

# AFRP-RC 梁の静的載荷試験

岩手大学 学生員 ○渡部洋平 岩手大学 正会員 大西弘志  
 岩手大学 正会員 岩崎正二 岩手大学 正会員 出戸秀明  
 サカイ産業 (株) 天野順弘 (株) 竹入製作所 小林宣博

## 1. はじめに

我が国の社会基盤 (Infrastructures) では様々な形式・種類の構造物が建設され、提供されている。これらの構造を大まかに分類すると金属系 (炭素鋼, ステンレス鋼, 軽金属 (アルミニウム)), コンクリート系 (セメントコンクリート, アスファルトコンクリート), 土, 木材, 樹脂 (FRP : Fiber Reinforced Polymer) 等に分類される。これらの中でも金属系構造物やセメントコンクリートを活用した構造物は汎用性, 経済性に優れるため, 我が国の社会の中で広く活用されている。

コンクリート構造物はその内部に配置される補強材 (鉄筋) の有無やプレストレスの導入の有無により無筋コンクリート, 鉄筋コンクリートそしてプレストレストコンクリートに分類される。これらのコンクリート構造の中でも鉄筋コンクリート構造 (以下, RC 構造) は従来数多く建設されてきた構造形式である。RC 構造では補強材として安価な炭素鋼を用いているため, 経済性に優れた長所があるが, その反面, 塩害や中性化等の作用によりコンクリート内部で腐食を生じることが明らかとなっている<sup>1)</sup>。鉄筋の腐食を防止することは, RC 構造部材の耐荷力・耐久性を確保するためには極めて重要である。これまでも過度なひび割れや海砂の使用による内在塩分の存在による鉄筋腐食の発生が確認されており, RC 構造としての耐久性が確保できなかった事例として広く知られている<sup>2)</sup>。現在, 東日本大震災により被害をうけた沿岸部の構造物を補修・補強や再構築が進められており, これらの構造物の鉄筋腐食防止手法について検討すべきであると考えられる。

RC 構造の鉄筋腐食対策の一つとして, 炭素鋼で製作される鉄筋自体を腐食しない代替物で置き換えることが考えられる。この手法で用いる材料の一つとして著者らはアラミド繊維補強樹脂 (Aramid Fiber Reinforced Polymer: AFRP) に着目することにした。AFRP 補強材の特徴として引張強度は鉄の 4 倍, 比重は鉄の 1/6, 耐久性に優れており錆ない, 絶縁性に優れ磁化しない, -80℃の極低温環境にも耐えうる, などがあ<sup>3)</sup>。

これらの特長から沿岸部での新設 RC 構造物に AFRP 補強材を用いることにより, RC 構造における鉄筋腐食を克服でき, さらに高強度な構造物を開発できる可能性がある。そこで, 本研究では RC 梁と同じ寸法のコンクリート梁に AFRP ロッド (図 1) を適用した AFRP-RC 梁を用意した。これらの梁に対して静的載荷実験を行い, RC 梁と AFRP-RC 梁とを比較し, 曲げ載荷時の挙動を比較検討することにした。

## 2. 実験概要

### (1) 試験体概要

本研究では図 2 に示す形状を有する RC 梁と



図 1 AFRP ロッド

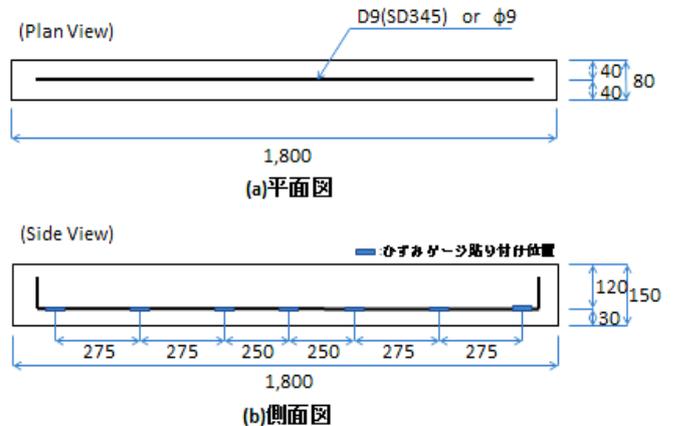


図 2 試験体概要 (単位: mm)

