(H7供試体)の2種とした。なお、H7供試体についてはH2供試体による結果との比較を目的とし実施した。H2供試体は主鉄筋にD10を用い柱高さの1/3で段落としを行い、鉄筋比は柱基部で約1%、帯鉄筋はD6を20cm間隔で配筋している。また、H7供試体は主鉄筋にD16を用い、鉄筋比は約3%、帯鉄筋はD13を5cm間隔で配筋している(図-1)。

H2供試体には新素材テープ巻き付けによる補強を施し、水平交番載荷を行い変形挙動を観測した。実験のパラメータは軸方向鉄筋量及び段落しの有無、テープ巻き付け補強材料等である。また、実験項目は、水平荷重及び水平変位であり荷重-変位関係を中心に検討した。

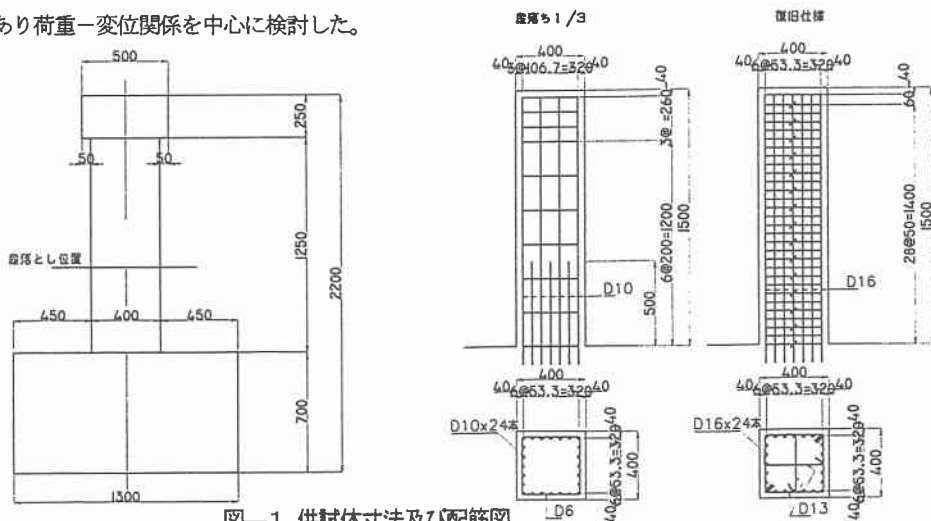


図-1 供試体寸法及び配筋図

An Experiment for Load-Displacement Performance of RC Pier Model Strengthening Using New Material
by Noriyoshi MURAKAMI, Yoshihiro OYAMADA, Toshimitsu TANIMOTO, Masashi SATOH

補強材料の張り付け方法は、柱断面水平方向には、段落とし位置（柱高さの 1/3）を挟み上方に 1D、下方に 0.5D 程度の範囲に幅 37.5mm のアラミド繊維テープを中心間隔 75mm で 9 段巻き付け、縦方向には、アラミド繊維テープまたは炭素繊維テープを 2 面に張り付けている。なお、繊維テープは、全て 2 層巻きとしている（図－2）。

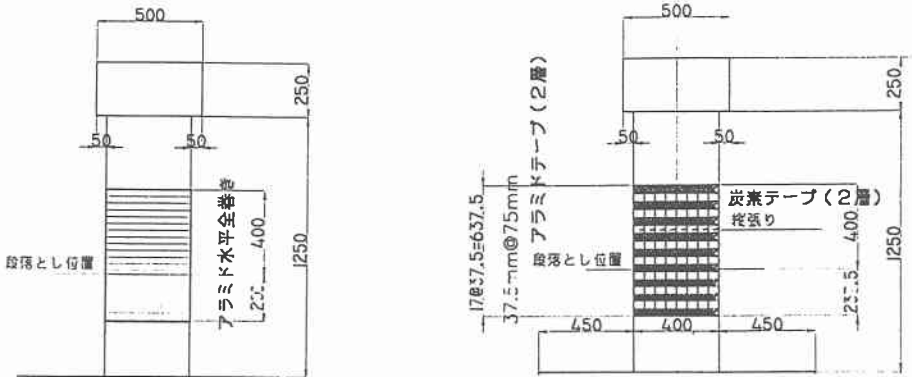
供試体に用いたアラミド繊維と炭素繊維の特性を表－2 に示す。また、供試体に用いたコンクリートの圧縮強度は実験時の材令（28 日）において約 260 kgf/cm² であった。

表－1 供試体一覧

実験ケース	補強種類	段落し
供試体 A	無補強	なし
供試体 B	無補強	1/3
供試体 C	アラミド 全巻	〃
供試体 D	アラミド（水平帯＋縦）	〃
供試体 E	アラミド（水平帯）＋カーボン（縦）	〃

表－2 材料特性

補強材（37.5mm幅）	アラミドテープ	炭素テープ
弾性係数（kgf/mm ² ）	11,100	23,500
引張強度（kgf/cm ² ）	29,000	50,000
厚さ（mm）	0.306	0.165
ExA（tf）	254.7	290.8
引張耐力（tf）	6.7	6.2



