

GFRP スリーブにより付着改善を施した CFRP ロッドの付着特性

山口大学大学院 学生会員 ○大成 嘉希

三菱ケミカルインフラテック(株) 正会員 長谷川泰聰

三菱ケミカルアクア・ソリューションズ(株) 正会員 久部 修弘

山口大学大学院 正会員 吉武 勇

1 はじめに

道路橋における RC 床版張出し部は、自動車交通量の増加や車両総重量最大限度の引き上げにより劣化・損傷が顕著に表れるようになった。従来の補強工法として、上面増厚工法や繊維シート補強工法などがあげられるが、上面増厚工法では死荷重の増加による既存躯体への負担の増加、繊維シート補強は様々な工程を有するために自動車交通の早期解放が困難であり、有効な補強工法が確立しておらず、さらなる補強工法の開発が必要であると考えられる。そこで、本研究では引抜成形法(図-1 参照)によって成型された高弾性の Carbon fiber reinforced polymer (CFRP) ロッドを補強材としてコンクリート表層部に埋設する Near surface mounted (NSM) 工法¹⁾を主対象に検討を行った。この工法は繊維シート補強工法に比べ工程が少ないが、さらに早期交通開放できるよう、張出部の RC 床版上面のコンクリートをはつり、CFRP ロッドを配置したのちに超早強モルタルで打設する工法について検討した。

ここで引抜き成形する CFRP ロッドは、製造の過程において異形鉄筋のような“ふし”を取り付けることができないため、コンクリート中に埋設すると付着性能が低下する。そこで、本実験では Grass fiber reinforced polymer (GFRP) を巻き付け異形鉄筋のような疑似的ふしを取り付け、CFRP ロッドの付着性能の改善を施した。

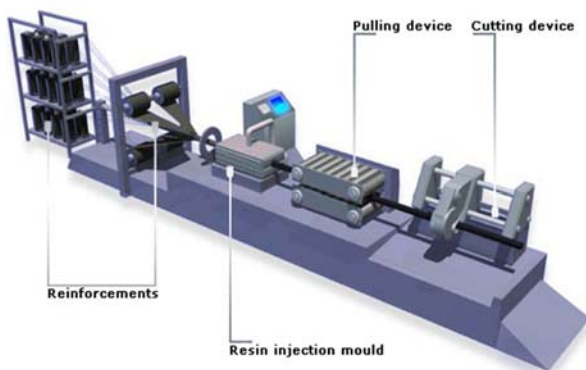


図-1 引抜成形法

GFRP スリーブ長、スリーブ厚を変化させた引抜き実験にて、CFRP ロッドとモルタル間の付着特性を調べ、最適なスリーブ長、スリーブ厚の選定を行った。

2 引抜き実験方法

スリーブ長 50mm, スリーブ厚 1.5mm の実験供試体の例を図-2 に示す。本実験では現場打ちモルタルを想定するため、超早強モルタルを使用した。なお、モルタルの材齢 28 日における圧縮強度およびヤング係数は、32.9MPa および 20.7GPa である。実験で使用した CFRP ロッドは直径 10mm の高弾性 CFRP ロッド(HM10φ)であり、取り付けた GFRP は、スリーブ長 50mm, 75mm, 100mm, 150mm の 4 種、スリーブ厚 1.5mm, 3.0mm, 4.5mm の 3 種の計 12 種(写真-1 参照)であり、また比較用に異形鉄筋 D13 (SD345)を使用した。引抜きによる実験供試体のモルタル底面のコーン状の破壊を防ぐために、モルタル底面から 50mm の区間に CFRP ロッドとの非接着区間を設けた。また、モルタルの割裂破壊を防ぐために直径 55mm, 厚さ 2mm の鋼管を使用し、高さは非接着区間 50mm と CFRP ロッドとモルタルとの接着区間 60mm, スリーブ長に応じた接着区間(50mm~150mm)の合計の長さとした。鋼管枠の対角である CFRP ロッド端部には、

