

継手を設け CFRP グリッド補強をした無筋コンクリート梁の曲げ耐力

日鉄ケミカル&マテリアル（株） 正会員 ○櫻井 俊太 文屋 遼太郎 荒添 正棋
北海学園大学 正会員 高橋 義裕

1. 研究背景と目的

炭素繊維グリッド（以下、CFRP グリッド）を用いた補強工法は様々な研究がなされ、鉄筋コンクリート構造物の曲げ耐力が向上することが報告されている¹⁾。しかしながら、多くは鉄筋コンクリートに対する曲げ補強効果の検討であり、無筋コンクリート構造物へ適用している研究例は少なく、不明な点も多い。そこで、本研究では、水路トンネルなどの構造物に多い無筋コンクリートへの CFRP グリッド補強の基本的性能を確認すべく、補強の有無、CFRP グリッドの継手の有無をパラメータとして補強した無筋コンクリート梁の曲げ試験を行い、継手を設け CFRP グリッド補強をした無筋コンクリートの曲げ耐力の評価を行い、現場での施工の際に生じる CFRP グリッドの継手の影響を検証した。

2. 実験概要

本研究で用いた CFRP グリッドとポリマーセメントモルタル(以下、PCM)の材料特性値を表-1、表-2に示す。CFRP グリッドは筋断面積 6.6mm²、格子間隔 50×50mm のものを使用した。PCM の材料特性値は材齢 28 日の結果である。

本実験で製作した試験体一覧を表-3 に示す。また、載荷試験時のコンクリートの圧縮強度も表-3 に併記した。試験体は CFRP グリッドの有無、継手の有無をパラメータとして計 3 種類の試験体を 1 体ずつ製作した。図-1 に試験体概略図を示す。梁試験体の寸法は 150×250×2,650mm とし、支間内下面に 2,080mm の長さで CFRP グリッドを PCM で付着させた。試験体作製は FRP グリッド工法研究会による、設計・施工マニュアル²⁾に従い施工を行った。コンクリート表面をサンダーケレンにより下地処理した後、コンクリート面に PCM 用のプライマーを塗布し、Case2 では 12mm 厚、Case3 では 14mm 厚の PCM で結合することで、CFRP グリッドを無筋コンクリートに設置した。また、Case3 の CFRP グリッドの継手は重ね継手とし、交差部が 3 点となるように CFRP グリッドを配置した。CFRP グリッド付着後は 2 週間以上封緘養生したのちに試験を行った。試験方法は、せん断スパン 900mm、等曲げ区間 450mm の 2 点漸増載荷とした。また、支間中央部の鉛直変位を測定するため、支間中央部に変位計を設置した。

表-1 CFRP グリッドの材料特性値

	単位	試験値	規格値	試験方法
引張強度	N/mm ²	1,560	1,400以上	JSCE-E-531
引張弾性率	N/mm ²	111,000	100,000以上	JSCE-E-531

表-2 PCM の材料特性値

	単位	試験値	規格値	試験方法
圧縮強度	N/mm ²	63.2	45.0以上	JIS A 1171
曲げ強度	N/mm ²	9.8	6.0以上	JIS A 1171
付着強さ	N/mm ²	2.5	1.5以上	JIS A 6909

表-3 試験体一覧

	補強材	継手	PCM厚さ (mm)	圧縮強度 (N/mm ²)
Case1	無	-	-	42.6
Case2	CFRPグリッド	無	12	43.8
Case3	CFRPグリッド	有	14	39.6

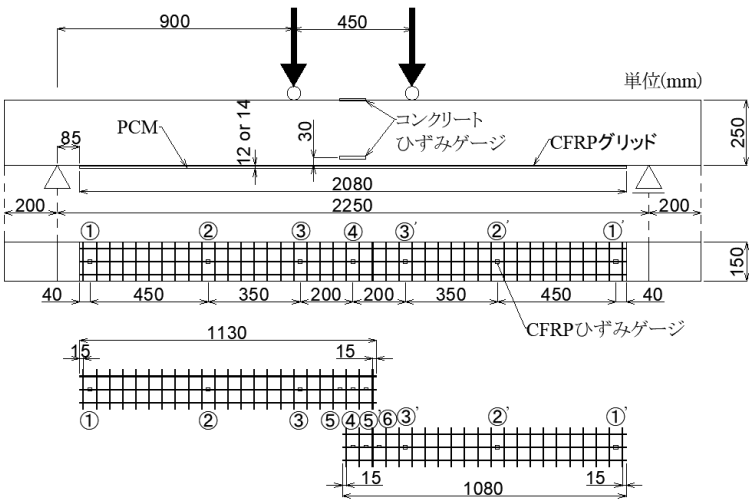


図-1 試験体概略図

キーワード CFRP グリッド、補強、無筋コンクリート、継手、曲げ試験

連絡先 〒103-0027 東京都中央区日本橋1丁目13番1号 日鉄日本橋ビル TEL 03-3510-0343

3. 実験結果及び考察

3. 1 破壊状況

Case2, Case3 の試験後のひび割れ発生状況を図-2 に示す。破壊状況は Case1 ではコンクリートの引張破壊, Case2 と Case3 ではいずれもコンクリート-PCM 間の剥離破壊により試験を終了した。

