

RC はり曲げ試験によるポリウレア樹脂を用いた CFRP プレート接着補強工法の曲げ補強効果に関する研究

元 九州大学大学院 学生会員 ○櫻井 俊太 大分工業高等専門学校 フェロー会員 日野 伸一
日鉄ケミカル&マテリアル (株) 正会員 小林 朗 日鉄ケミカル&マテリアル (株) 正会員 小森 篤也

1. 研究背景

CFRP プレート接着補強工法は、CFRP プレートをエポキシ樹脂接着剤により既設コンクリート構造物の補強部に貼り付けて補強を行うものである。しかし、従来から行われている接着補強工法では、CFRP プレート接着端部に応力集中が生じ、プレート自身の引張強度に達する前にコンクリート接着面から早期に剥離破壊してしまうため、CFRP プレートの高い引張強度が十分に発揮されないことが課題であった。そこで、著者らの既往の研究では応力集中を緩和するため、接着面に柔軟層としてポリウレア樹脂を挿入することで付着性能が大幅に改善されることを実験により確認した¹⁾。本研究では、ポリウレア樹脂の有無をパラメータとして補強した RC はりの曲げ載荷試験を行い、ポリウレア樹脂を用いた CFRP プレート接着補強工法における曲げ補強効果の評価を行った。

2. 実験概要

2.1 材料特性

本研究に用いた CFRP プレートと鉄筋の材料特性値を表-1 に、CFRP プレート接着に用いたエポキシ樹脂およびポリウレア樹脂の材料特性値を表-2 に示す。これらは表に示す試験方法により得られた実測値である。また、コンクリートの圧縮強度は 43.7N/mm² である。

表-1 使用材料特性値

(a) 高強度タイプ CFRP プレート

	単位	実測値	規格値	試験方法
幅	mm	50.6	50±2	実測
厚さ	mm	1.1	1.0±0.1	実測
引張強度	N/mm ²	3,229	2400以上	JIS A 1191
引張弾性係数	kN/mm ²	170	167±17	JIS A 1191

(b) 鉄筋

	単位	SD345			試験方法
		D10	D13	D16	
降伏強度	N/mm ²	387	397	405	JIS G3112
引張強度		553	542	577	JIS G3112

表-2 接着樹脂の材料特性値

試験項目	単位	エポキシ樹脂 (パテ)	ポリウレア樹脂 (パテ)	試験方法
圧縮弾性係数	N/mm ²	7,230	34	JIS K 7181
引張弾性係数		5,300	20	JIS K 7171
圧縮強度		96.0	6.8	JIS K 7181
引張強度		37.0	12	JIS K 7171
曲げ強度		63.0	-	JIS K 7161
引張せん断強度		16.6	5.6	JIS K 6850

表-3 試験体の一覧

試験体名	プレートタイプ	プレート厚さ(mm)	ポリウレア	接着長さ(mm)
1HTN(2200)	高強度	1	無	2200
1HTS(2200)			有	

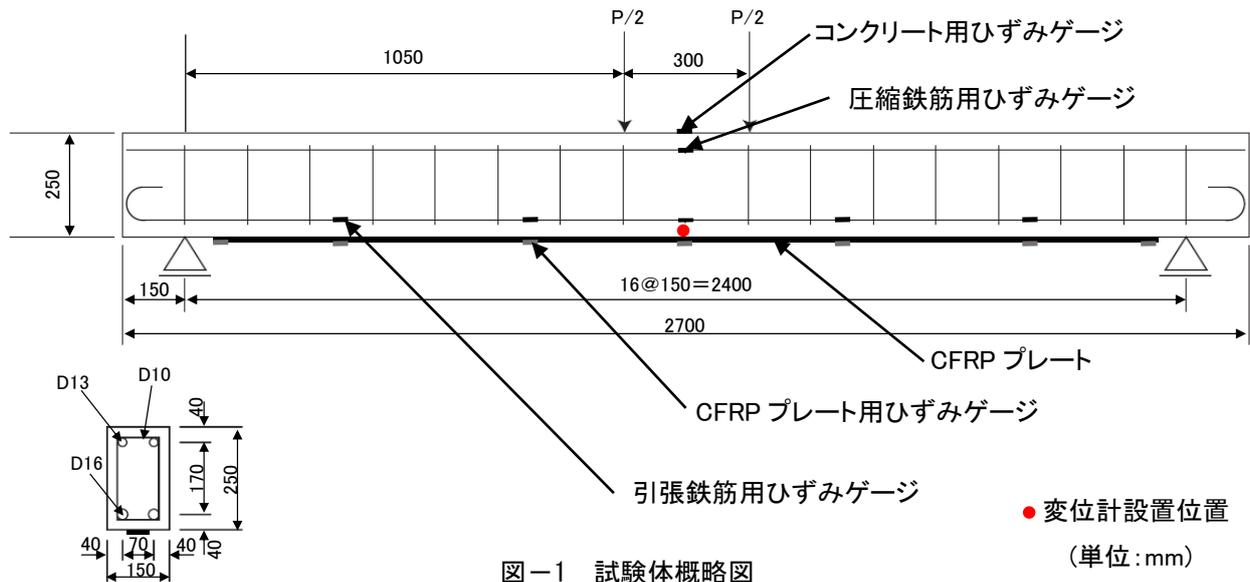


図-1 試験体概略図

● 変位計設置位置
(単位: mm)

