

一定持続荷重を受ける RPC 補強鉄筋コンクリート梁部材の力学挙動

愛媛大学大学院 理工学研究科 学生会員 ○高須賀大祐
 愛媛大学大学院 理工学研究科 正会員 氏家勲
 愛媛大学大学院 理工学研究科 学生会員 山口哲也

1. はじめに

近年、建設材料として注目を浴びている高靱性セメント複合材料の一つとして反応性粉体コンクリート(Reactive Powder Composite、以下 RPC と呼ぶ)がある。これは骨材の細粒化、粉体の最密充填化により、ペースト自身も高強度化したものである。

通常の鉄筋コンクリート(RC)部材においては引張部のひび割れを許容した設計となっている。ひび割れは許容範囲内であっても梁内部に劣化因子を侵入させる要因となるため、耐久性低下の原因となる。本研究では、RPC を用いて RC 梁を補強し、使用状態でひび割れの発生しない梁における持続荷重載荷時の力学的挙動、特に変形挙動について検討した。

2. 研究概要

2.1 供試体概要及び使用材料

本研究で用いた供試体の断面図、配筋図を図-1、2に示す。RPC 部材の形状は、これまでの研究で底面を U 字型に補強する方法がコスト、強度共に優れていたため本研究ではこれを採用した。2体の RPC 補強 RC 梁について、ひび割れを発生させていないものを RPCU1、ひび割れを発生させているものを RPCU2 と呼ぶ。

供試体の作製にあたり、セメントは早強ポルトランドセメント(密度 3.14g/cm^3)、細骨材は砕砂(密度 2.56g/cm^3)、粗骨材は碎石(密度 2.62g/cm^3)、混和剤は高性能 AE 減水剤を使用した。RC、RPCU1 の水セメント比は 45%、細骨材率は 35%である。RPCU2 の水セメント比は 45%、細骨材率は 45%である。引張鉄筋については D16 の異形鉄筋を 2 本、圧縮側の組み立て鉄筋とスターラップについては $\phi 6$ の丸鋼を使用した。なお、RPCU1 については等曲げ区間 500mm

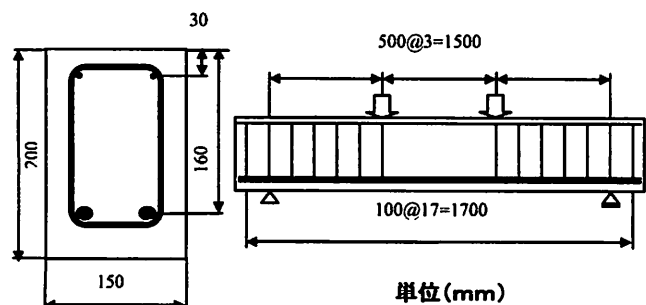


図-1 RC梁配筋図

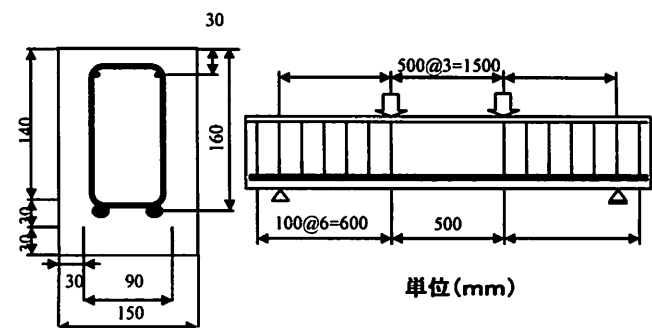


図-2 RPCU配筋図

でひずみゲージ貼付のために鉄筋中央側面に幅 4mm×深さ 3mm の溝を掘った。引張鉄筋位置は RPC 補強部と凹凸による高さを考慮して上縁から 160mm とした。通常、スターラップは鉄筋の外側を巻くように配筋するが、有効高さ確保のため図-2のように配筋した。スターラップは等曲げ区間以外に配置し、配筋間隔は 100mm とした。また、コンクリートとの一体性の確保のため、RPC とコンクリートとの接合面に凹凸(高さ 10mm×幅 20mm)を設けた。

2.2 測定項目

供試体には、引張鉄筋ひずみ、圧縮コンクリートひずみ、下縁 RPC ひずみを測定するためにひずみゲージを貼付した。RC、RPCU1 の引張鉄筋には等曲げ区間 500mm に 25mm おきにひずみゲージを貼付した。RPCU2 の引張鉄筋に