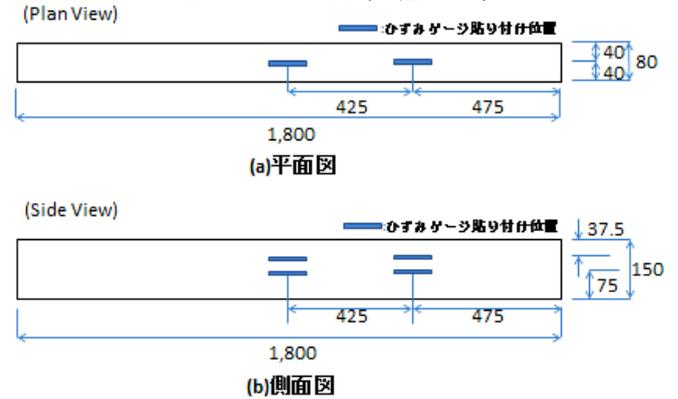


図 3 試験体概要 (単位: mm)

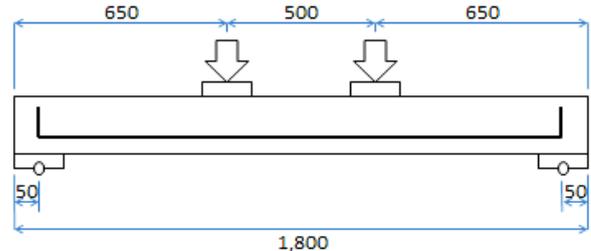


図 4 試験載荷条件 (単位: mm)

キーワード: アラミド繊維、AFRP-RC 梁、曲げ強度

〒020-8551 岩手県盛岡市上田三丁目 18 番 8 号 岩手大学工学部 社会環境工学科 構造工学研究室

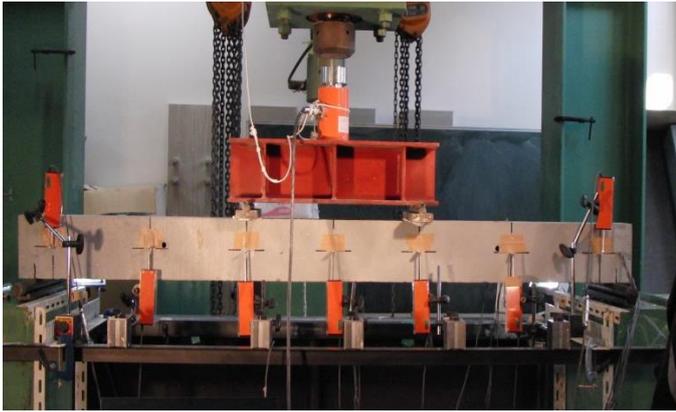


図5 変位計配置状況

表1 材料試験結果

材料	圧縮強度 (MPa)	引張強度 (MPa)	弾性係数 (GPa)
コンクリート	40		31.2
鉄筋(D9)		596	195
AFRP( $\phi 9$ )		1,150*	68.6*

Notice: \*印の数値は一般値または推定値

AFRP-RC 梁を製作した。この試験体の寸法は幅 80mm×長さ 1,800mm×高さ 150mm である。今回使用した鉄筋は D9, AFRP ロッドは  $\phi 9$  である。各試験体には、図 2(b)に示す位置に鉄筋および AFRP ロッドにひずみゲージを貼付し、曲げ荷重試験の際に鉄筋や AFRP ロッドに発生するひずみを計測した。図 3 は各試験体のコンクリート表面に設置したひずみゲージの位置を示している。

今回の荷重試験で使用した試験体に使用した各種材料の材料試験を行った。その結果を表 1 に示す。荷重試験に使用した試験体は、RC 梁試験体が 3 体、AFRP-RC 梁試験体が 3 体の計 6 体である。

## (2) 荷重方法

本試験では 4 点曲げ静的荷重(図 4)とし、所定の状態に至った時点で除荷と荷重を繰り返す、繰り返し荷重試験を行った。今回の荷重試験では除荷を行う状態として支間中央の鉄筋のひずみが 1000 $\mu$ 、2000 $\mu$  になった時点と AFRP ロッドのひずみが 1000 $\mu$ 、2000 $\mu$ 、4000 $\mu$ 、6000 $\mu$  になった時点で除荷している。