キーワード CFRP プレート, ポリウレア樹脂, 曲げ補強

連絡先〒819-0395 福岡県福岡市西区元岡 744 番地 ウェスト 2 号館 1104 号室 TEL:092-802-3392

2.2 曲げ試験に用いる試験体概要

本実験で製作した試験体の一覧を表-3に示す。本研究ではポリウレア樹脂の有無パラメータとして計2種類の試験体を各1体ずつ製作した。試験体概略図を図-1に示す。コンクリート試験体の寸法は250×150×2700mmとし、CFRPプレートの曲げ補強効果の検討を行うために、土木構造物で一般的な引張鉄筋比が約1%で曲げ破壊先行型となるようにせん断補強筋を配置した。コンクリート表面はブラストにより下地処理をした後、接着剤を塗布し、CFRPプレートをはり下面に長さ2200mm幅50mmの範囲で設置した。CFRPプレート接着後はさらに1週間以上養生した。試験方法はせん断スパン1050mm、等曲げ区間300mmの2点漸増載荷とした。また、実験は写真-1に示すように手動式油圧ジャッキによって載荷を行い、荷重の測定はロードセルを用い測定した。また、中央部における変位を測定するため変位計を支間中央部に設置した。



写真-1 試験状況

表-4 試験結果一覧

試験体名	降伏荷重 (kN)	最大荷重 (kN)	破壊状況
無補強(計算値)	57	56	
1HTN(2200)	64	85	CFRPプレートの剥離破壊
1HTS(2200)	65	97	コンクリートの圧壊

3 結果及び考察

3.1 降伏荷重、最大荷重及び破壊状況

試験結果一覧を表-4に示す。降伏荷重に関しては、鉄筋のひずみが降伏ひずみの 2025×10^{-6} に達した時の荷重と荷重-支間中央たわみ関係図から読みとれる降伏荷重との平均値を示している。

表-4より無補強(計算値)と比較して補強試験体は降伏荷重、最大荷重ともに増加した。降伏荷重は各試験体64~65kNとなりポリウレア樹脂によって降伏荷重に大きな差は確認できなかったが、最大荷重は1HTN(2200)で85kN、1HTS(2200)で97kNとなり、10%程度増加した。そのため、

接着にポリウレア樹脂を用いることによって高強度タイプ試験体では曲げ補強効果が向上することが確認できた。また、1HTN(2200)ではCFRPプレートの剥離破壊、1HTS(2200)ではコンクリートの圧壊となった。そのため破壊状況からもポリウレア樹脂挿入による補強効果の改善が確認できる。

3.2 CFRPプレートひずみ分布

最大荷重時における各試験体のCFRPプレートのひずみ分布をそれぞれ図-2に示す。横軸は試験体中央をゼロ点とした。1HTS(2200)は1HTN(2200)と比較して最大ひずみが増加していることが確認できる。そのため、ひずみ分布から高強度タイプ試験体では接着にポリウレア樹脂を用いることでCFRPプレートとコンクリートの付着性能が向上し、曲げ補強効果も向上していることが確認できた。

4. まとめ

RCはりの曲げ載荷試験を行い、ポリウレア樹脂を用いたCFRPプレート接着補強工法における曲げ補強効果の評価を行った。接着にポリウレア樹脂を用いることによって最大荷重が10%程度増加し、高強度タイプ試験体では曲げ補強効果が向上することが確認できた。

参考文献

- 1) 扇孝洋, 櫻井俊太, 日野伸一, 畠山繁忠, 小林朗, 小森篤也: CFRPプレート接着補強工法におけるポリウレア樹脂挿入による付着性能の改善, 土木学会第71回年次学術講演会講演概要集, pp.327-328, 2017.

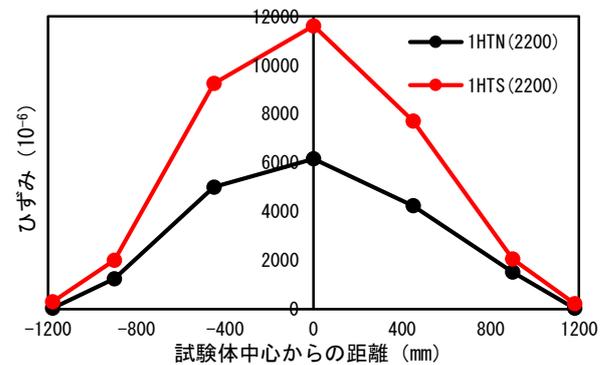


図-2 最大荷重時ひずみ-測定位置関係図