図－2 補強状況図

実験は、水平載荷装置を用い圧縮・引張両用の油圧ジャッキにより載荷する方法で行った。供試体上には上部工重量に相当する重量 10tf のウェイトを載せ、これに水平荷重を加えている。載荷荷重はロードセルにより検出し、載荷側に対して反対側に取り付けた変位計により水平変位を検出している。交番載荷方法はが載荷初期の段階、すなわち、最初に軸方向鉄筋が降伏するまでは段階的に交番載荷している。具体的には、主鉄筋歪みが 500 μ、1000 μ、1300 μ 及び 1500 μ まで段階的に交番載荷し 1500 μ で引張鉄筋は降伏したものとみなした。この応力レベルで交番載荷を 5 回繰り返すこの時の平均変位を 1 δ Y に設定した。このような操作を行ったのは、正負の変形条件をできるだけ均等になるように配慮したためである。その後、1 δ Y、2 δ Y、3 δ Y…の各変位段階毎に繰り返し回数 5 回ずつ交番載荷を行っている。

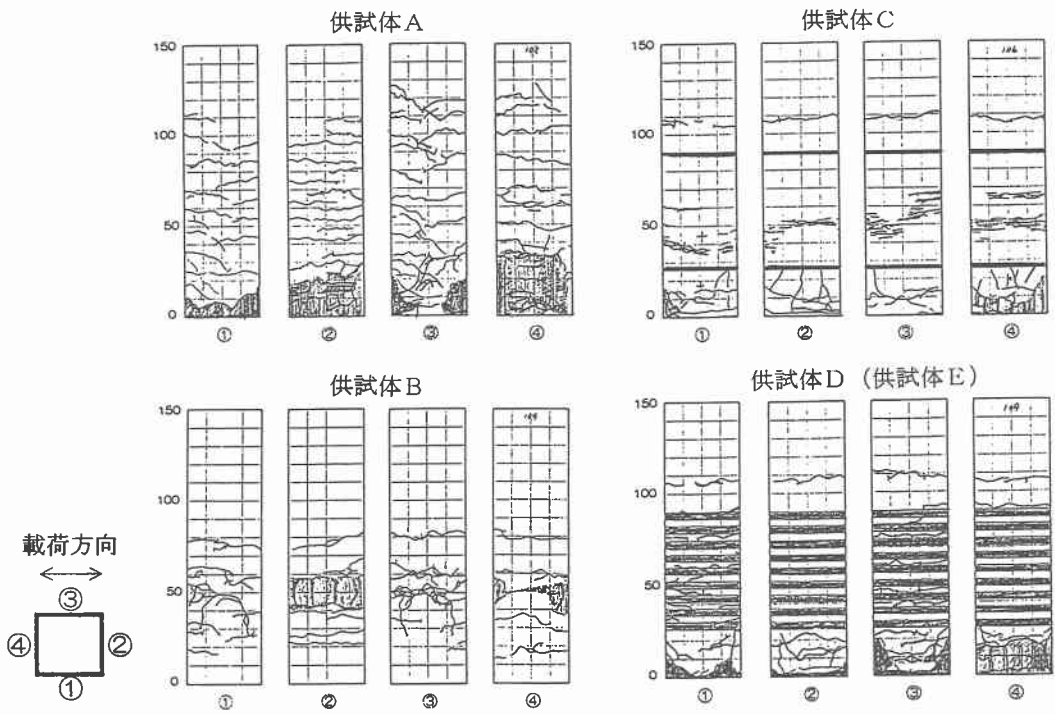
3. 実験結果

3. 1 損傷状況

図－3 は各供試体の最終損傷状況を示したものである。

- ① 供試体 A では、1 δ y で柱基部からほぼ梁の付け根までひび割れが発生し、4 δ y 以降に柱基部が圧壊し始め 5 δ y で最終状態になった。
- ② 供試体 B では、2 δ y から徐々に段落し部に斜めひび割れが発生し 3 δ y でかぶりコンクリートが剥離し最終状態になった。
- ③ 供試体 C では、1 δ y で柱基部及び梁付け根にひび割れが入り、3 δ y で段落し部アラミド繊維にひび割れが発生した。その後、段落し部及び柱基部の圧壊が進展し 7 δ y で最終状態になった。

