

高弾性 CFRP ロッドで補強されたコンクリート床版の曲げ補強に関する研究 (その2 補強材配置方法の違いによる影響)

三菱化学産資株式会社 正会員 ○久部 修弘
同上 正会員 手塚 光晴
同上 正会員 加藤 貴久

1. はじめに

本研究は、引張強度の高い樹脂モルタルと高弾性 CFRP ロッドで構成される薄肉補強層を有するコンクリート床版の曲げ補強効果について、検討したものである。実験パラメータは、コンクリート床版面に溝を切って樹脂モルタルと共に CFRP ロッドを埋設する方法と、コンクリート床版面を補強厚さ分だけ全削し CFRP ロッドを配した後に樹脂モルタルで全面を覆う方法の2種類とした。

RC 断面の曲げ耐力の算出は通常、引張側のコンクリート強度を無視して行うので、設計上は上記2種類の補強方法は同等の補強効果を有する事となる。又、床版上面の設計は現在、引張鉄筋等の応力度に着目した許容応力度設計法で行われている¹⁾ ことから、本報では上記2補強工法について引張側鉄筋が降伏するまでの補強効果に着目して検討を行った。

2. 試験体及び実験方法

本実験に使用した CFRP ロッドの材料試験結果を表-1に示す。CFRP ロッドは、高弾性型ロッド (HM ロッド) と、高強度型ロッド (GM ロッド) を用いた。

試験体の断面形状を図-1に示す。試験体の断面は、T-20 相当の活荷重で設計された道路橋床版の張出し部分をほぼ 1/1 スケールで切り出したものを想定して作製した。CFRP ロッドの配置方法は溝切と全削の2種類とした。溝切埋設型は 20 mm×20 mmの溝を作成し、その中に樹脂モルタルと共にロッドを配し、全削埋設型は 18 mmの樹脂モルタル層の中にロッドを配した。尚、試験体の圧縮縁から補強材の図心位置までの距離は全て等しく設定した。

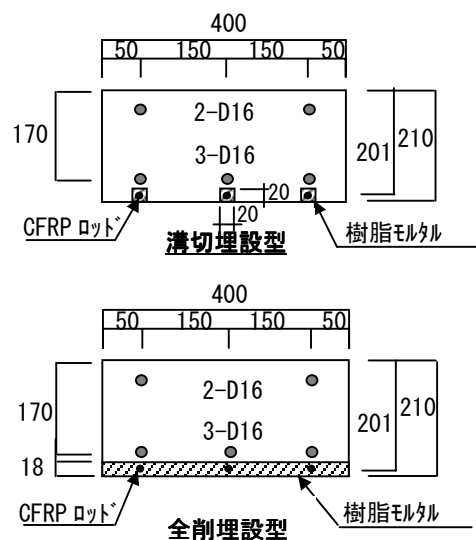


図-1 試験体断面形状

表-1 CFRP ロッドの材料試験結果

呼称	断面形状	平均外径 (mm)	公称断面積 (mm ²)	引張強度 (N/mm ²)	引張弾性率 (kN/mm ²)	破断伸び (%)
GM ロッド	円形	7.9	49.02	2550	147	1.6
HM ロッド		7.9	49.02	1817	437	0.4

表-2 試験体一覧

試験体 番号	試験体名	補強タイプ	補強材料	ひび割れ発生 荷重(kN)	鉄筋降伏 荷重(kN)	破壊荷重 (kN)	破壊性状
No.1	NR	—	—	22.5	83.1	103.5	コンクリート圧壊
No.3	GM-R3B	溝切埋設	GM ロッド	21.1	110.4	170.2	コンクリート圧壊
No.4	GM-R3A	全削埋設		30.2	106.6	167.6	コンクリート圧壊
No.5	HM-R3B	溝切埋設	HM ロッド	23.5	131.0	147.0	CFRP ロッド破断
No.6	HM-R3A	全削埋設		35.0	150.6	161.1	CFRP ロッド破断

キーワード CFRP, ロッド, 炭素繊維, 床版, 上面補強

連絡先 〒100-0005 東京都千代田区丸の内一丁目8番2号 三菱化学産資(株) TEL03-5293-6639

3. 実験結果及び考察

各試験体の荷重試験結果及び破壊性状を表-2に、各試験体の荷重－中央変位関係を図-2に示す。GM ロッドを使用した試験体はコンクリート圧壊で、HM ロッドを使用した試験体はロッドの破断でそれぞれ最大耐力が決定した。

図-3にHMロッドを使用した試験体の荷重－鉄筋ひずみ関係を示す。図中の計算値1はコンクリートと樹脂モルタルの引張強度を無視した値で、計算値2はコンクリートの引張強度は無視しているが、樹脂モルタルの引張強度を考慮した場合の値である。HM-R3A 試験体の場合、鉄筋ひずみが 1000μ 付近までは計算値2に沿って伸びていくが、それ以降は計算値1の線上に移行した。これは、コンクリートにひび割れが発生した後も樹脂モルタルがある程度引張力を負担するが、樹脂モルタルにひび割れが発生すると引張力を負担しなくなったと推察される。HM-R3B 試験体の場合は計算値1をやや下回る荷重で鉄筋が降伏した。

