

V-146

各種FRPロッドの斜め引張耐力に関する実験的研究

明星大学大学院 学生員 小寺 満
日本コンクリート工業 正会員 丸山武彦
日本コンクリート工業 正会員 本間雅人

1. はじめに

FRPロッドをスターラップ等のせん断補強筋として利用する場合、はりに斜めひび割れが発生すると、スターラップにはその軸線方向とは偏った角度で引張荷重が作用し、FRPロッドは異方性材料であることからその斜め方向の引張耐力は純引張強度よりも低下する。筆者らが行った実験¹⁾では、FRPロッドの斜め引張耐力は相当に低下したことから、本研究はさらに炭素繊維FRP（以下CFRP）ロッドとアラミド繊維FRP（以下AFRP）ロッドについて、ロッドの軸線方向と引張方向の偏角を45°までの4種類、コンクリート強度を2種類に変えて斜め引張

試験を行い、コンクリート中におけるFRPロッドの斜め引張耐力の低下に関するデータを収集したものである。

2. 使用材料および実験方法

使用したFRPロッドは公称直径6～8mmで、CFRPロッドは斜交巻き付け型と7本より線型の2種類、AFRPロッドは組紐型で、すべてエポキシ樹脂をマトリクスとして収束したものである。なお、比較のために異形鉄筋も用いた。これらの性質を表-1に示す。図-1はコンクリートはりのスターラップをモデル化した試験体で、FRPロッドの配置角度を15°、25°、35°および45°の4種類の範囲とし、ロッドの中心から片側60mmの位置にひずみゲージを貼り付けて引張荷重の伝達度のチェックを行った。コンクリートの圧縮強度は600および1000kgf/cm²の2種類とし、試験体は1週間の水中養生を行い、その後1週間の空气中養生を行った。同一養生のφ10×20cm供試体の圧縮強度は612及び1049kgf/cm²であった。試験体は載荷フレーム内に置き、油圧ジャッキを用いて加力し、荷重はロードセルにて測定した。

3. 斜め引張試験の結果

3. 1 配置角度と斜め引張強度の関係

図-2は斜め引張強度と純引張強度との比と配置角度の関係を示す。CFRPロッドの斜め引張強度は、0～25°の範囲において急減し、それ以上の角度においては低下の割合は小さくなるが、配置角度45°における斜め引張強度は純引張強度の27～35%にまで低下する。AFRPロッドの斜め引張強度はほぼ直線的に低下するが、配置角度45°では純引張強度の41～45%

表-1 鉄筋およびFRPロッドの性質

特性	鉄筋 SD-30	斜交巻き付け型 炭素繊維	7本より線型 炭素繊維	組紐型 アラミド繊維
公称直径 (mm)	10.0	6.0	7.5	8.0
断面積 (mm ²)	71.3	28.3	30.4	50.0
破断荷重 (kgf)	3915	5004	6475	7000
引張強度 (kgf/mm ²)	55	177	213	140
弾性係数 (kgf/mm ²)	20300	13000	14000	7000
破断伸び (%)	-	1.20	1.60	2.16

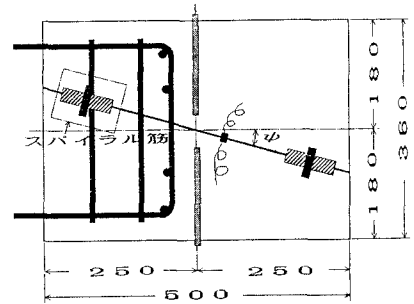


図-1 試験体の形状

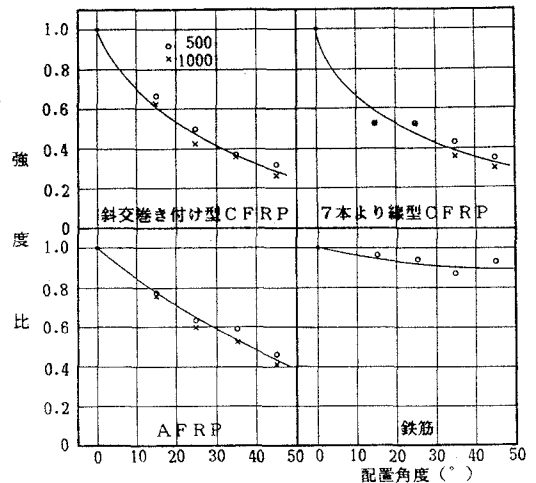


図-2 配置角度と斜め引張強度比の関係

であり、CFRPロッドに比べて低下勾配は緩やかである。これは、AFRPはCFRPに比べて弾性係数が小さく、伸び能力が大きいこと、付着力が小さいことが影響しているものと思われる。また、鉄筋は単一金属からなる等方性材料であるため、配置角度 $0 \sim 45^\circ$ の範囲における軸方向以外の力が作用しても十分な強度が期待できる。なお、今回の実験では、ロッドの製造方法による斜め引張強度の差は確認できなかった。