また、図 5 に示すように変位計を設置し、荷重中の試験体のたわみを測定した。設置位置は図 2(b)のひずみゲージの設置位置と揃えている。

## 3. 試験結果

本試験の実験結果の一例を図 6、図 7 に示す。図 6 には RC 梁試験体と AFRP-RC 梁試験体の支間中央における荷重-たわみ曲線を示している。この図の縦軸には荷重(P : kN)、横軸には支間中央での変位( $\delta$  : mm)をとっている。この図に示されるように、今回の荷重試験で

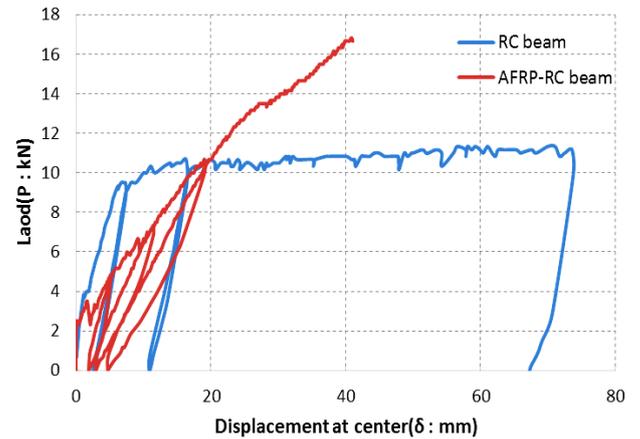


図6 支間中央での P- $\delta$  の関係

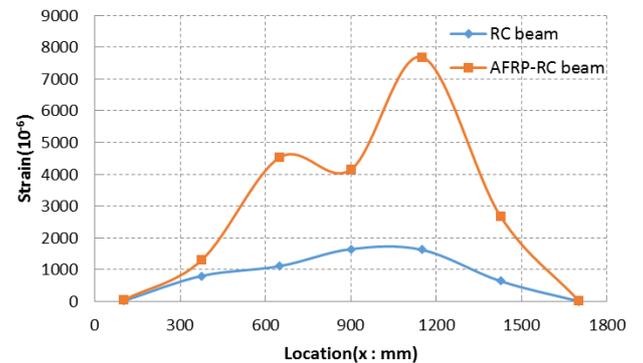


図7 ひずみ分布図

は AFRP-RC 梁試験体の最大荷重が RC 梁試験体の最大荷重の約 1.6 倍の曲げ耐力を示したことが確認できる。特に、中央の変位が 20mm を超えた範囲では AFRP-RC 梁試験体の荷重増加が特に顕著となっていることがわかる。

図 7 に荷重荷重が 8kN 担った時点でのひずみの分布を示す。縦軸にひずみ( $10^{-6}$ )、横軸にひずみゲージの貼り付け位置をとっている。梁の左端からの距離を  $x$ (単位 : mm)とした。この図を確認すると、鉄筋は 1,600 $\mu$  程度のひずみに対して AFRP ロッドは約 7,600 $\mu$  の最大ひずみを示していることがわかる。

## 4. まとめ

RC 梁は鉄筋の降伏後、荷重がほぼ一定になったが、AFRP-RC 梁の荷重は上昇し続けた。これは、AFRP ロッドが降伏しないという特徴によるものであり、破壊に至るまで曲げモーメントが増加することを可能にしたものと考えられる。また、変位の差が出たのは鉄筋と AFRP の弾性率の違いによるものだと考えられる。

本試験により、AFRP を利用した RC 梁の曲げ耐力は RC 梁よりも高いものになる傾向が確認できた。

## 参考文献

- 1) 例えば、土木学会：コンクリート標準示方書
- 2) 例えば、吉川弘道：第 2 版 鉄筋コンクリートの解析と設計-限界状態設計法と性能設計法-、丸善株式会社、2004
- 3) <http://www.takeiri-seisakusyo.jp/tafrod/about/entry-152.html>