

非硬化型炭素繊維のコンクリート補強材への適用

九州大学大学院 学生会員 ○佐川 和昭

九州大学大学院 フェロー 太田 俊昭

九州大学大学院 正会員 山口 浩平

西松建設株式会社 正会員 原田 耕司

1. はじめに

著者らはこれまでに UCAS(Un-resin Carbon-fiber Assembly System)工法の提案・研究^{1),2)}を行ってきた。UCAS 工法とは、連続炭素繊維をエポキシ樹脂などで硬化・成型せず、繊維素線のままで平行弦集合材ケーブルとしてコンクリート部材の補強筋に用い、それをロボットによって自動設置する新しい補強工法である。この工法は、設計・積算や配筋などをオンライン化することで時間短縮やコスト削減がなされ、さらには省力化・省資源化が図られ、環境に配慮した施工が行えるなどの利点がある。また、本工法では炭素繊維を硬化させないため、折り畳んで輸送できるため輸送コストの削減も期待できる。

これまでに、エポキシ樹脂などで硬化された炭素繊維強化プラスチック(CFRP)の引張試験に関する研究は数多くなされているが、非硬化型炭素繊維の引張試験に関する研究は行われていない現状にある。そこで本研究では、非硬化型炭素繊維のコンクリート補強材への適用を目的として、径の異なる非硬化型炭素繊維の引張試験を行い、保証引張強度やヤング係数などの材料特性を把握した。

2. 実験概要

2.1 供試体

表-1 に本研究で用いた炭素繊維のフィラメント 1 本あたりの物性値を示す。図-1 に供試体の製作順序を示す。炭素繊維を自動配筋ロボットによって一定張力で両端のアンカーに巻きつけ、端部近傍にエポキシ樹脂を含浸させ、さらにらせん状に炭素繊維を巻きつけて軸線方向に突起を作って硬化させた。その後、アンカー部を切断し、内径 20mm 外径 40mm のスリーブに挿入し、膨張材(膨張圧 60MPa)を充填し、炭素繊維とスリーブを一体化させた。

アンカーに巻きつける回数により、供試体の断面積を変化させた。表-2 に示すように、20, 40 および 60 巻きの 3 シリーズの供試体をそれぞれ 20 体ずつ作製した。

表-1 炭素繊維の物性値(公称値)

フィラメント (本)	断面積 (mm ²)	引張強度 (MPa)	ヤング係数 (MPa)	破断強さ (kN)
12,000	0.46	4.8×10^3	2.3×10^5	2.21

