

非硬化型炭素繊維のコンクリートとの付着特性に関する実験的研究

九州大学工学部 学生会員 ○今井 崇晴
九州大学大学院 フェロー 太田 俊昭
九州大学大学院 学生会員 Djamaluddin Rudy
九州大学大学院 学生会員 井上 武

1. はじめに

UCAS 工法とは、著者らが提案する Unresin Carbon-fibers Assembly System の略であり、炭素繊維(以下、CF と称する)を樹脂などで硬化・成形せず、繊維素線を平行弦集合材ケーブルとし、これをコンクリート部材の補強材として自動配筋ロボットにより設置する新しい補強工法である。これまでの研究より、非硬化型 CF をコンクリートはりの曲げ補強部材として用いる場合、一定のスケールの下であれば従来の RC 理論を準用できること、また FEM 解析法によりはりの非線形挙動を精度よく追跡できることなどの結果が得られている。さらに、非硬化型 CF はコンクリートとの付着力は小さいが、グリッドシステムを導入し CF 表面に節(グリッド)を設けることで、非硬化型 CF の機械的付着を増加できることがわかっている。

そこで本研究では、グリッドを設けた非硬化型 CF の引き抜き試験を行い、そのコンクリートとの付着特性を検証した。

2. 試験概要

2.1 グリッドシステム

グリッドシステムとは、非硬化型 CF のコンクリートとの付着特性を向上させるためのもので、作成方法は引張補強筋とせん断補強筋との交差部に、浸透性の良好なエポキシ樹脂を、その表面に粘性の高いエポキシ樹脂を塗布する。図-1 にグリッドシステムの概略図を示す。

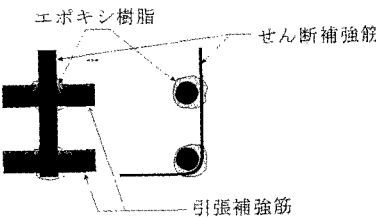


図-1 グリッドシステム

2.2 引き抜き試験

本試験の目的は、コンクリート中に配置された非硬化型 CF の引き抜き試験を行い、付着特性を把握することである。試験体のグリッドの数をパラメーターとした4種類を各3体ずつ作製した。表-1 に試験体の種類を示す。試験体の寸法は図-2 に示すように、300mm×200mm×125mm で、主筋は CF を2段配筋し、コンクリートブロックの補強のため鉄筋を配置した。使用した CF は東レ製の Torayca-T700S(表-2)、エポキシ樹脂は東レの TS プライマーおよび TS レジンである。また、これまでの研究の結果より 20 巻き CF の引張強度は、公称引張強度の約 30% であることがわかっている。試験体の作製手順は、一定張力で張られた CF2 段を型枠に設置し、次に所定のグリッド位置に主筋を垂直方向

表-1 試験体の種類

試験体タイプ	グリッド数	CFの断面積(mm ² /本)	グリッド位置(図-2中)
G-0	0	18.4	—
G-1	1	18.4	A
G-3	3	18.4	A,B,C
G-5	5	18.4	A,B,C,D,E

