

ロープ状連続繊維補強材によるコンクリート部材のせん断補強

長岡技術科学大学大学院 学生員 ○田坂 雄治
 長岡技術科学大学大学院 Nguyen Hung Phong
 長岡技術科学大学 正会員 下村 匠
 倉測建設コンサルタント フェロー 関島 謙蔵

1. はじめに

著者らは、アラミド繊維を組紐状に成型加工したロープ状連続繊維補強材（Continuous Fiber Rope：以下 CF Rope）を、樹脂で固めないでコンクリート用補強材として用いることを検討している。フレキシブルな状態で配筋を行うことができるので作業性に優れ、樹脂で固める工程がない分、施工が簡略化できるという利点がある。本稿では、CF Rope をコンクリート用補強材として適用する際の基本物性を把握する引張試験の結果、ならびに CF Rope をせん断補強筋として使用した鉄筋コンクリートはりの耐荷性状について述べる。

2. 引張試験

本研究で用いるCF Ropeは、アラミド繊維よりなる 8 本の繊維束（繊維束 1 本は 6000 本のフィラメントを束ねたもの）を組紐状に成型加工したものである。組紐状にした状態での断面積は 5.56mm^2 である。

連続繊維補強材は引張に比べて、支圧、せん断に弱いので、引張試験における定着部での破壊を防ぐために定着法に工夫が必要である。本研究では、連続繊維棒材に対する「定着用膨張材を用いた引張試験方法」¹⁾²⁾を参考にした。定着部では、鋼管にCF Ropeを挿入し、その隙間に定着用膨張材を充填し、鋼管とCF Ropeを一体化させた。供試体は Type Aと Type Bの 2 種類を使用し、Type Bの供試体は、鋼管内での繊維の破断を防ぐため、定着部分の繊維にエポキシ樹脂を含浸硬化させた。

引張試験結果を表 1, 2 に示す。保護皮膜のない供試体 (Type A) は、鋼管の口元で破断が生じた。保護皮膜を施した供試体 (Type B) は Type A よりも約 10% 高い強度が得られた。Type B は、試験区間の中央で破断が生じたものと、保護皮膜による補強区間と試験区間の境界で破断が生じたものがあったが、破断荷重にそれほど大きな違いがみられないことから、いずれも材料の強度を表す試験値として採用してよいと思われる。

3. 連続繊維補強コンクリートはりのせん断試験

図 1 に供試体の寸法および断面形状の一例を示す。主筋は鉄筋を使用し、せん断補強筋に CF Rope を使用した。供試体は向かって右側をせん断耐荷試験区間とした。せん断補強筋のないはり (No.1)、せん断補強筋に CF Rope を 150mm 間隔で配置したはり (No.2)、CF Rope を 100mm 間隔で配置したはり (No.3) の 3 体を試験した。

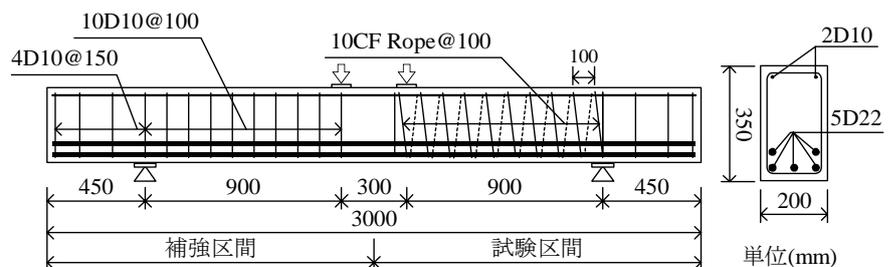


図 1 供試体断面の一例

表 1 引張試験結果

		Type A	Type B
サンプル数		12	32
破断荷重 (kN)	平均値	10.92	11.74
	標準偏差	0.72	0.67
	変動係数(%)	6.64	5.75
平均引張強度(MPa)		1963	2111

表 2 破断形式別の試験結果

	Type A	Type B	
破断箇所	口元	境界	中央
サンプル数	12	24	8
平均破断荷重 (kN)	10.92	11.62	12.08
平均引張強度 (MPa)	1963	2090	2173

キーワード：連続繊維補強材，アラミド繊維，引張試験，定着用膨張材，せん断補強

連絡先：〒940-2188 新潟県長岡市上富岡町 1603-1 TEL 0258-47-9603, FAX 0258-47-9600

CF Rope の配筋は、曲げ成形部でずれるのを防ぐため、CF Rope と主筋および組立筋との角度が一定となるように配置した。CF Rope の両端は組立筋に結び、結び目をエポキシ樹脂で固定した。CF Rope の配筋には、特別な機械などは使用せず、すべて手作業で行った。荷重は、等曲げモーメント区間が300mm の対称2点荷重とした。

