

主鉄筋段落し部を有する RC 橋脚の段階的耐震補強工法に関する実験的研究

独立行政法人土木研究所

正会員

○張 広鋒

独立行政法人土木研究所

正会員

運上 茂樹

1. はじめに

既設橋梁の耐震補強は、橋梁の立地状況や交通条件下での施工が求められるため、例えば、河川橋などでは大規模な仮締切を必要とするなど、施工が困難となる現場も少なくない。本研究では、このような制約条件に合理的に対応していくことを目的とし、致命的な被害に結びつく可能性のある対策をまず先に実施し、その後、先に実施した対策を活かしつつ、対策を追加して所要の耐震性能に段階的にグレードアップさせる段階的耐震補強工法を考案している。本文では、提案する段階的耐震補強工法の概要を示すとともに、RC 橋脚模型を用いてその補強効果を実験的に検討した結果を報告するものである。

2. RC 橋脚の段階的耐震補強工法の提案

既設 RC 橋脚に対する段階的耐震補強工法としては、まず第1段階では、致命的な被害に結びつく可能性のある段落し部におけるせん断破壊を防止するための対策を行う。対策工法としては、段落し部を繊維材等により巻立て、段落し部における曲げ耐力やせん断耐力、あるいはその両方を向上させる。対象橋梁の条件にもよるが、段落し部に対する対策であれば、河川橋でも仮締切等を行わず施工できる場合も多い。第1段階の対策により致命的な損傷は防止できたが、対象とする橋の要求耐震性能によっては、さらに性能を向上させる第2段階の対策も必要とされ、このような場合には基部の耐力あるいはじん性の向上が求められる。基部に対する対策としては、従来工法である鋼板巻立て工法や RC 巻立て工法が一般的である。

3. 検証実験および実験結果

3.1 実験概要

上記の目的のために、本研究では、基部鋼板巻立てと FRP 巻立ての併用工法（以降、鋼板・FRP 併用工法）と基部 RC 巻立てと FRP 巻立ての併用工法（以降、RC・FRP 併用工法）の2つの工法の有効性を確認するために RC 橋脚模型2体を用いた正負交番繰返載荷実験を実施した。実験した両供試体の寸法および補強概要は図-1に示す通りである。

