

Super-CFRP ロッドの性質に関する基礎的研究

(株)福山コンサルタント 正会員 ○渡邊 弘史
 (株)福山コンサルタント 非会員 野上 和彦
 東京鐵鋼(株) 正会員 越路 正人
 九州大学大学院 正会員 山口 浩平

1. はじめに

近年、コンクリート構造物(PC・RC)の早期劣化が顕在化し、社会問題になっている。特に飛沫帯付近の塩害環境下にある構造物にその傾向が顕著に認められる。コンクリート構造物の早期劣化の一因は、内部鉄筋の腐食であると考えられる。腐食した内部鉄筋の補強として、炭素繊維補強材を用いるケースが多い。しかし、現在の設計手法では内部鉄筋を降伏させないように補強量を選定するため、補強量が過大になる傾向がある。

そこで著者らは「Super-CFRP ロッド」(以下、SCF ロッド)と呼ばれる、連続炭素繊維を自動配筋ロボットによりロッド上に束ね、熱硬化型樹脂により硬化した材料を開発した。この SCF ロッドをコンクリート構造物の内部鉄筋と置き換える「Super-CFRP 工法」(以下、SCF 工法)を開発中である¹⁾。SCF ロッドの製作工程において、写真-1 に示すような U 型部が発生するため、SCF 工法では、この U 型部を継手及び PC 部材の定着部に応用することも検討中である。

SCF 工法では、炭素繊維を鋼材として用いるため、腐食によるコンクリート構造物の早期劣化が生じることは無い。また、コンクリート部材の厚さを薄くすることが出来、かつ軽量化が図れる等、様々な利点があると考えられる。しかし、SCF ロッドは連続炭素繊維を束ねたものであるため、脆性破壊を呈する、熱に弱い等の問題点がある。そのため SCF 工法の適用範囲が限定される。

また、SCF ロッドを既存の設計仕様に適用させるためには、適切な許容応力を設定する必要がある。そこで、本研究では SCF ロッドの性質を確認する目的で、SCF ロッドの引張試験を実施し、その結果を基に付着強度試験及び継手試験を実施した。



写真-1 SCF ロッド(左: 全景, 右: U 型部接写)

2. 試験概要

2.1 供試体

供試体の母材となる SCF ロッドは、φ6.2(20 巻)とした。これは、φ6.2 が異形鉄筋の D13 相当になり、最も汎用性に富むと判断したためである。表-1 に使用する炭素繊維の規格を、表-2 に SCF ロッドの仕様をそれぞれ示す。

表-1 炭素繊維規格

引張強度 (N/mm ²)	繊維体積含有率 (%)	樹脂含有率 (%)	空隙率 (%)	繊維断面積 (mm ²)
4900	58	33	9	0.44

表-2 SCF ロッド仕様

名称	直径 (mm)	断面積 (mm ²)	引張耐力 (kN)	引張強度 (N/mm ²)
φ6.2	6.2	30.2	69.8	2311

2.2 付着強度試験

『JSCE-E539(引抜き試験による連続繊維補強材とコンクリートとの付着強度試験方法(案))』²⁾に基づき、コンクリートブロックに直径の 4 倍を付着長として埋め込み引抜き試験を実施した。また、異形鉄筋との比較をするため、SD295 D6 鉄筋についても同様に試験を実施した。供試体数は各 3 体とした。図-1 に供試体を示す。

2.3 継手試験

SCF ロッドの U 型部を用いて、機械式継手により継手部を製作し、『JSCE-E531(連続繊維補強材の

キーワード Super-CFRP ロッド, 引張強度, 付着強度, 継手方法

連絡先 〒802-0072 北九州市小倉北区片野新町 1-11-4 (株)福山コンサルタント TEL: 093-931-0211

引張試験方法(案)]²⁾に基づき、引張試験を実施した。供試体数は3体とした。図-2に供試体を示す。

3. 試験結果

3.1 付着強度試験結果

試験結果を表-3に示す。表より、SCF ロッドは異形鉄筋と同程度の付着強度を示した。しかし試験結果にバラツキが見られた。これはSCF ロッドの表面にある凹凸が影響していると考えられる。SCF ロッドの品質を一定にするため、SCF ロッドの製作過程に改良を施すことを検討する必要がある。

