

GFRP スリーブを有する CFRP ロッドにより補強された RC はりの曲げ特性

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 加藤 貴久
山口大学大学院 学生会員 大成 嘉希
山口大学大学院 正会員 吉武 勇

1. はじめに

幅員の拡幅、地覆の更新、遮音壁の設置等で張出床版上面側の補強が必要となる事例がしばしばみられる。床版上面補強の場合、鉄筋コンクリート (RC) による上面増し厚工法が一般的だが、鉄筋のかぶり確保のため 10cm 程度のコンクリートを打設する必要がある、道路線形の見直し、死荷重の増加による主桁橋脚等への負担が増加する等の課題もある。

近年引抜成形により製造された炭素繊維補強 (CFRP) ロッドを床版表層に埋込配置する Near surface mounted (NSM) といった工法¹⁾等も研究されているが、引抜成形で製造された CFRP ロッドは表面の凹凸が小さく付着性能が小さいことから、セメント系モルタルに比べ付着力が大きいエポキシ樹脂モルタル内に埋設するが多い。しかしながら、エポキシ樹脂を使用する場合、樹脂硬化の養生期間を確保する必要があるため、早期交通解放の点で課題が残る。

早期交通解放が求められる床版上面補強では超早強モルタルの使用が必須であるため、本研究では付着特性改善のため、Glass Fiber Reinforced Polymer (GFRP) で鉄筋のふし状の突起を設けた CFRP ロッド (写真-1)を開発し、同 CFRP ロッドを超早強モルタルで埋め戻した RC はりの曲げ載荷試験により耐荷性能を調べた。



写真-1 GFRP スリーブ付 CFRP ロッド

2. 実験概要及び試験体一覧

試験体形状を図-1 に、使用材料一覧を表-1 に示す。予め 250mm 幅×160mm 高×1850mm 長の RC はりを作製し、表層約 25mm のコンクリートを手ハツリで除去し、前述の GFRP スリーブを有する CFRP ロッドを表層に配置し、超早強モルタルを打設することで試験体を製作した。

試験パラメータは GFRP スリーブの形状(突起長さ)と超早強モルタル打設面の処理状況(スチールショットブラストの有無)とし、無補強試験体(Control)も含めて全6体製造した。試験体一覧を表-2に示す。

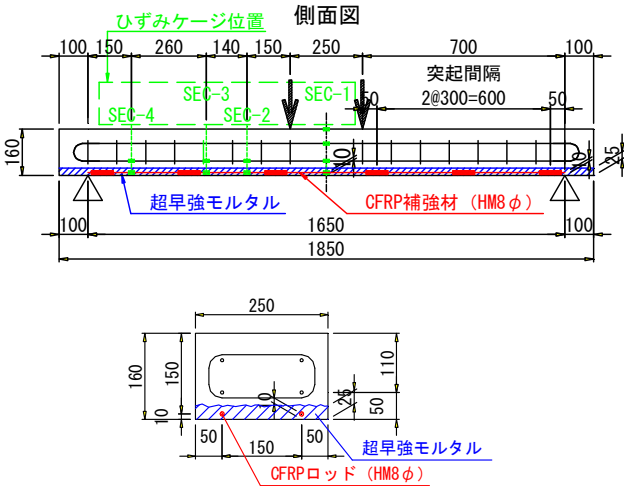


図-1 試験体形状 (HM8-GD1.5-75)

表-1 使用材料一覧

	圧縮強度 (N/mm ²)	引張強度 (N/mm ²)	ヤング係数 (kN/mm ²)
コンクリート※1	34.02		36.53
モルタル※1	50.08		26.94
鉄筋(SD345)		381	200※2
CFRP ロッド		1553	455

※1 載荷時材齢での物性
※2 鉄筋のヤング係数は公称値

3. 最大耐力

各試験体の最大耐力、最大荷重時の鉄筋および

キーワード 床版上面補強, GFRP スリーブ, CFRP ロッド, 超早強モルタル, 曲げ性能

連絡先： 〒103-0021 東京都中央区日本橋本石町 1-2-2 TEL：03-3279-3089

表-2 試験体一覧

	配置 鉄筋	配置補強材				打継 処理 ※1
		径 (mm)	本数 (本)	GFRP スリーブ		
				長さ (mm)	間隔 (mm)	
Control-1	SD345 D6 2 本					
Control-2						
HM8-GD1.5-50		8φ	2 本	50	@200	N
HM8-GD1.5-50-B						B
HM8-GD1.5-75				75	@300	N
HM8-GD1.5-75-B						B

※1 N:打継部スチールショットブラスト無

※1 B:打継部スチールショットブラスト有

CFRP ロッドのひずみ、破壊性状を表-3 に示す。表中の P_{max} は試験時に得られた最大耐力、 P_{ycal} は鉄筋降伏時の計算耐力を示す。

表-3 に示すように、すべての試験体で P_{ycal} 以上の耐力が得られ、最大荷重時のひずみに関しても鉄筋降伏ひずみ (1725×10^{-6})、CFRP ロッドの保証ひずみ (2700×10^{-6}) 以上のひずみが得られる結果となった。また、ブラスト処理の有無による最大耐力、最大ひずみへの影響もみられなかった。