3. 2 荷重-支間中央たわみ関係

各試験体の荷重-支間中央たわみ関係図を図-3 に示す。Case2 と Case3 の補強試験体はコンクリートにひび割れが生じる度に荷重が約 6~7kN 程度低下しその後増加する挙動を示した。最大荷重は Case1 で 8.9kN, Case2 で 15.9kN であり, CFRP グリッド補強によって最大荷重が約 80%増加した。Case3 では最大荷重が 13.8kN となり, Case2 の継手無試験体と比較すると, 最大荷重が約 13%低下した。Case2 と Case3 を比較すると, 変位が約 5mm までは, ひび割れ前, ひび割れ後ともに荷重たわみ関係に差異はなかった。

3. 3 CFRP グリッドのひずみ挙動

Case2 と Case3 の CFRP グリッドに発生したひずみを図-4 に示す。図中のゲージ番号は図-1 に示すゲージ位置を示す番号である。また, 図-4 (b) 中の④と⑤' は継手交差部のひずみであり, 左右両グリッドのひずみを足した値である。いずれの試験体も試験体中心部で大きなひずみが生じ, 端部ではほとんどひずみが生じない結果であった。両試験体ともに変位 5mm までは載荷点直下のひずみ (③') が大きく発生した。このことから, 変位 5mm までは継手の有無に関わらず CFRP グリッドが応力を十分に受け持つため, 小さい変位時は継手の影響は小さいことが確認された。また, 最大ひずみは Case2 で $10,497\mu$, Case3 で $12,291\mu$ であり, CFRP グリッドの引張強度相当ひずみの 75%以上であるため, 十分な補強効果が得られた。

4. まとめ

無筋コンクリートを対象とした CFRP グリッド補強をした梁曲げ試験を行うことにより, CFRP グリッド補強による補強効果が確認された。

本実験においては, 変位 5mm までは継手の有無にかかわらず CFRP グリッドが応力を十分に受け持つため, 小さい変位時は継手の影響は小さいことが確認された。最大ひずみは継手の有無にかかわらず CFRP グリッドの引張強度相当ひずみの 75%以上となり, 十分な補強効果が得られた。

参考文献

- 1) 辻幸和, 小田切芳春, 岡村雄樹, 佐藤貢一: 継手部を有する連続繊維補強材を用いた RC はりの下面増厚補強効果, 土木学会論文集, No.778, pp.67-80, 2005
- 2) FRP グリッド工法研究会: FRP グリッド増厚・巻立て工法によるコンクリート構造物の補修補強 設計・施工マニュアル (案), 2019.11

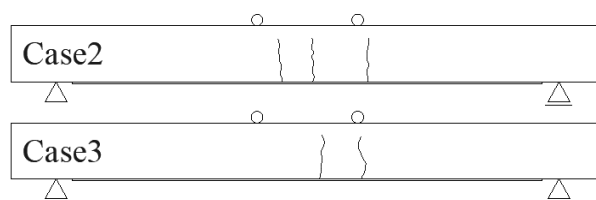


図-2 試験後のひび割れ発生状況

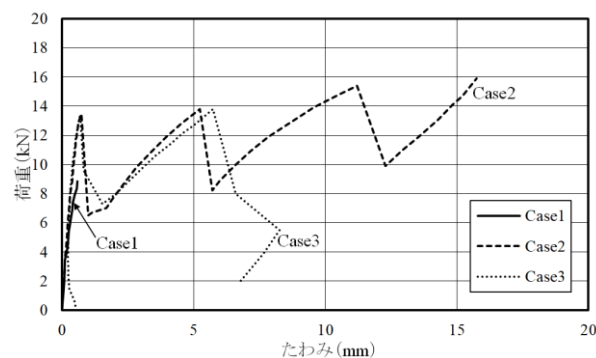
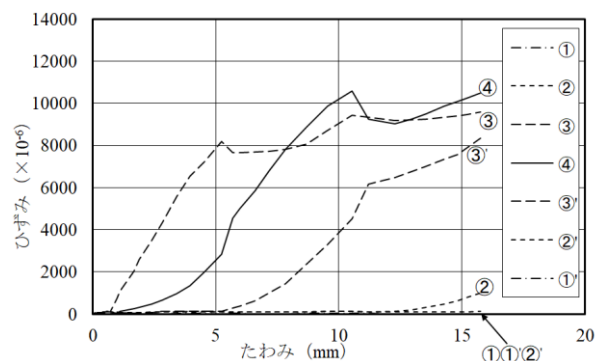
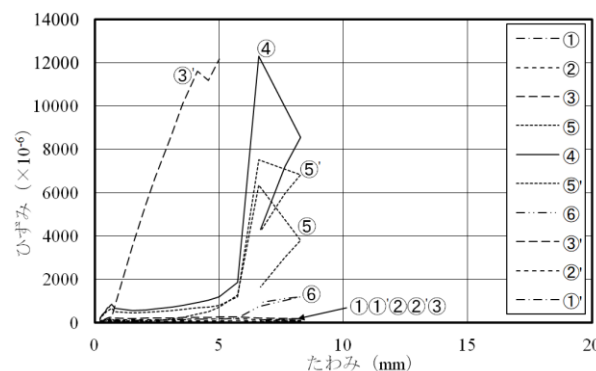


図-3 荷重-支間中央たわみ関係図



(a) Case2



(b) Case3

図-4 CFRP グリッドのひずみ挙動