

V-241 F R P吹付補強されたR C柱の交番載荷実験

鉄建建設技術研究所 正会員 松尾 庄二
鉄建建設技術研究所 正会員 松岡 茂
鉄建建設技術研究所 正会員 益田 彰久

1. はじめに

阪神・淡路大震災によるコンクリート構造物の多くの被害例を受けて、高架橋橋脚の耐震補強工事が急務となっている。補強工法としては鋼板巻き工法が一般的に採用されているが、炭素繊維等を用いたFRP（繊維補強プラスチック）補強工法も注目を集めている。本報文は、筆者らが開発したFRPを直接吹き付けることにより補強材とするFRP吹付補強工法¹⁾の概要を述べるとともに、性能評価試験として行った交番載荷実験の結果を報告するものである。

2. FRP吹付補強工法の概要

FRP吹付補強工法は、液状の樹脂と硬化剤を細いホースで圧送し、ホース先端のスプレーガンで30mm程度に切断したガラス繊維を混合しつつ、直接コンクリート構造物表面に吹き付ける方法で施工する。吹き付けられた混合体はローラーでばっ気されることにより硬化し、構造物に密着したFRP補強材となる。本工法の特長としては、1)吹付厚さを任意に選択できる、2)使用する繊維・樹脂を変えることにより使用目的に応じたFRP補強材を選択できる、3)施工機械が軽量かつコンパクトなため施工コストが安く狭隘な空間でも作業できるなどの点が挙げられる。

3. 交番載荷実験

3.1. 実験概要

FRP吹付補強工法のせん断耐力・曲げじん性向上に関する補強効果を確認する目的で、実構造物の1/2～1/3モデルの供試体を用いた載荷実験を行った。図-1に供試体の形状および配筋図を、また表-1に実験に使用した材料の諸元を示す。FRP補強体の吹付厚さは4mmとし、比較のために無補強（せん断補強筋無し）の供試体による実験も行った。供試体はラーメン高架橋の橋脚を想定したものであり、一定の軸方向圧縮応力（0.98MPa）が常時作用した状態で水平方向の正負交番載荷を行った（図-2）。載荷パターンは、以下の手順にしたがった。正方向載荷により軸方向鉄筋が降伏応力に達した時の水平変位を降伏変位 δ_y とし、 δ_y の整数倍の水平変位ごと（ ± 1 、 ± 2 …）に、各段階につき3回の正負交番載荷を行った。ただし、今回は $\pm 3 \delta_y$ を省略した。水平方向荷重が軸方向鉄筋降伏荷重の8割まで減少した時点あるいはFRP補強体が破断した時点で載荷を終了した。

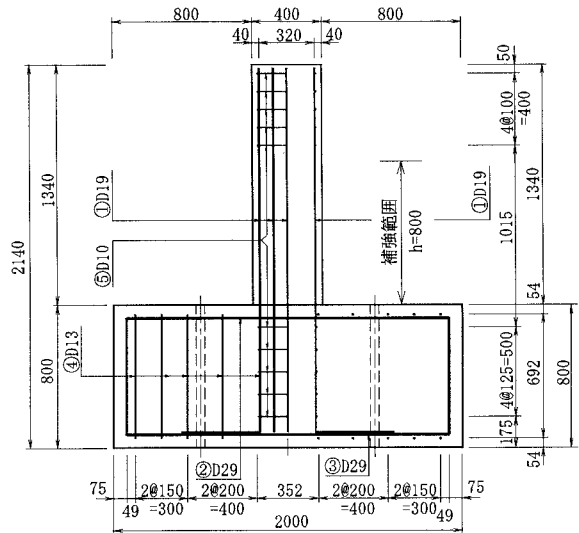


図-1 供試体形状および配筋

表-1 使用材料諸元

使用材料	主要物性値
コンクリート	30-10-20N、圧縮強度：32MPa（試験値）
主鉄筋	SD345-D19、降伏点：380MPa（試験値）
F R P	引張強度：100MPa、引張弾性率：8000MPa