表-3 試験結果一覧

	P_{max} (kN)	P_{ycal} (kN)	δ (mm)	ひずみ		破壊性状 ※1
				鉄筋 ($\times 10^{-6}$)	CFRP ($\times 10^{-6}$)	
Control-1	15.40	7.21	9.68	1932	---	A
Control-2	15.13		11.43	3037	---	A
HM8-GD1.5-50	65.84	55.25	8.80	2435	3381	B
HM8-GD1.5-50-B	59.84		7.71	1959	3019	B
HM8-GD1.5-75	58.05		7.18	2084	2703	B
HM8-GD1.5-75-B	62.84		8.10	2840	3119	B

※1 A:コンクリート圧壊にともなう曲げ破壊

※2 B:鉄筋降伏後 CFRP ロッド破断による曲げ破壊

4. 変形性能

各試験体の荷重-支間中央たわみ関係を図-2 に示す。CFRP ロッドを配置した試験体は Control と比較し、ひび割れ発生以降の変形性能が改善していることが確認できた。また、CFRP ロッドを配置した試験体は、ひび割れ発生後一時的に変位のみが増加するものの、支間中央たわみ=3mm 以後の変形は安定し、最大荷重まで直線的に増加していることから GFRP スリーブを装着した CFRP ロッドのすべりは発生していないものと思われる。

5. ひずみ性状

HM8-GD1.5-50 試験体の各荷重ステップにおける支間中央断面位置(図-1 中の SEC-1)の維ひずみ分布

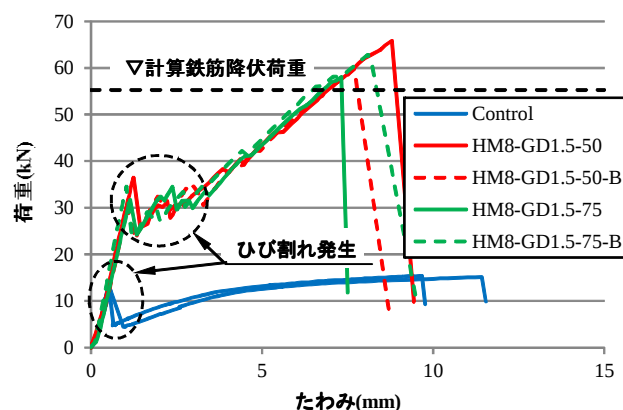


図-2 荷重-支間中央たわみ

を図-3 に示す。グラフ中の実線は平面保持の仮定に基づき計算した計算値を、プロットは実験値を示す。計算鉄筋降伏耐力 ($P=55\text{kN}$) 程度までひずみの計算値と実測値は概ね一致しており、CFRP ロッドのすべり出しは発生せず、従来の平面保持の仮定で応力計算を行っても十分に評価できることが分かった。

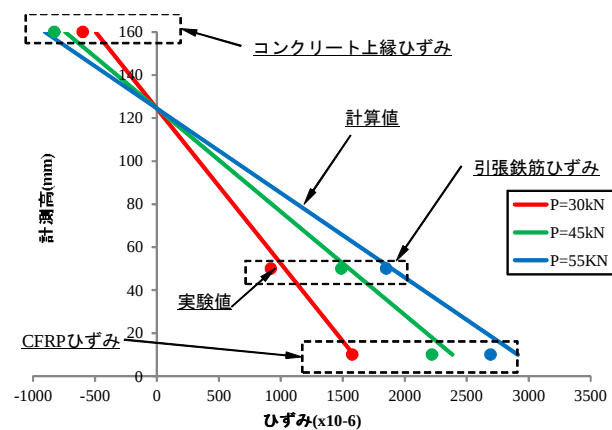


図-3 断面高方向ひずみ分布 (HM8-GD1.5-50)

6. まとめ

本研究の主な結論を以下に列挙する。

- ・CFRP ロッドを配置した試験体は、すべて計算上の鉄筋降伏荷重以上の曲げ耐力を示す。
- ・ひび割れ発生以降の変形性能には CFRP ロッドを配置することで改善できる。
- ・最大荷重時の CFRP ロッドひずみは保証ひずみ以上となっており、CFRP ロッドの抜け出しも発生しなかった。
- ・鉄筋降伏耐力付近までひずみの計算値と実験ひずみは概ね一致しており、平面保持に基づく RC はりの曲げ応力の計算方法で評価できる。

参考文献

- 1) 久部ら:高弾性 CFRP ロッド埋設補強工法の疲労耐久性と曲げ補強効果, 土木学会第 64 回年次学術講演会