

スリーブ付 CFRP ロッドを用いた RC 床版張出し部の負曲げ補強に関する基礎実験

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式会社 正会員 長谷川 泰聡
 三菱ケミカルインフラテック株式会社 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

近年、長い張出し長を有する RC 床版張出し部が、自動車交通量の増加や車両総重量最大限度の引き上げなどによる活荷重の増加から、負曲げ荷重が大きく作用するようになり劣化・損傷が顕著に表れるようになった。本研究では、RC 床版張出し部の補強工法として Near Surface Mounted (NSM)工法に着目し、Carbon Fiber Reinforced Polymer (CFRP) ロッドを補強材として用いた工法について検討した。CFRP ロッドは優れた補強性能を有するが、異形鉄筋のような“ふし”がないため付着強度が低く、付着性能の改善が必要である。引抜き試験にて、コンクリートと CFRP ロッド間の付着性能の調査、スリーブの最適突起肉厚を選定した。また、静的曲げ載荷試験にて CFRP ロッドの補強効果を調べるとともに曲げ疲労載荷試験にて試験体の疲労耐久性を調査した。

2. 試験材料

実験に用いたコンクリートおよびモルタルの材齢 28 日における圧縮強度とヤング係数は、それぞれ 32.1MPa, 33.5GPa, および 42.5MPa, 28.0GPa である。引抜き試験に用いた鉄筋は SD295 の D10 で、静的曲げ載荷試験および曲げ疲労載荷試験に用いた主筋は D6, セン断補強筋は SD295 の D10 である。使用した CFRP ロッドは高弾性 CFRP ロッドであり、ヤング係数は 468GPa, 引張強度は 1310MPa である。CFRP ロッドの付着性能改善のためガラス繊維を直接ロッドに巻き付けたものを GD, 静的破砕材で取り付けけたものを GS とする。

3. 引抜き試験

3.1 試験

引抜き試験体を図-1 に示す。引抜き試験で用いたパラメータは鉄筋, GD 突起肉厚 3.0mm, 4.5mm, 6.0mm の 3 種類である。鋼管に CFRP ロッドを配置してモルタル打設を行い、4 週間養生した。

3.2 結果

鉄筋の最大付着応力 9.57MPa に対し、突起肉厚を変えた CFRP ロッドの最大付着応力は、突起肉厚 3.0mm の試験体が 10.49MPa, 4.5mm が 9.83MPa, 6.0mm が 10.28MPa であった。試験体すべてが GFRP スリーブとロッド間のすべりによって破壊していた。引抜き試験に用いた CFRP ロッドはすべて鉄筋と同等の最大付着応力が確認でき、突起肉厚 3.0mm 以上でも十分な付着応力を有することがわかった。

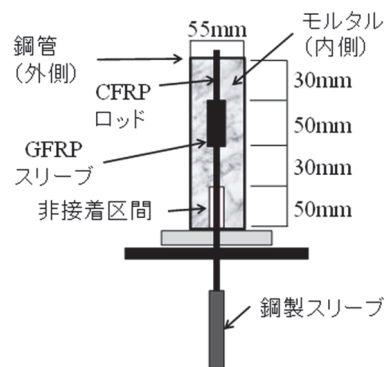


図-1 引抜き試験方法

4. 曲げ載荷試験

4.1 試験

試験体寸法は高さ 160mm, 幅 250mm, 長さ 1850mm である。曲げ載荷試験の模式図を図-2 に示す。すべての試験体はコンクリート打設後 2 週間養生させ、補強材配置のためウォータージェットで表層を切削し、CFRP ロッドを配置しモルタルを打設した。打設後は 4 週間養生シートにて湿潤養生させた。静的曲げ載荷試験のパラメータは、無補強, GD3.0, GD4.5, GS6.0, ロッドのみの 5 種類で、曲げ疲労載荷試験のパラメータは、GD3.0

キーワード CFRP RC 床版 補強

連絡先 〒755-8611 山口県宇部市常盤台 2-16-1 山口大学大学院 創成科学研究科 TEL0836-85-9306

のみである。3.0, 4.5, 6.0 はそれぞれ突起肉厚(mm)である。RC 床版を模擬した試験体は、1650mm のスパン長で 2 点荷重法によって荷重を行った。静的曲げ荷重試験は荷重速度 1.0mm/min, 曲げ疲労荷重試験は繰返し荷重速度 1Hz とした。上限荷重は 18.9kN (鉄筋許容応力レベル) で下限荷重は 0.49kN である。

4.2 結果と考察

4.2.1 静的曲げ荷重試験

鉄筋降伏後、試験体はロッドのすべりまたは破断によって破壊し、すべての試験体がひび割れ付近でロッドが破断していることが確認できた。静的曲げ荷重試験の結果を表-1 に示す。