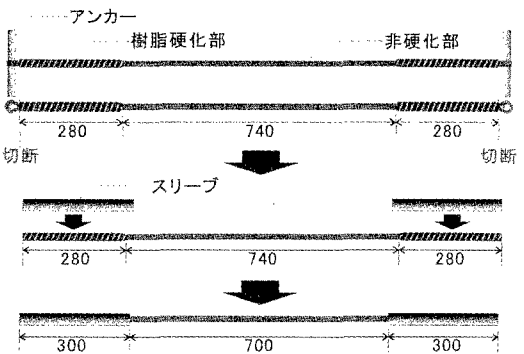


図-1 供試体作製順序

表-2 供試体種類

巻き数	断面積 (mm ²)	供試体数
20 (40束)	18.4	20
40 (80束)	36.8	20
60 (120束)	55.2	20

2.2 実験方法

引張試験は「連続繊維補強材の引張試験方法(案)(JSCE-E531-1995)」

3)に準じて行った。載荷は毎分 250N/mm² の速度で行い、載荷荷重および供試体の変位を測定した。図-2 に載荷装置を示す。

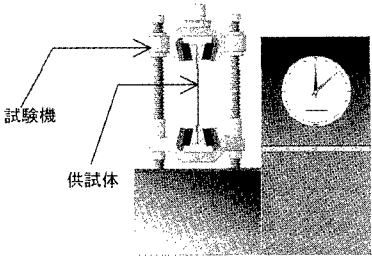


図-2 載荷装置

3. 試験結果および考察

写真-1 に破断部状況を示す。全供試体とも同写真に示すような破壊形態となった。非硬化部で破断した。

図-3 に供試体の中央点に貼付したひずみゲージから得られたひずみと応力の関係を示す。全供試体とも応力-ひずみ関係は直線であるといえる。

図-4, 5 および 6 に各シリーズの全供試体の引張強度を示す。図中の点線は、引張強度の平均値を、実線は保証引張強度(引張強度の平均値から標準偏差の 3 倍を引いた値)を示す。また、表-3 に引張強度、ヤング係数および最大ひずみの平均値を示す。これらより、巻き数が増してケーブル径が大きくなるにしたがい、引張強度とヤング係数が低下する傾向となった。また、非硬化型炭素繊維の引張強度は公称値(表-1)の 30%程度であるとわかった。

引張強度のばらつきは、それぞれのシリーズで 7.4%, 4.2%および 5.2%であり、全供試体の引張強度は保証引張強度以上であり(60 巻きの No.8, 18 は作製段階での不良のため除く)、精度のよい実験が行われたといえる。

4. まとめ

本研究では非硬化型炭素繊維の引張試験を行い、以下のよう結論が得られた。

- (1)応力-ひずみ関係は直線であり、CFRP と同様に弾性体として設計することができ、その引張強度は公称値の 30%程度である。
- (2)径(断面積)が増すにしたがい、その引張強度およびヤング係数は低下する傾向にある。

また、本研究の結果をもとに床版の設計、作製および破壊試験を行い、十分な耐力が得られ、非硬化型炭素繊維のコンクリート補強材への適用が可能であるとわかった。

参考文献

- 1)長濱貴志：硬化型および非硬化型連続炭素繊維のコンクリート部材への適用に関する基礎的研究,九州大学学位論文,2000 年 3 月
- 2)小林雄一：UCAS 工法によるコンクリートはりの力学特性に関する基礎的研究,九州大学大学院修士論文,2001 年 3 月
- 3)土木学会：連続炭素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 年 9 月

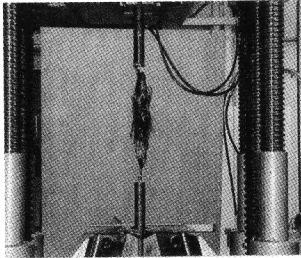


写真-1 破断部状況

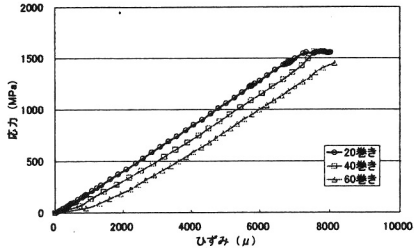


図-3 応力-ひずみ曲線

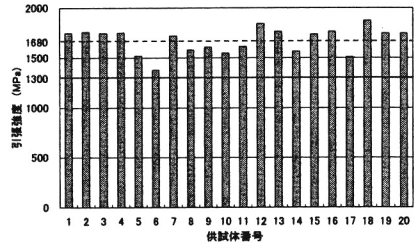


図-4 引張強度(20 巻き)

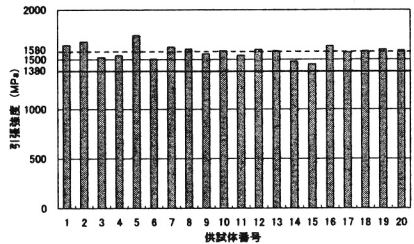


図-5 引張強度(40 巻き)

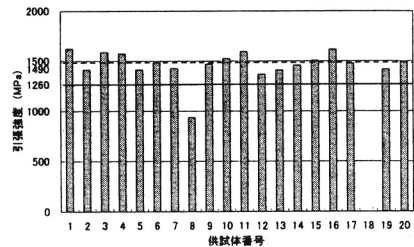


図-6 引張強度(60 巻き)

表-3 実験結果

巻き数	引張強度 (MPa)	ヤング係数 (MPa)	最大ひずみ (%)
20	1.68×10^3	2.18×10^5	0.81
40	1.58×10^3	2.02×10^5	0.79
60	1.49×10^3	1.87×10^5	0.83