

CFRTP を緊張材に用いた PC 部材の力学性能評価のための基礎研究

金沢工業大学 学生会員 ○平林和浩
 金沢工業大学 正会員 田中泰司
 金沢工業大学 正会員 保倉篤

1. はじめに

熱硬化性 CFRP は、PC 鋼棒と同等以上の引張強度を有することや、腐食をしないこと、磁化しないこと、軽量である等の優れた性質をもつ。反面、高コストであることやリサイクルが不可能である等の欠点がある。一方、CFRTP(熱可塑性 CFRP)は、熱硬化性 CFRP と比べて、量産性に優れ、後加工が容易なことから、生産コストが比較的安くなることが期待されている。

そこで本研究では、CFRTP を PC の緊張材として用いるために、引張強度とリラクセーションを調べた。

表 1 CFRTP の材料特性

直径 (mm)	有効断面積 (mm ²)	単位重量 (g/m)	破断荷重 (kN)	引張荷重 (N/mm ²)	弾性係数 (N/mm ²)
9	49.5	80	90	1810	85000

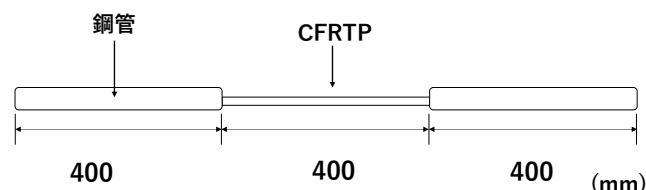


図1 引張試験の供試体概要

2. 実験概要

2.1 使用材料

表 1 に今回使用した 7 本より CFRTP のストランドの材料特性を示す。これらは代表値であり、設計に用いる保証値が別途必要となる。そこで引張強度や弾性係数等の数値やばらつきを調べることにした。

2.2 引張試験

JSCE-E 531-2010 に準拠して引張試験を行い、引張強度および弾性係数を算出した。ひずみは、素線の裏表に 1 枚ずつ貼ったひずみゲージと伸び計にて測定を行った。はじめ、試験体の定着長 200mm の定着具で 5 体試験を行ったところ、静的破砕剤と CFRTP の界面で滑りが生じたため、定着長が 400mm の定着具に変更して、引張試験を 11 体行った。定着長が 400mm の試験体概要を図 1 に示す。また、通常は保管や取り扱いのしやすさより湾曲したストランドを使用するが、加工による影響を調べるために、直線のストランドを用いて、6 体の引張試験を行った。

2.3 リラクセーション試験

JSCE-E 534-1999 に準拠し、1000 時間におけるリラクセーション率を測定した。供試体には、引張試験と同じ材料を使用した。定着長が 400mm の鋼管を用いた。試験体数は 6 体とした。初期荷重は引張試験で得た引張荷重の約 70%とし、試験温度は 20±2℃に維持して行った。

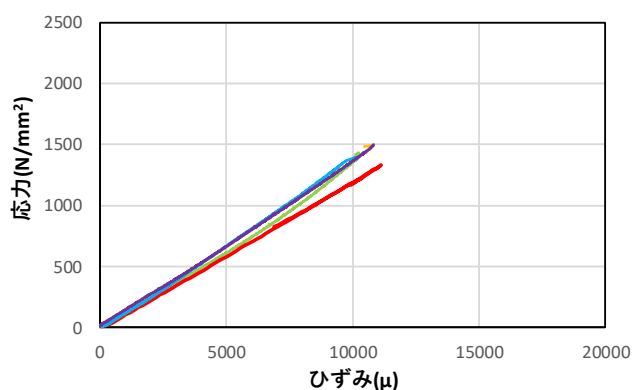


図2 定着長が200mmの場合の応力-ひずみ曲線



図3 実験終了後の定着部の抜け出し状況

3. 実験結果

3.1 引張試験

定着長 200mm の引張試験によって得られた応力-ひずみ曲線を図2に示す。また、図3に実験終了後の定着部の様子を示す。定着長が 200mm の場合には、約 70kN で静的破砕剤と CFRTP の界面においてすべりが生じた。図4に定着長 400mm の引張試験によって得られた応力-ひずみ曲線を示す。また、引張試験の平均値を表2に示す。定着長が 400mm の場合には約 100kN でストランドの破断が生じた。このことから FRP の付着特性に応じた定着長の設定が重要といえる。また、湾曲と直線の CFRTP では試験結果に違いは見られなかった。