供試体の補強は、提案の段階的耐震補強工法に従って2段階に分けて行った。第1段階では、文献1)を参考に

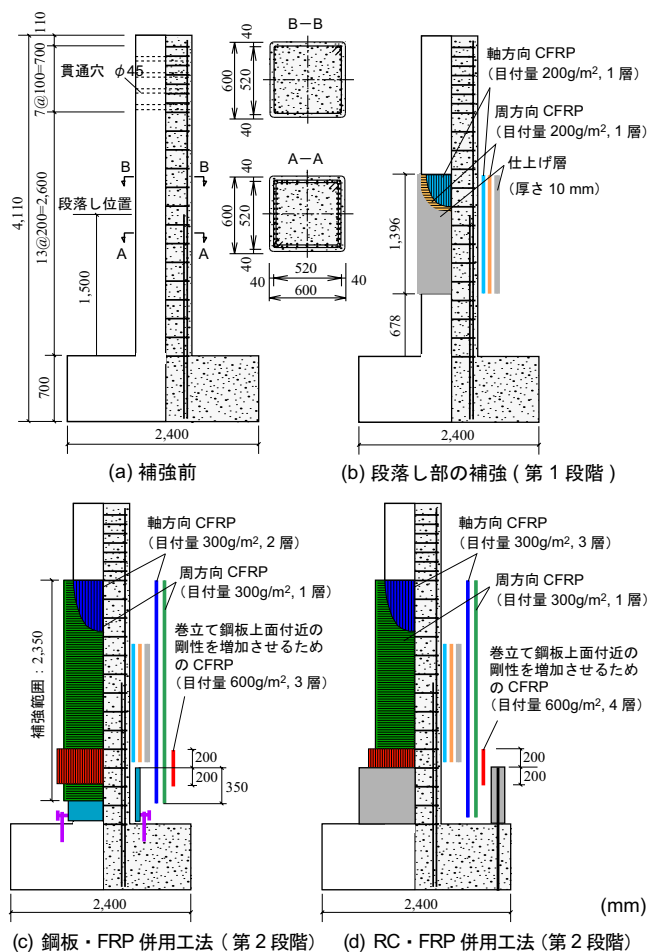


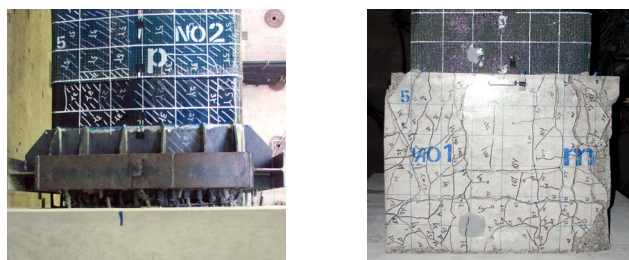
図-1 試験体概要

炭素繊維（以下、FRP）巻立て工法により主鉄筋段落し部の補強を行った。補強部の表面仕上げは、実構造の補強によく用いられる方法と同様に厚さ 10mm のモルタル層を設けた。第2段階では、第1段階の仕上げ層に表面処理（ディスクサンダーによる目荒し）を施した後に追加補強を行った。また、RC 巻立て部と柱本体の付着の向上を図るために、FRP の補強作業終了後、樹脂が硬化する前に FRP の表面に珪砂を散布した。

第2段階における基部の曲げ補強設計は、鋼板・FRP 併用工法を適用した供試体の場合は、基部曲げ耐力の増加割合が 30% 程度となるようにアンカーの本数と径を決定した。アンカーの設置の詳細は文献2)に示す。RC・FRP 併用工法を適用した供試体の場合は、軸方向鉄筋の本数と配筋位置を鋼板・FRP 併用工法のアンカーの本数

キーワード：RC 橋脚，主鉄筋段落し部，段階的耐震補強，FRP 巻立て

連絡先 〒305-8516 つくば市南原 1-6 (独)土木研究所 構造物メンテナンス研究センター TEL 029-879-6773 FAX 029-879-6739



(a) 鋼板・FRP 併用工法

(b) RC・FRP 併用工法

図－2 実験終了後の破壊状況

と配置位置と同様にし、巻立て厚さは85 mmとした。設計計算では曲げ耐力の増加割合は50%程度であった。また、両供試体における追加のFRPと鋼板等の設計は、基部の曲げ耐力を基本として段落し部や断面変化部を有する躯体部の耐力が基部よりも大きくなるように行った。

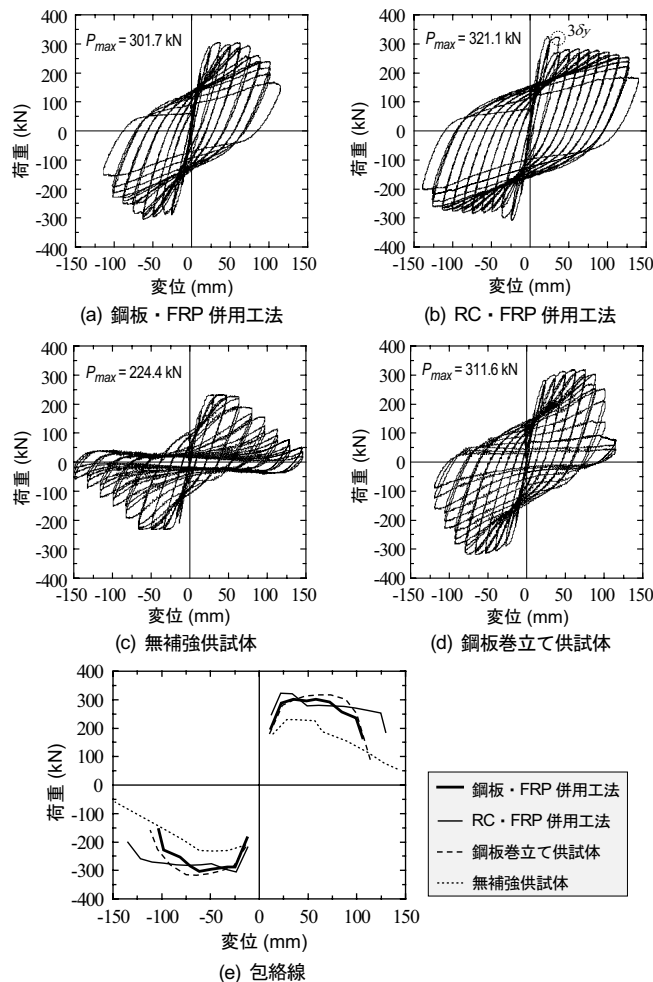
なお、補強効果を検証するために、過去に同一条件で実施した無補強供試体と鋼板巻立て供試体の実験結果と比較した³⁾。ここで、無補強供試体は、軸方向鉄筋の段落しを行っていないものであるが、基部の断面性能は同一条件である。また、鋼板巻立て供試体は、柱全高さに鋼板で巻立て、基部でフーチングにアンカーをした構造で、今回実施した供試体と同一の条件である。