3.2. 実験結果および考察

図-3にFRP補強供試体および無補強供試体の実験結果を示す。ただし、図中の水平変位とは水平方向荷重点高さにおける柱部中央のフーチングに対する相対変位量を意味する。無補強供試体の場合、水平変位が4.54mm（水平方向荷重192kN）の時点で引張側鉄筋が降伏応力に達した。第2段階の荷重に入るとすぐ水平変位5.97mm（水平方向荷重214kN）で斜めひび割れが貫通しせん断破壊を起こした。これに対してFRP補強供試体では δ_y は3.76mm（水平方向荷重176kN）と若干小さいものの、正負交番荷重による荷重・変位の増加が見られた。

第3段階（ $4\delta_y$ ）で最大荷重295kNを記録し、

その後も顕著な荷重の低下が見られないまま荷重が継続され、第7段階（ $8\delta_y$ ）の2サイクル目にFRP補強体の下端隅角部より亀裂が進展し破断に至った。最大水平方向変位 δ_u は30.88mm、この時のじん性率 $\mu = \delta_u / \delta_y = 8.21$ であり、曲げじん性の向上が確認された。実験終了後FRP補強体を除去した供試体表面には貫通した斜めひび割れが観察されており、このことからRC柱本体はせん断破壊状態になっているにもかかわらずFRP補強体による拘束効果によって耐力あるいは変形性能を保持したものと考えられる。ただし、軸方向鉄筋降伏時荷

重の増加が見られないことから、FRP補強体の拘束効果はひび割れ発生に対しては発揮されない。また、FRP補強体の破断の原因となった亀裂は下端隅角部のみに発生しており、その進展状況も内側（供試体側）から表面側へなおかつ下側から上側へと向かっているのが目視で確認された。このことから、この亀裂の原因は破壊されたRC供試体の膨張圧による応力の集中によるものと推測される。したがって、他の部分の健全さを考慮すると、下端隅角部のような応力集中が予想される部位についてはより変形性能の大きい補強材を用いることにより、FRP補強体の補強効果の増大が期待できる。

4. まとめ

FRP吹付補強工法により補強されたモデル橋脚供試体の交番荷重実験により、FRP補強体のせん断耐力および曲げじん性向上に関する補強効果が確認された。今後の課題としては、使用する材料あるいは吹付厚さを変えた実験を行うことにより、最適なFRP補強体を決定することが挙げられる。また、作用断面力や断面形状等が異なる様々な部材・構造物に対するFRP補強体の補強効果の確認あるいは定量化を図ることが必要となるであろう。

【参考文献】

- 1) 松尾 庄二、松岡 茂、益田 彰久、力 健二郎：FRPにより補強されたRC梁の曲げ実験、コンクリート工学年次論文報告集、第18巻投稿中

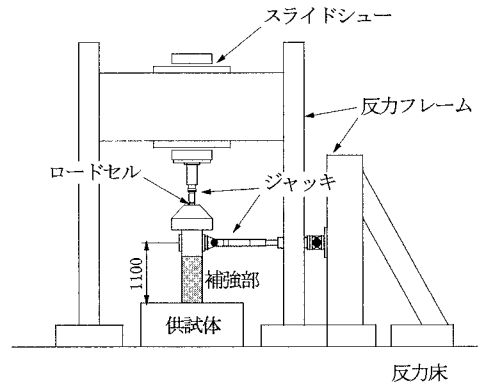


図-2 交番荷重実験概略

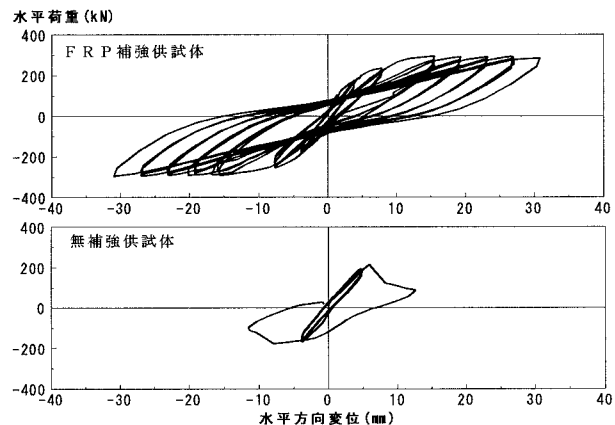


図-3 交番荷重実験結果