引張強度のワイブルプロットを図5に示す。引張強度の平均値は 2010N/mm² であるが、比較的ばらつきの大きい材料といえる。たとえば引張強度の平均値の 70% の荷重を与えた場合の破壊確率は 0.14% となる。施工時の安全確保のためにプレストレス力の設定が今後の課題である。

3.2 リラクセーション試験

リラクセーション試験結果を図6に示す。6体のリラクセーション率の平均値は 9.01% であった。一般的な緊張材である PC 鋼棒(3%)や PC 鋼より線(5%)²⁾ と比べ大きな値となった。リラクセーションの考慮も設計時における課題である。

4. まとめ

本研究で得られた結論を以下に示す。

- 1) 本実験で使用した CFRTP は引張強度のばらつきが比較的大きいので、破壊確率を考慮して施工時のプレストレス力を設定する必要がある。
- 2) 本実験で使用した CFRTP はリラクセーション率が比較的高いので、設計時には十分な考慮が必要である。

謝辞

本研究は、文部科学省・科学技術振興機構による COI プログラム「革新材料による次世代インフラシステムの構築」(JPMJCE1315)により進められた。

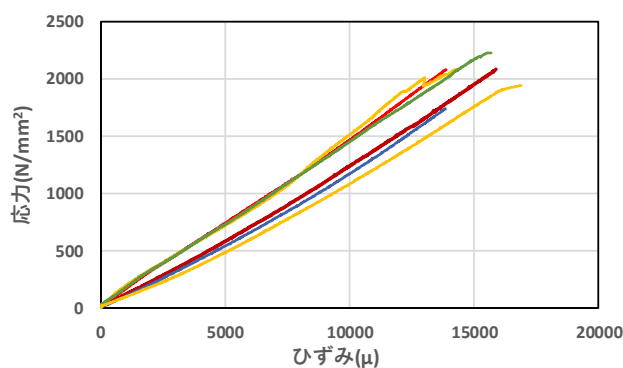


図4 定着長が 400mm の場合の応力-ひずみ曲線

表2 引張試験結果の平均値

定着具の長さ	種類	引張荷重(kN)	引張強度(N/mm ²)	弾性係数(kN/mm ²)
200mm	湾曲	71.2	1438.0	
400mm	湾曲	101.6	2051.5	136.4
	直線	106.0	2141.4	135.3

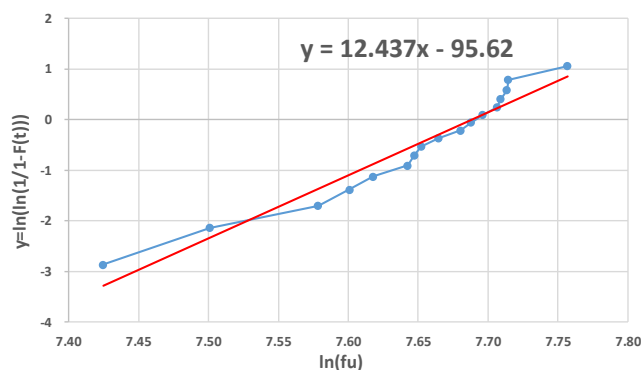


図5 引張強度のワイブルプロット

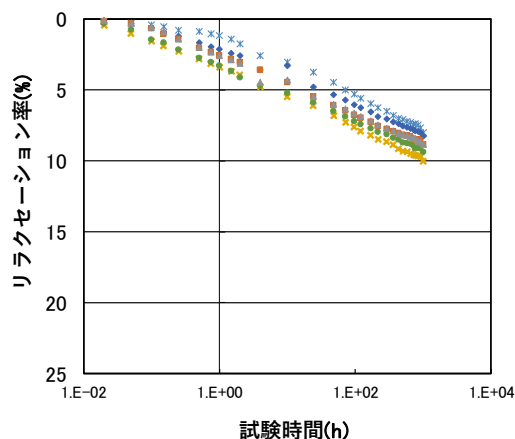


図6 リラクセーション試験結果

参考文献

- 1) 魚本健人 コンクリート構造物のマテリアルデザイン pp.48-49, オーム社発行, 2007
- 2) 土木学会: 2017 年制定コンクリート標準示方書 設計編, p.408, 2017