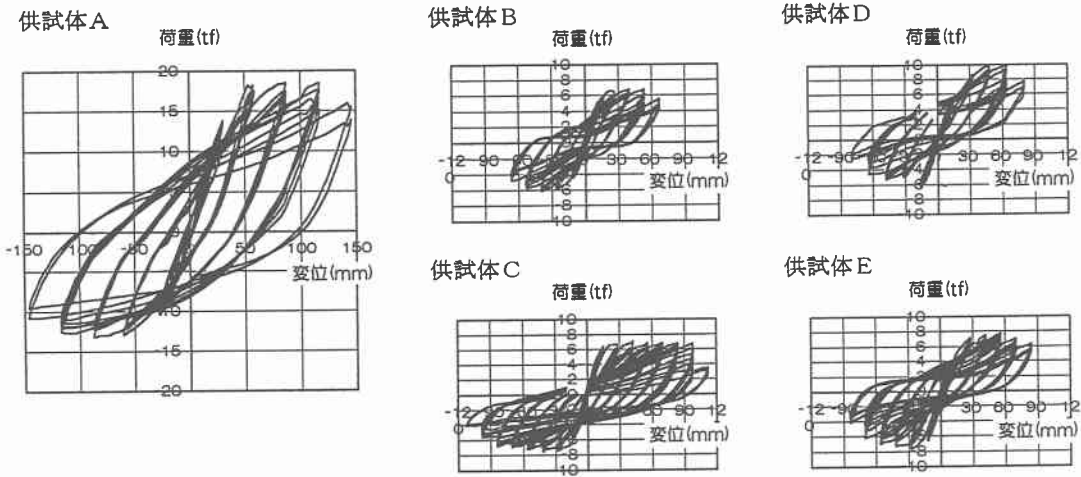
- ④供試体Dでは、1 δy で柱基部及び梁付け根にひび割れが入り、4 δy で柱基部圧壊で最終状態になった。
- ⑤供試体Eでは、ひび割れの入り方は供試体Dと同様であり、5 δy で最終状態になった。



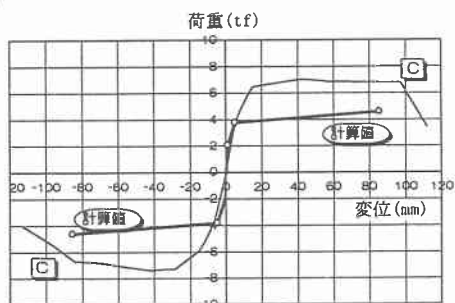
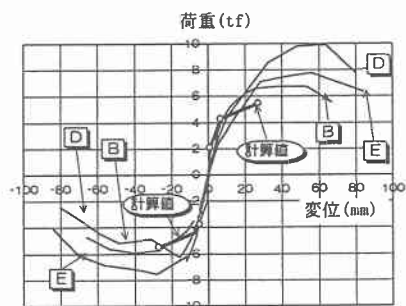
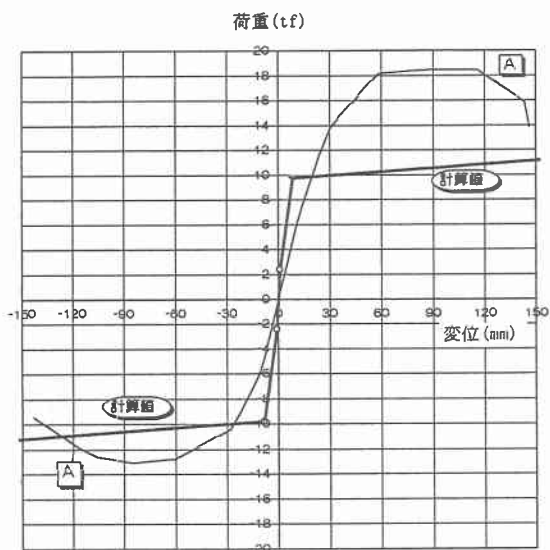
図—3 損傷図

3. 2 荷重と変位の関係

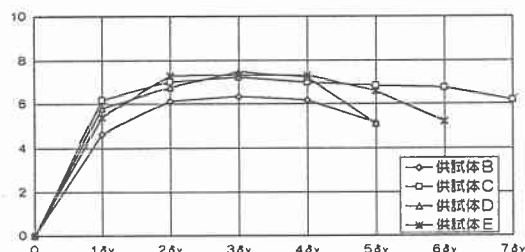
図—4にウェイト位置における荷重と変位の結果を示す。また、図—5及び図—6では履歴曲線包絡線の関係を示す。



図—4 荷重—変位履歴曲線



図－5 履歴曲線包絡線



図－6 履歴曲線包絡線の比較

4. まとめ

本研究は、RC橋脚のせん断方法に関して新素材（アラミド等）を用いた場合の耐震補強効果について検討したものである。本実験の範囲内で得られた結論を要約すると、以下ようになる。

- (1) 無補強の場合には、圧縮鉄筋が座屈しかぶりコンクリートが剥離し始めると耐力が急激に低下する。
- (2) 角柱では新素材を巻き付けることにより、じん性を向上させる効果があるものと考えられる。特に全巻した場合には、無補強時に比べ3割程度の延びが期待できるものと思われる。
- (3) 段落し部を補強することにより、ひび割れは段落し部に集中せず分散される。すなわち、せん断耐力の向上により段落し部での急激な脆性的破壊には至らないものと考えられる。
- (4) H 7 供試体の耐荷力は新素材で補強したH 2 供試体に比べ、6割程度の延びが期待できるものと思われる。

なお、図－4に示したように、交番載荷実験による正負の載荷方向で軸線のずれが見られることについては、今後の研究課題としてより詳細な実験及び理論研究をする必要があると思われる。