4. 実験結果

図2 に各供試体の荷重-変位関係を示す。各供試体とも、曲げひび割れ発生後、はりの剛性が低下し斜めひび割れ発生に至るまで同じような挙動を示している。

せん断補強筋に CF Rope を 150mm 間隔で配置した供試体 (No.2) は、せん断ひび割れ発生後、CF Rope がせん断力を受け持ち、最終的には CF Rope の破断により耐荷力を失った。CF Rope を樹脂で固めないでせん断補強筋としてコンクリート中に埋め込む補強方法でも、十分なせん断補強効果が得られることが明らかとなった。

一方、CF Rope を 100mm 間隔で配置した供試体 (No.3) は、No.2 に比べ CF Rope を密に配置しているにもかかわらず、最大荷重は、No.2 の供試体よりも小さかった。

試験結果に基づき、CF Ropeの受け持つせん断力 V_{cf} の評価を行った。コンクリートの受け持つせん断力 V_c は、せん断補強筋のない供試体 (No.1) におけるせん断ひび割れ発生荷重とし、CF Ropeの受け持つせん断力 V_{cf} は、供試体の最大荷重 V_u と V_c の差とした。表3 に結果を示す。

図3 に終局状態でのひび割れおよび CR Rope の破断状況を示す。図中の太線は最終的なせん断破壊断面を表す。No.2 の供試体は、せん断ひび割れが複数発生し、最終的なせん断ひび割れ（太線）の角度は 28° となった。一方、No.3 の供試体は、角度の異なるせん断ひび割れが複数発生し、その中で最終的に破断に至ったせん断ひび割れの角度は、

No.2 の供試体に比べ急で 45° となった。この角度の違いにより、せん断ひび割れを跨ぐ CF Rope の本数が No.3 の方が少なくなり、補強量が多いにも関わらずせん断耐力が小さくなったものと考えられる。なお、No.2 と No.3 のせん断ひび割れ性状の違いがなぜ生じたのか、現段階では明らかではない。

5. まとめ

ロープ状連続繊維補強材を、樹脂で固めない状態でせん断補強筋としてコンクリート中に埋め込む補強方法で、せん断補強効果が得られることが明らかとなった。

参考文献

- 1) 土木学会：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），1996。
- 2) 出光 隆，原田 哲夫，山崎 竹博，渡辺 明：定着用膨張材を用いた連続繊維緊張材の引張試験に関する研究，連続繊維補強材のコンクリート構造物への適用に関するシンポジウム講演論文報告集，pp.59-64，1992.4

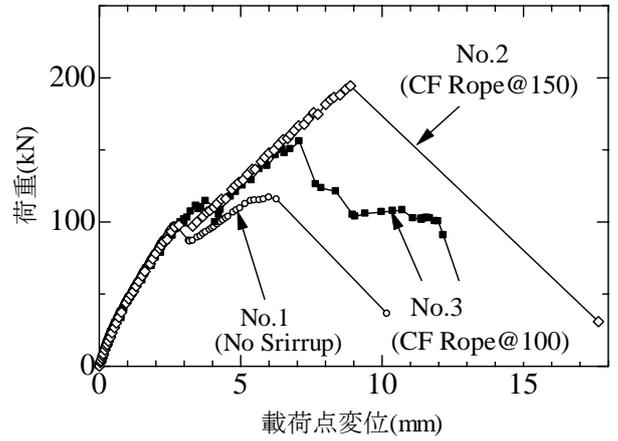
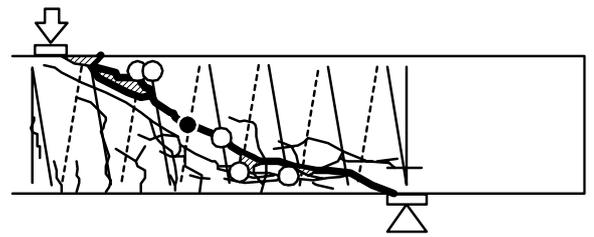
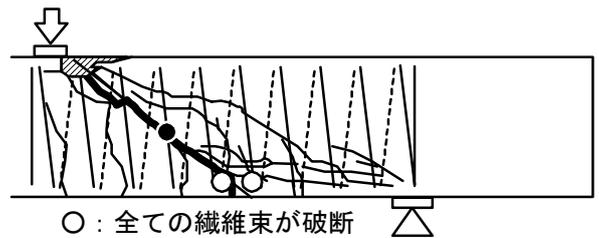


図2 荷重-変位関係



(a)No.2(CF Rope@150)



○：全ての繊維束が破断

●：数本の繊維束が破断

(b)No.3(CF Rope@100)

図3 ひび割れ図および CF Rope の破断状況

表3 実験結果

供試体No	せん断補強筋	配置間隔 (mm)	コンクリート強度 f'_c (MPa)	V_c (kN)	V_u (kN)	V_{cf} (kN)
1	なし	—	46.75	98.10	—	—
2	CF Rope	150	46.75	98.10	194.90	96.80
3	CF Rope	100	38.23	98.10	155.93	57.83