

## U型アンカーを持つ CFRP ロッドの PC 部材への適用に関する実験的研究

九州大学工学部 学生会員 ○津上 絵里

九州大学大学院 正会員 Rudy Djameluddin

九州大学大学院 正会員 日野 伸一, 山口 浩平

## 1. はじめに

CFRP (炭素繊維強化プラスチック) は軽量, 高強度, 高耐食性など様々な特色があり, 鉄筋や PC 鋼材の代替として利用が進められている. 本研究で用いる九州大学独自に開発した CFRP ロッドは両端に U 型アンカーを有する特徴があり, 同部を活用して PC 緊張材として用いることを考えた. そこで本研究では, U 型アンカーを持つ CFRP ロッドの PC 部材への適用性を検討することを目的とし, U 型アンカーの引張および引抜試験, PC はりの破壊試験を行い, その有用性を検討した.

## 2. U 型アンカー部の引張耐力と引抜耐力

供試体は直径 8.85 mm の CFRP ロッドである. 図-1 に両端 U 型アンカー部を, 表-1 に CFRP ロッドの物性値を示す. コンクリートブロックに埋め込まない U 型アンカーの引張試験結果より, アンカー部の引張耐力は 88kN であり, これは CFRP ロッドの母材の約 63% であった.

一方, U 型アンカーをコンクリートに埋め込んだ場合, アンカー内部のコンクリート塊のくさび効果により同部の引抜耐力は向上すると考えられる. そこで, 図-2 に示す 3 種の引抜試験を行った.

供試体 A はアンカーの全てを, 供試体 B は PC はり (3 節) と同じタイプでアンカーの一部を埋め込んだもの, また供試体 C は CFRP ロッド直線部の付着強度を調べるものであり, それぞれ 3 体ずつ製作した. なお, 供試体 A, B の CFRP ロッドの直線部には塩ビパイプを設置し, コンクリートとの付着は切っている.

その結果, 供試体 A, B の引抜耐力は, それぞれ 151.9kN, 48.6kN であり, アンカーがくさび効果を発揮していることがわかった. また, 供試体 C から算出された付着強度は, 鉄筋と同等の 12.0MPa であることがわかった. CFRP ロッドを PC 部材に用いる場合は, アンカー部と直線部の両方でコンクリートとの付着に寄与し, その付着強度は十分であることがわかった.

## 3. はりの曲げ破壊試験

## 3. 1 試験概要

本試験では, U 型アンカーを持つ CFRP ロッドを緊張材として用いた PC はり, 補強材として用いた RC はりを製作し, 曲げ試験を行った. 曲げ特性の把握と同時に PC はりでは, U 型アンカーを用いたプレストレス導入についても検討対象とした.

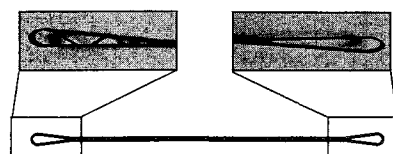
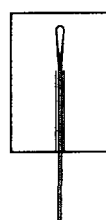


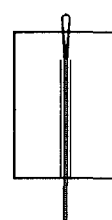
図-1 ロッドおよび U 型アンカー

表-1 CFRP ロッドの物性値

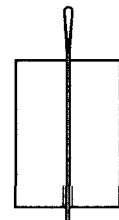
|           |                       |
|-----------|-----------------------|
| 断面積       | 61.51 mm <sup>2</sup> |
| 引張耐力 (母材) | 144.8kN               |
| 引張強度      | 2300MPa               |
| 最大ひずみ     | 15600 $\mu$           |
| ポアソン比     | 0.23                  |
| ヤング率      | 147GPa                |



供試体 A

 $P_{max}=151.9kN$ 

供試体 B

 $P_{max}=48.6kN$ 

供試体 C

 $P_{max}=100kN$  $(\tau=12.0MPa)$ 

図-2 引抜試験結果

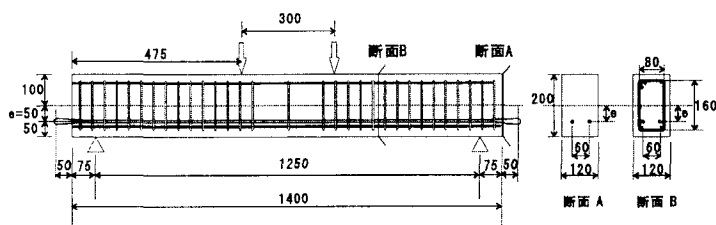


図-3 供試体概略図

### 3. 2 供試体

図-3 に供試体概略図を示す。供試体寸法は 100 mm×200 mm×1400 mm，スパンは 1250 mm であり，載荷幅 300 mm の 2 点線載荷とした。また，せん断補強筋 (SD295) 間隔は 40 mm とした。引張補強筋である CFRP ロッドは図心軸から 50 mm 偏心して 2 本配置した。PC はりも RC はりも同様の形状とした。コンクリートの強度は 14 日間養生で 54MPa である。