3.2 コンクリート強度の影響

圧縮強度 600 kgf/cm^2 のコンクリート中に埋設したFRPロッドの斜め引張強度に対する、 1000 kgf/cm^2 のコンクリートの場合の斜め引張強度の比を図-3に示す。いずれのFRPロッドにおいても、コンクリート強度が大きくなると斜め引張強度は低下する。この理由は、コンクリートが高強度になるとひび割れ部の角が硬く鋭くなるためにロッドは局部的に大きなせん断力を受けること、ロッドとの付着力が大きいためロッドの伸びが小さく局部応力が過大になること、などが影響しているものと思われる。

3.3 荷重と引張ひずみ

引張荷重とロッドの中心から 60 mm の位置のロッドの引張ひずみとの関係の代表例を図-4に示す。全体の傾向として、ロッドの配置角度が大きくなるにしたがって破断時の引張ひずみは小さくなる。この理由は、配置角度が大きくなるとひび割れ部におけるロッドの曲げ角度が大きくなり引張分力が小さくなること、コンクリートとの付着および摩擦によって伝達応力が減少すること、などの影響であると考えられる。また、各配置角度におけるひずみの増加割合や最大値の相違は、AFRPロッドに比べてCFRPロッドの方が顕著である。これは、3.1と同様な理由によるものと思われる。

4. まとめ

本研究の条件の範囲で得られた結論をまとめると次のようになる。

- (1) コンクリートに埋め込まれたFRPロッドの斜め引張強度は、配置角度にほぼ比例して低下し、その低下の割合は斜交巻き付け型CFRPが最も大きく、7本より線型CFRP、組紐型AFRPロッドの順であった。コンクリートの圧縮強度が 600 kgf/cm^2 、配置角度が 45° の場合、上記の各FRPロッドの斜め引張強度は純引張強度の31%、35%、46%程度であった。
- (2) コンクリート強度 600 kgf/cm^2 および 1000 kgf/cm^2 の場合の斜め引張強度は、コンクリート強度が高い場合のほうが低下する傾向がみられた。
- (3) FRPロッドの配置角度が大きくなるにしたがって、伝達される引張ひずみは小さくなり、同じ配置角度におけるひずみは斜交巻き付け型CFRPロッドが最も小さく、次に7本より線型CFRP、組紐型AFRPの順であった。

(参考文献) 1) 丸山、本間、岡村：各種FRPロッドの斜め引張特性に関する実験的研究、JCI 年次論文報告集、1989

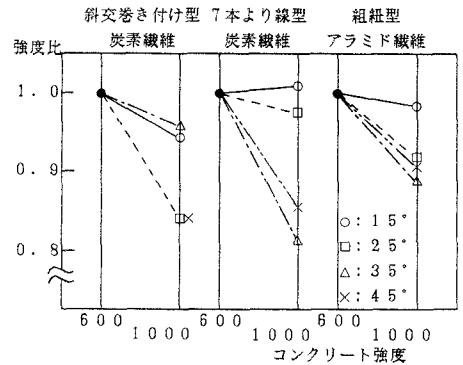


図-3 コンクリートの圧縮強度と斜め引張強度比の関係

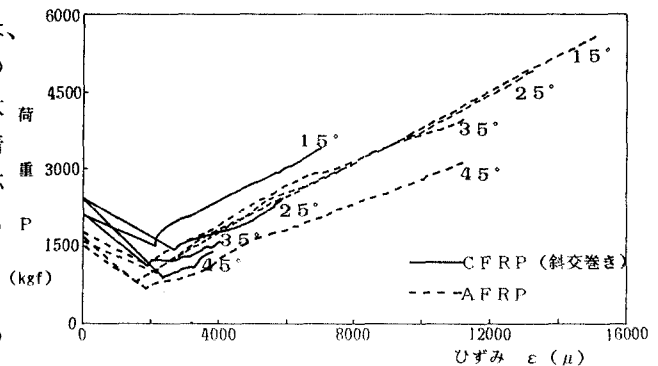


図-4 FRPロッドのひずみと引張り荷重の関係