表-2 炭素繊維の物性値

種類	公称断面積 (mm ²)	公称引張強度 (MPa)	ヤング係数 (MPa)
12K	0.46	4800	2.30 × 10 ⁵

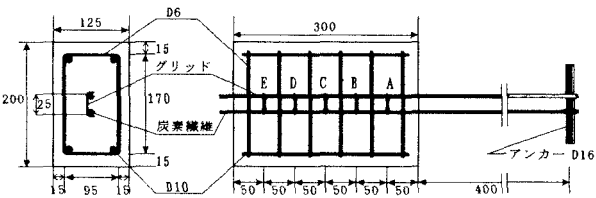


図-2 試験体概略図

にCFをセットしエポキシ樹脂によりその交差部にグリッドを作製した。その後、補強鉄筋を配筋しコンクリートを打設した。

試験時の計測項目は、主筋の引き抜き量、ひずみ量である。

2. 3 試験結果および考察

試験体 G-0 により CF とコンクリートとの付着強度は 0.26MPa であることがわかった。これより、非硬化型 CF 自身の付着は極めて小さく、異形鉄筋の付着力 4.3MPa⁽⁴⁾と比較すると約 1/15 しか見込めないことがわかった。しかし、グリッドを導入することにより、G-5 のグリッド 5 つの場合、異形鉄筋の 67% まで付着力が増加した。各タイプの試験結果を表-3 に示す。破壊形態はいずれの試験体も引き抜き破壊であった。図-3 各試験体と最大荷重を示しており、表中の値は G-5 の最大荷重に対する割合(%)である。これより今回の試験体の場合(主筋の断面積 18.4mm²)、有効に作用するグリッド数は 3 つであると考えることができる。

図-4 は各試験体の荷重-引き抜き量関係を示す。グリッドを配置した試験体(G-0 以外)を比較すると、いずれの試験体も初期剛性がほぼ等しいことがわかる。図-5 は G-5 試験体のグリッド間のひずみ量の変化を示したものである。同図より、S-6 で最もひずみが大きく、逆に S-1 でほとんどひずみは生じていないことがわかる。このことより、グリッドは機械的付着力を発揮しており、グリッドの数、間隔により非硬化型 CF に付着力を与えることができ、主筋として有効に作用できることがわかった。

3. まとめ

本研究では非硬化型 CF の引き抜き試験を行い、以下の結果が得られた。

- (1)20 巻き(A=18.4mm²)2 段の場合、G-3 シリーズすなわちグリッド数が 3 つの場合、適切なグリッド数であることがわかった。
- (2)グリッドのない付着力の小さい非硬化型 CF は、グリッドシステムを導入することにより、機械的付着力を増すことができ、主筋として有効に作用することがわかった。

また、本研究の結果より非硬化型 CF 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) A.Nanni, Fiber-Reinforced-Plastic (FRP) Reinforcement for Concrete structure
- (2) B.Benmokrane, Flexural response of Concrete Beams Reinforced with FRP reinforcing bars

表-3 試験結果

供試体 タイプ	最大荷重 P _{max} (kN)	最大すべり S (mm)
G-0	3.0	1.57
G-1	15.3	0.98
G-3	28.7	2.25
G-5	29.3	2.01

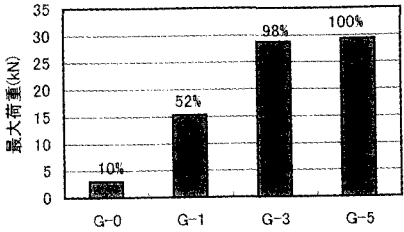


図-3 最大荷重とグリッドの関係

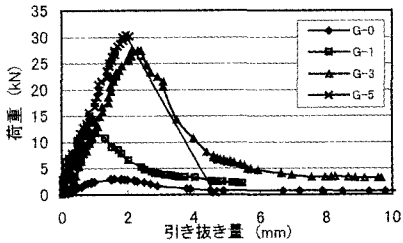


図-4 荷重-引き抜き量関係

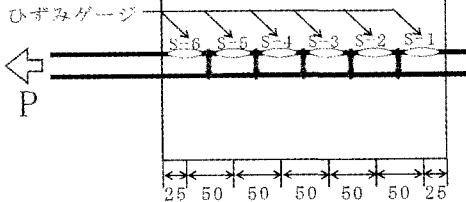
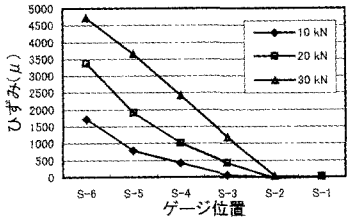


図-5 ひずみゲージの位置とひずみ分布