

GFRP リブで付着性能を改善させた CFRP ロッドで補強された RC はりの曲げ疲労特性（その 2）

三菱ケミカルインフラテック株式会社
山口大学大学院
山口大学大学院

正会員
学生会員
正会員

○長谷川 泰聰
下瀬 恒大
吉武 勇

1. はじめに

本研究は床版上面引張となる負曲げ補強を対象とし、引抜成形法で製造した炭素繊維ロッド（CFRP ロッド）を床版上面表層に配置した Near Surface Mounted (NSM) 工法に関する研究である。一般的に NSM 工法ではエポキシ樹脂による接着か、エポキシ樹脂モルタル内への埋設が主流であるが、本研究では早期交通解放に対応するため、超早強ポリマーセメントモルタル（PCM）内に埋設することとした。PCM 内に CFRP ロッドを埋設した場合、ロッドの付着耐力が低いため早期にロッドの抜け出しが発生する危険がある。そこで筆者らは付着性能改善のため Glass Fiber Reinforced Polymer（GFRP）リブを装着させた CFRP ロッドを製作し、引抜試験や鉄筋コンクリート（RC）はりによる静的曲げ試験を行ってきた¹⁾。本稿では付着性能改善策を施した CFRP ロッドを埋設した RC はりの定点繰返し載荷による疲労耐久性能（ひずみ性状）を調べた。

2. 実験概要及び試験体一覧

試験体一覧を表-1 に、試験体形状を図-1 に示す。予め製作した RC はりの引張縁側コンクリートを手はつりにより 25mm 程度切削し、GFRP リブを装着した CFRP ロッド（Dia. 8.0mm-2 本）を配置し超早強モルタル（太平洋マテリアル(株)製 ゴムラテモルタル）で埋

戻し補強を行った。リブ厚（tg）は 1.5mm で統一し、リブ長（Lg）* リブ間隔（Int.）は 50mm * 200mm, 75mm * 300mm の 2 種類とし、各 2 体製作した。表中には同時期に実施した静的載荷試験で得られた静的耐力（2 体実施の平均値）を P_{max1} で示す。繰返し載荷荷重の上限値は静的耐力の 35%~75%，下限値は静的耐力の 10% とし、表-1 中の P1, P2 に示す。なお、No.1 試験体の載荷荷重上限値は概ね供用荷重レベル、No.3 試験体は計算鉄筋降伏荷重（ P_{ycal} ）の 65%程度、No.2 及び No.4 は P_{ycal} の 85%程度となっている。

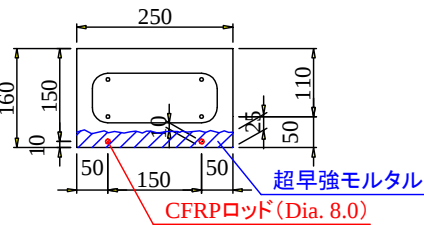
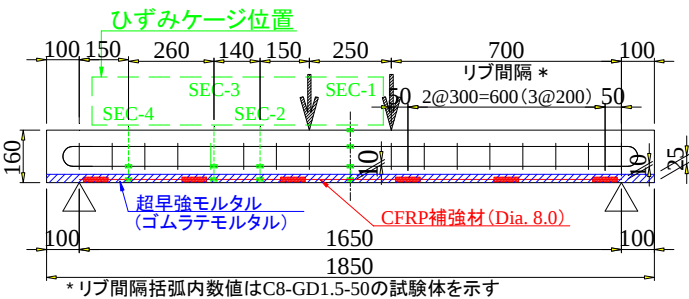


図-1 試験体形状（C8-GD1.5-75）

表-1 試験体一覧

No.	Specimen I.D.	Concrete / Mortar*		Re-bar / CFRP rod*			GFRP rib			Static loading test	Cyclic loading test		
		Strength	Young's modulus	Dia.	Strength	Young's modulus	tg	Lg	Int.		Loading condition		
										MIN	MAX	P2	
													σ_1 N/mm ²
1	C8-GD1.5-50	34.2 50.1	36.5 26.9	D6 8.0	381 455	200 1553	1.5	50	200	62.84	6.28	22.0	35%
2	C8-GD1.5-50						1.5	50	200			47.1	75%
3	C8-GD1.5-75						1.5	75	300	60.44	6.04	36.3	60%
4	C8-GD1.5-75						1.5	75	300			45.3	75%

*：上段数値は Concrete 若しくは Re-bar 下段数値は Mortar 若しくは CFRP ロッド数値を示す。

キーワード NSM 工法, CFRP ロッド, 付着性能改善, GFRP リブ, 定点繰返し載荷, ひずみ性状

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

3. 実験結果

図-2 に 4 体の試験体を代表して No.1, No.4 試験体の荷重回数-ひずみの関係を示す。No.1 試験体に関しては鉄筋ひずみ, CFRP ひずみとも 200 万回まではほぼ一定の値となり CFRP の抜け出し等は確認されなかった。一方 No.4 試験体に関しては鉄筋ひずみが 100 万回から 200 万回の間に鉄筋降伏に伴うひずみ低下がみられたが, CFRP ひずみに関しては 100 万回以降も安定しており, 十分に荷重負担しているものと思われる。