3.2 継手試験結果

試験結果を表-4に示す。表より、最大荷重がSCF ロッドの引張荷重と同程度であったことから、破壊形態は全て母材破断と判断した。よって、U型部を用いた機械式継手方法は妥当であることがわかった。なお、試験後に機械式継手部を切断し、内部を確認した。写真-2に切断部を示す。写真より機械式継手内部に充填材が充填されていることが認められたことより、U型部に支圧力が作用し、母材以上の引張力に耐え得るものと推定される。今後は支圧力に関してFEM解析を実施する予定である。

4. まとめ

本研究では、SCF ロッドの性質に関する基礎的研究として、引張強度、付着強度及び継手方法に関する試験を実施した。その結果を以下に示す。

- 1) 付着強度は異形鉄筋と同程度である。ただし、SCF ロッド表面の凹凸に関して品質を一定にする工夫が必要である。
- 2) 機械式継手に関しては、母材破断となったことから、U型部を用いた継手方法の妥当性が示された。今後は継手部の支圧力に関する解析を実施する予定である。

これらの試験結果より、耐アルカリ性等の化学的耐久性及びリラクセーション試験等の力学的耐久性に関して試験を実施し、SCF 工法の確立を目指す。

参考文献

- 1) 山口浩平, 日野伸一, 太田俊昭: CFRP ロッドの引張特性とPCはりへの適用性に関する実験的研究, コンクリート工学年次論文集, 2007
- 2) 土木学会: コンクリートライブラリー88「連続繊維補強材を用いたコンクリート構造物の設計・施工指針(案)」

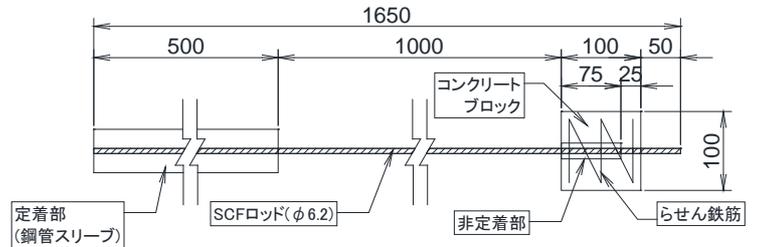
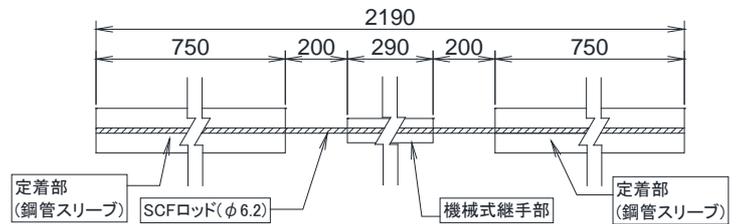
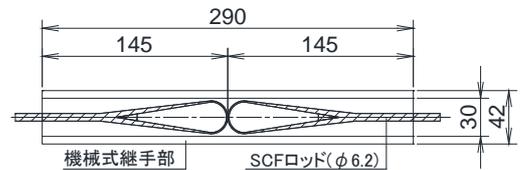


図-1 付着強度試験供試体



(a) 供試体全景



(b) 継手部詳細

図-2 継手試験供試体

表-3 付着強度試験結果

供試体	最大荷重 (kN)	付着強度 (N/mm ²)	付着強度平均 (N/mm ²)
φ6.2 (SCFロッド)	1	11.4	20.6
	2	10.6	
	3	7.9	
D6 (鉄筋)	1	12.2	24.3
	2	13.4	
	3	11.4	

表-4 継手試験結果

供試体	最大荷重 (kN)		最大荷重の比	破壊形態
	母材の引張耐力	実測値		
φ6.2	69.8	69.0	0.99	母材破断
		71.3	1.02	母材破断
		67.4	0.97	母材破断



写真-2 継手部切断(左: 全景、右: U型部接写)