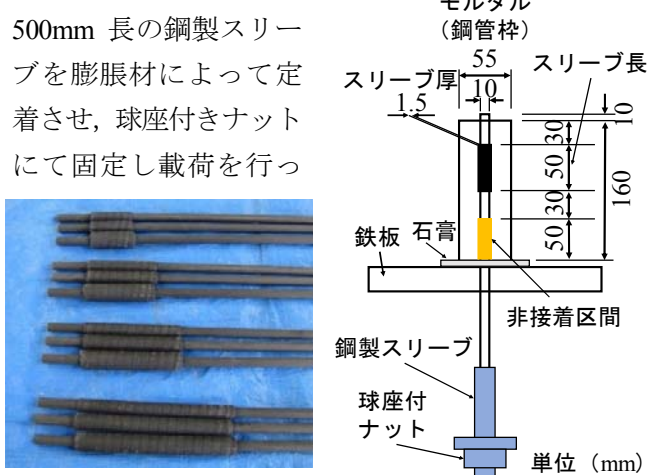
写真-1 GFRP
スリーブ付 CFRP ロッド

図-2 実験供試体

キーワード RC 床版張出し部, 補強, CFRP ロッド, NSM, GFRP スリーブ, 引抜き実験

連絡先 〒755-8611 山口県宇部市常盤台 2-16-1 TEL:0836-85-9306

た。載荷時には、偏心荷重を防ぐため鋼管と鉄板間に石膏を敷設した。なお載荷速度を 15 ± 5 (N/mm²/min) として引抜き荷重を与えた。

3 実験結果および考察

引抜き実験後のモルタル供試体にはひび割れや割裂破壊はみられず、鉄筋を使用した実験供試体は鉄筋の抜け出しにより破壊した。また CFRP ロッドを使用した実験供試体はすべて CFRP ロッドの GFRP スリーブからの抜け出しによる破壊であった(写真-2)。これは、GFRP スリーブと CFRP ロッド間の界面における付着切れによるすべり破壊であると考えられる。スリーブ厚に伴う付着強度およびスリーブ長に伴う最大荷重をそれぞれ図-3および図-4に示す。ここで、凡例中の L はスリーブ長(mm)、t はスリーブ厚(mm)を示す。また、付着強度は実験で得られた最大荷重を CFRP ロッドの周面積で除したみかけ上の付着強度である。スリーブ厚に伴う付着強度に着目すると、すべての実験供試体は鉄筋 D10 よりも高い値を示した。また、L50 と L75 のスリーブ厚 1.5mm の場合がそれぞれ 6.7%, 10.1% と鉄筋 D13 よりも高い付着強度が得られた。全体的にスリーブ厚が増加するほど付着強度が低下する傾向にあり、引抜き実験における GFRP スリーブ厚は付着に大きく影響していることが確認された。スリーブ長に伴う最大荷重に着目すると、すべての実験供試体は鉄筋 D10 に比べ 2.4 倍～3.9 倍の最大荷重が得られ、L75, L100 および L150 のスリーブ厚 1.5mm の場合のみ鉄筋 D13 よりも高い最大荷重を示した。スリーブ長が 75mm 以降は最大荷重の増加はほとんどみられず、スリーブ長 75mm 以降は付着に及ぼす影響は小さいものと考えられ、本実験における GFRP スリーブ長は 75mm が最適と判断された。これらより、スリーブ長 75mm かつスリーブ厚 1.5mm の GFRP スリーブを有する CFRP ロッドが鉄筋 D13 よりも高い付着強度を有し、付着を改善するための GFRP スリーブの最適なスリーブ長およびスリーブ厚は、それぞれ 75mm, 1.5mm と判断された。

4 結論

本研究で得られた結論を以下に示す。

- (1) 引抜き実験より、すべての試験体は鉄筋 D10 よりも高い付着強度が得られ、L50 と L75 のスリーブ厚 1.5mm の場合のみ鉄筋 D13 よりも高い値を示した。
- (2) スリーブ長 75mm, 100mm および 150mm のスリーブ厚 1.5mm の場合のみ鉄筋 D13 よりも高い最大荷



写真-2 引抜き実験後の供試体破壊状況

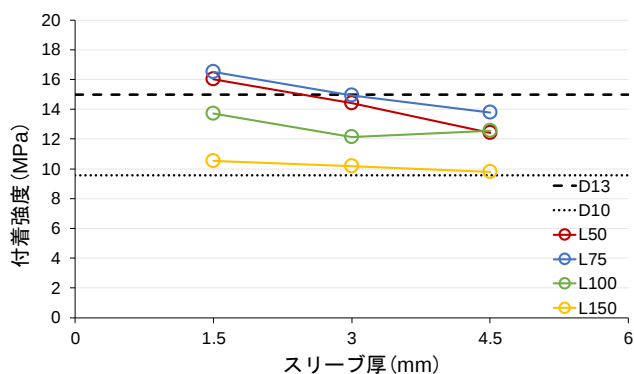


図-3 付着強度-スリーブ厚

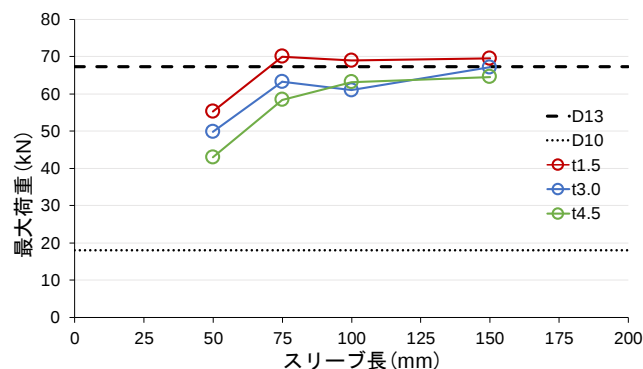


図-4 最大荷重-スリーブ長

重を示した。これらより最適なスリーブ長およびスリーブ厚は、75mm および 1.5mm と判断された。

参考文献

- 1) Isamu Yoshitake, Yail J. Kim, Keiyu Yumikura and Sumio Hamada (2010), Moving-Wheel Fatigue for Bridge Decks Strengthened with CFRP Strips Subject to Negative Bending, *ASCE Journal of Composites for Construction*, Vol.14, No.6, pp.784-790.
- 2) Hiroaki Hasegawa, Nobuhiro Hisabe, Yusuke Kuroda and Isamu Yoshitake (2016), Flexural behavior of a cantilevered RC slab strengthened with NSM CFRP rods, *Proceedings of ACMBS-VII*.