次に、CFRP ロッドに発生したひずみを見ると（図-4）、HM-R3B 試験体に於いてCFRP ロッドのひずみが一時戻る現象がみられた。これはCFRP ロッドもしくは樹脂モルタル界面でずれが生じたと推察される。

4. 解析的検討

HM ロッドを使用した場合の埋設方法の差による影響を確認する為に、FEM による検討を行った。解析に使用したモデルを図-5に、樹脂モルタル層に発生する応力の解析結果を表-3に示す。表中 ZX 面は試験体底面と平行な面の、YZ 面は試験体底面と垂直な面のせん断応力で、 $P=80\text{kN}$ 時の発生応力である。

これによると、溝切埋設型の ZX 面でのせん断応力が顕著であり、CFRP ロッド引抜試験から得られた付着強度と同程度の応力が発生している事が確認された。従って、溝切埋設型の試験体では鉄筋降伏以前に、CFRP-樹脂モルタル間で付着切れが発生したと推察される。

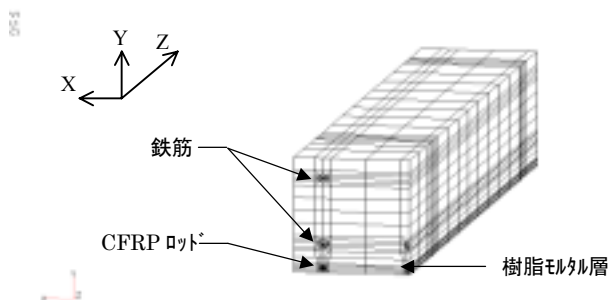


図-5 FEM 解析モデル（1/4 対称モデル）

6. 参考文献

- 1) (社)日本道路協会：道路橋示方書・同解説Ⅲ コンクリート橋編，丸善，2002.3

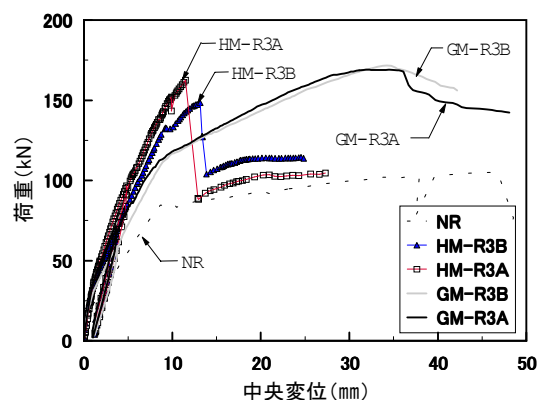


図-2 荷重－中央変位関係

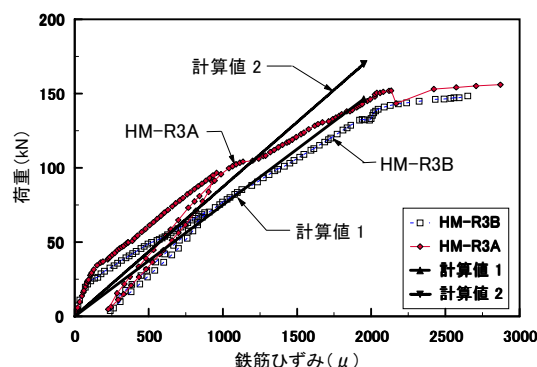


図-3 荷重－鉄筋ひずみ関係

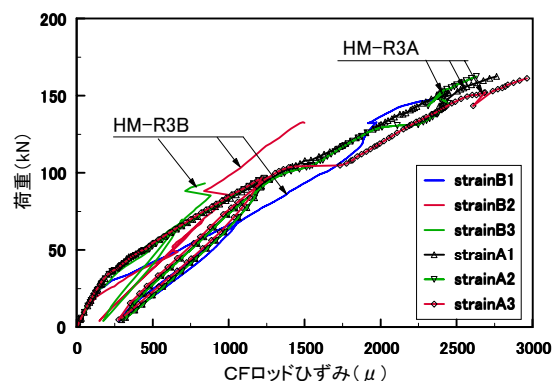


図-4 荷重－CFRP ロッドひずみ関係

表-3 樹脂モルタル層応力解析結果 (N/mm^2)

試験体名	補強タイプ	ZX 面	YZ 面
HM-R3B	溝切埋設型	17.48	8.04
HM-R3A	全削埋設型	5.00	6.36

5. まとめ

今回の検討により以下の事が確認された。

- (1) 樹脂モルタルを用いた全削埋設工法は、溝切埋設工法に比べてひび割れ抑制効果が高い。
- (2) CFRP ロッドを用いて全削埋設工法を用いた場合、補強効果はコンクリートの引張強度を無視した一般的な手法で評価できる。