200 万回まで破壊に至らなかった No.1, No.3, No.4 試験体について残存耐力試験を実施した。残存耐力試験時の荷重-鉄筋ひずみ, 荷重-CFRP ひずみを図-3, 4 に示す。図中には事前に実施した静的荷重試験時のひずみも合わせて示す。No.4 試験体の鉄筋ひずみに関しては繰返し荷重時に鉄筋降伏した影響で静的荷重時ひずみより小さくなったが, その他の試験体や CFRP ロッドひずみに関しては静的荷重時ひずみと同程度の勾配となっており, 繰返し荷重による付着低下はみられなかった。

表-2 に残存耐力試験時に得られた鉄筋ひずみ, CFRP ひずみの計算値との比較を示す。荷重レベルは鉄筋降伏直前の $P=55\text{kN}$ 荷重時とし, 平面保持の仮定に基づき計算した。また, 参考値として静的荷重試験時の数値も合わせて示す。鉄筋降伏により No.4 試験体の鉄筋ひずみは計算値の 76%程度となっているものの, その他の試験体は計算値の 88~106%程度で従来の平面保持仮定の計算方法で応力計算可能であることが分かった。

4. まとめ

本研究で得られた成果を以下に示す。

- ・鉄筋降伏荷重の 85%を上限荷重とした No.4 試験体は 100 万回以降で鉄筋の降伏が確認されたが, CFRP ロッドのひずみには大きな影響はなく抜け出しはなかった。
- ・200 万回荷重後の残存耐力試験では No.4 試験体の鉄

表-2 計算ひずみと実験ひずみの比較 ($P=55\text{kN}$)

No.		計算値	静的試験		残存試験	
		(μ)	(μ)	Ratio	(μ)	Ratio
Re-bar	No.1	1896	1752	92.4%	1988	104.8%
	No.3		1906	100.5%	2004	105.7%
	No.4		1906	100.5%	1453	76.6%
CFRP	No.1	2914	2777	95.3%	2896	99.4%
	No.3		2582	88.6%	2559	87.8%
	No.4		2582	88.6%	2704	92.8%

筋ひずみ以外は静的荷重試験と同程度の勾配であり繰返しによる損傷はなかった。また, 平面保持仮定のもと計算した計算値と実験値はおおむね一致しており, 従来の計算方法で応力計算可能であることが分かった。

参考文献

- 1) 長谷川ら：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, 土木学会第 73 回年次学術講演 等

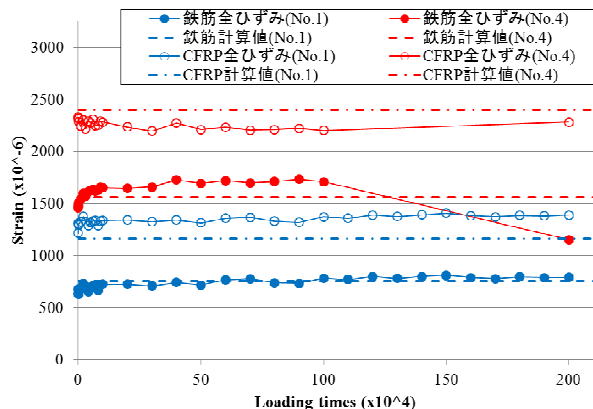


図-2 荷重回数-ひずみ関係

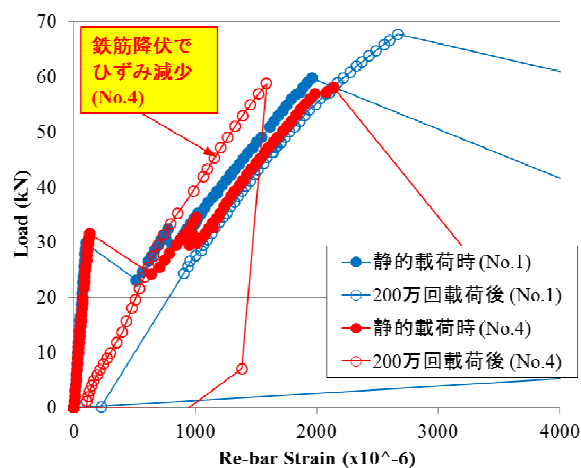


図-3 荷重-鉄筋ひずみ関係

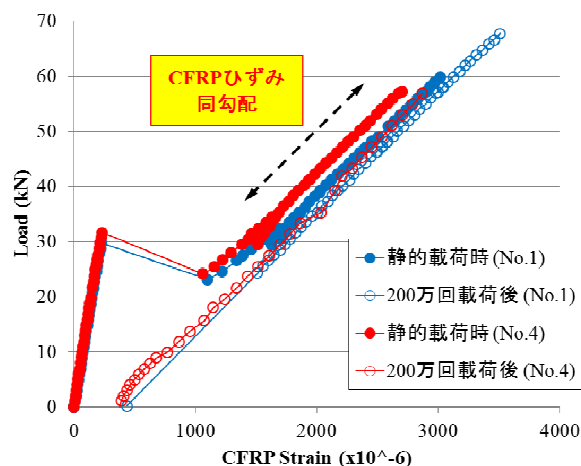


図-4 荷重-CFRP ひずみ関係