CFRP ロッドで補強した試験体は無補強試験体の約 2.9～3.6 倍の最大荷重が得られた。荷重－中央たわみ関係を図-3 に示す。

スリーブ無し CFRP ロッドで補強した試験体は鉄筋降伏荷重以下で CFRP ロッドがすべり破壊に至った。一方、GFRP スリーブを定着させた CFRP ロッドで補強した試験体に関しては、鉄筋降伏荷重以下で CFRP ロッドがすべり試験体が破壊する現象はみられず、鉄筋降伏荷重以上の荷重で CFRP ロッドが破断し試験体が破壊に至ったことから、GFRP スリーブによる付着性能の改善がみられた。

4.2.2 曲げ疲労荷重試験

曲げ疲労荷重試験より、荷重回数が 200 万回に達しても破壊には至らなかったため、本試験体は十分な疲労耐久性を有していることがわかった。そこで、本試験体の残存耐力を調査するため残存耐力試験を行った。静的曲げ荷重試験および曲げ疲労荷重試験の試験体の荷重－中央たわみ関係を図-4 に示す。残存耐力試験より本試験体の最大荷重は 55.6kN となり、静的曲げ荷重試験の同パラメータで得られた最大荷重と同等であった。また、荷重回数 25kN 付近から両者は同様の荷重－中央たわみ関係の挙動がみられることから、本試験体の繰返し荷重による影響は小さいことがわかった。

5. まとめ

本研究では、付着改善を施した CFRP ロッドを用いた付着試験およびはりの曲げ試験を行い、付着性能および補強効果の調査を行った。以下に本研究のまとめを示す。

- (1) 引抜き試験の結果から、引抜き試験に用いた CFRP ロッドはすべて鉄筋と同等の最大付着応力が確認でき、突起肉厚 3.0mm 以上でも十分な付着応力を有することがわかった。
- (2) 静的曲げ荷重試験の結果から、CFRP ロッドで補強した試験体は無補強試験体の約 2.9～3.6 倍の最大荷重が得られ、付着改善を施した CFRP ロッドの十分な補強効果が確認された。
- (3) 曲げ疲労荷重試験から、荷重回数は 200 万回に達し付着を改善した CFRP ロッドで補強した試験体の十分な疲労耐久性が確認された。また、残存耐力試験における最大荷重は 55.6kN となり、同パラメータの静的曲げ荷重試験で得られた最大荷重 57.6kN と概ね同等であった。

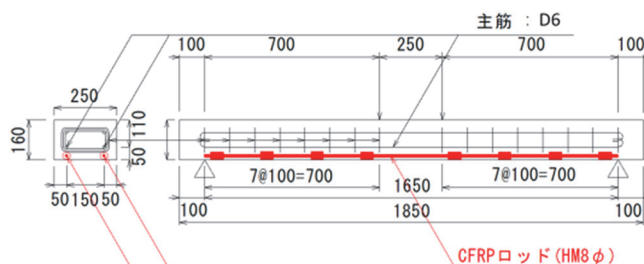


図-2 曲げ荷重試験体

表-1 静的曲げ荷重試験結果

No.	パラメータ	最大荷重 (kN)
1	無補強	16.0
2	GD3.0	57.6
3	GD4.5	56.5
4	GS6.0	54.3
5	ロッドのみ	45.8

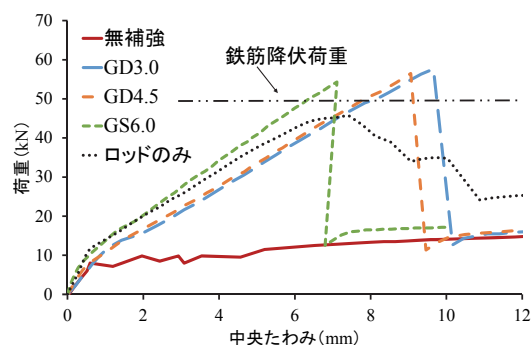


図-3 荷重－中央たわみ関係

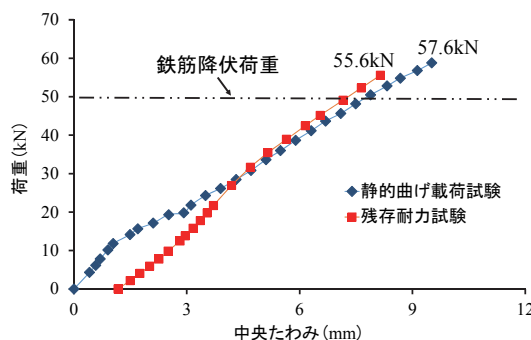


図-4 荷重－中央たわみ関係(残存耐力)