### 3. 3 緊張力導入

図-4 に示す定着具を用いてプレストレスを導入した。CFRP ロッドのひずみの変化から算定した，初期緊張力 (882MPa) に対する載荷時におけるプレストレスの減少量は約 13% と減少量は小さく，U 型アンカーを用いたプレストレス導入は十分な性能を有することがわかった。

### 3. 4 試験結果および考察

図-5，6 に曲げ破壊試験により得られた PC はり，RC はりの各挙動を示す。PC はりでは，緊張力導入に伴い 6000  $\mu$  まで CFRP ロッドのひずみが増加したので，そのひずみを考慮して図示した。

PC はりは，荷重はひび割れが発生するまでほぼ線形的に増加し，最大荷重に達してコンクリート上縁が圧縮破壊を起こし一度荷重が減少した。さらに変形を増加させると，ある時点で 2 本の CFRP ロッドがコンクリート中に入り込み荷重が減少し，その後破壊に至った。

RC はりは，コンクリート上縁の圧縮破壊後も 2 本の CFRP ロッドのコンクリート中へのすべり込みは見られなかった。

表-2 にひび割れ発生荷重および最大荷重を示す。

図-7 に圧縮破壊後のひび割れ性状を示す。PC はりでは，ひび割れの分散性の良さが確認できたが，RC はりでは 50kN でひび割れ数が定常状態に達し，その後はひび割れ幅が増加し続けた。

### 4. まとめ

- (1) CFRP ロッドの直線部の付着強度は 12.0MPa であり，鉄筋と同程度である。
- (2) プレストレス導入における減少量は小さく，U 型アンカーを用いたプレストレス導入は十分な性能を有する。
- (3) CFRP ロッドを PC や RC 部材に適用することが可能である。

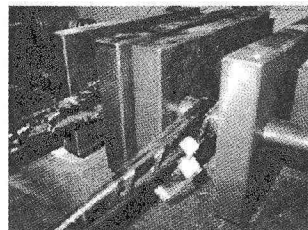


図-4 定着具

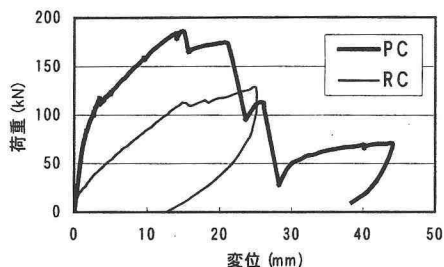


図-5 荷重-変位関係

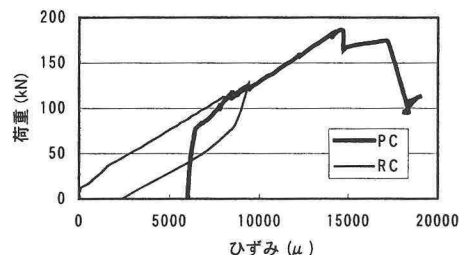


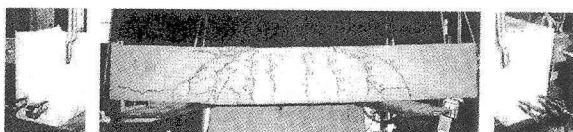
図-6 荷重-ひずみ関係 (CFRP ロッド)

表-2 理論値と実験値との比較

|    | ひび割れ発生荷重 (kN) |     |     | 最大荷重 (kN) |     |     |
|----|---------------|-----|-----|-----------|-----|-----|
|    | 理論値           | 実験値 | 比   | 理論値       | 実験値 | 比   |
| PC | 50            | 64  | 1.1 | 107       | 185 | 1.7 |
| RC | 20            | 18  | 0.9 | 100       | 127 | 1.3 |



(a) PC はり



(b) RC はり

図-7 圧縮破壊後のひび割れ性状