実験は、供試体を横にした状態で死荷重反力に相当する軸力539 kNを作用させながら、加振機によって変位制御で载荷した。载荷基本変位 δ_y は降伏変位（本実験の基本変位は12.7 mm）とし、各载荷ステップの繰返し回数は3回とした。

3.2 実験結果

実験では、鋼板・FRP 併用供試体は $9\delta_y$ 、RC・FRP 併用供試体は $11\delta_y$ まで载荷を行った。鋼板・FRP 併用供試体は、 $3\delta_y$ 载荷までは基部の既設躯体部でひび割れが進展し、 $6\delta_y$ 载荷でアンカーボルトが破断し始め、3回目の载荷で9本破断した。载荷実験終了時の $9\delta_y$ 载荷では既設躯体の軸方向鉄筋が23本破断し、コアコンクリートの損傷も顕著となった。RC・FRP 併用供試体は、 $3\delta_y$ 载荷までは基部のRC巻立て部に縦ひび割れが発生した。その後、縦ひび割れの本数が増加するとともに、コーナー付近のひび割れ幅が大きく拡大した。 $10\delta_y$ 载荷では柱本体の軸方向鉄筋が数本破断したことを確認した。図－2に実験終了後の両供試体状況写真を示す。なお、巻立て部上面や既存段落し部等の躯体の断面変化部においては、両供試体とも曲げ補強FRPに特に変状は認められない。

図－3に、実験から求められた水平荷重－水平変位の履歴曲線とそれらの包絡線を示す。鋼板・FRP 併用供試体は、鋼板巻立て供試体とほぼ同程度の耐力・変形性能を示した。RC・FRP 併用供試体は、 $3\delta_y$ 载荷でRC巻立て部と既設躯体間で付着切れが発生したため曲げ耐力が



図－3 水平荷重－水平変位の履歴曲線と包絡線

86%程度まで低下したが、RC巻立て部の横拘束効果によって $10\delta_y$ 载荷まで安定した変形特性を示した。

4. まとめ

本文では、既設RC橋脚の段階的耐震補強工法として、鋼板・FRP 併用工法およびRC・FRP 併用工法を考案し、その補強効果を実験的に検証した。鋼板・FRP 併用工法は、従来鋼板巻立て工法とほぼ同程度の補強効果が得られることを確認した。また、本実験で実施したRC・FRP 併用工法の場合は、载荷中に基部RC巻立て部と既設躯体間で分離したため、耐力は若干低下したものの拘束による安定した変形特性を示した。今後、設計方法と施工のディテールについて検討する予定である。

参考文献

- (財) 海洋架橋・橋梁調査会：既設橋梁の耐震補強工法事例集，平成17年4月。
- 張 広鋒，運上茂樹：主鉄筋段落し部を有するRC橋脚の耐荷性能グレードアップ補強工法の一検討，第12回地震時保有耐力法に基づく橋梁等構造の耐震設計に関するシンポジウム講演論文集，pp.47-52, 2009.1.
- 川島一彦，大塚久哲，中野正則，星隈順一，長屋和宏：曲げ耐力制御式鋼板巻立て工法による鉄筋コンクリート橋脚の耐震補強，土木研究所資料第3444号，平成8年5月。