は、同型の供試体による短期荷重試験において、RPC 部材にひび割れが発生したときに RC 部材にひび割れが発生しないことが確認されたので、等曲げ区間の鉄筋の中央側面にひずみゲージを貼付した。また、供試体の中央 500mm 間のたわみ測定には変位計を設置した。荷重の測定にはロードセルを用いた。以上の測定器具をスイッチボックス経由でデータロガーに接続し計測した。

3. 実験結果

静的荷重時の各梁の曲率と曲げモーメントの関係を図-3、4、5に記す。RC、RPCU2に関してはひび割れの発生後は、換算断面二次モーメントを用いて計算を行った。全断面有効断面二次モーメントを I_g 、引張側無視断面二次モーメントを I_{cr} 、換算断面二次モーメントを I_e とした¹⁾。なお、RPC の部分は実測した弾性係数を用いて、鉄筋と同じように弾性係数比を用いて換算断面積により考慮した。図-3および図-5のひび割れ発生曲げモーメントは実測値を用いた。

RPCU1 および RPCU2 において、ひび割れ発生前まではどちらも実測値と計算値とよく一致している。さらに、RPCU2 ではひび割れ発生後の曲率が約 $2 \times 10^{-6}/\text{mm}$ までは計算値に近い値となった。しかし、それ以降は計算値より曲率が小さくなっているが、これは本実験の RPCU2 では RC のようにひび割れが分散して発生せず、段階的に新たにひび割れが発生したためと思われる。

図-6は各梁の曲率の経時変化を示したグラフである。作用している曲げモーメントの大きさが同じでないので単純には比較できないが、RPCU2の曲率の経時的な増加量は RC とほぼ同程度に変化している。作用しているモーメントが小さいにもかかわらず増加量がほぼ同じことより、RPC に混入されている鋼繊維はひび割れ発生後も引張応力を負担するが、変形に対する抵抗性は低いと思われる。ひび割れの発生していない RPCU1 の曲率は作用曲げモーメントが小さいことから他の2つに比べて小さい。RPC 補強 RC 梁ではひび割れを発生させない場合には曲率の増大を抑えられとえられる。

4. まとめ

荷重を増加させる際の曲率の変化は RPC 補強 RC 梁においても RC 梁と同様の計算方法が適用できる。持続荷重に対しては RPC 補強 RC 梁はひび割れが発生した時点で RC 梁と近い挙動を示し、ひび割れを発生させない場合には曲率の増大を抑えられとえられるが、今後同じ曲げモーメントを作用させた RC とともにデータを蓄積し、実験的および理論的に RPC の補強効果を検討する予定である。

参考文献 1) 戸川一夫、岡本寛昭、伊藤秀敏、豊福俊英:コンクリート構造工学、森北出版 p30~66、2003。

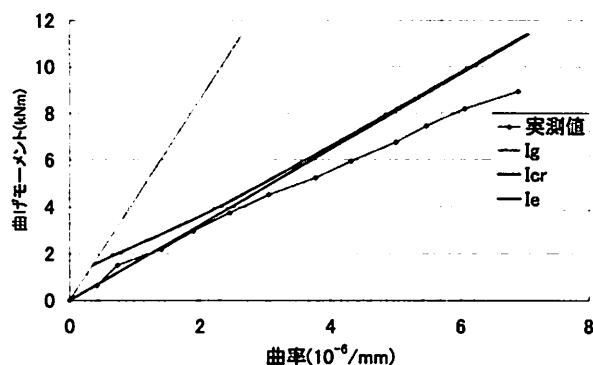


図-3 静的荷重時の曲率変化(RC)

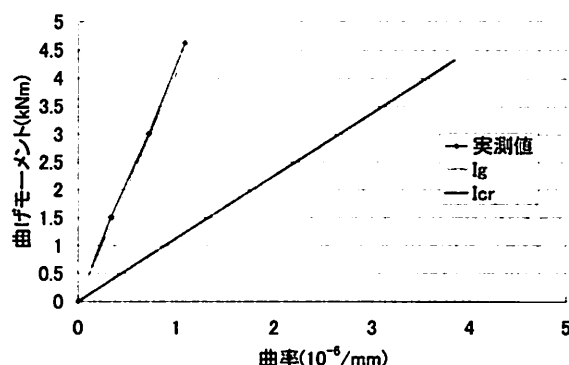


図-4 静的荷重時の曲率変化(RPCU1)

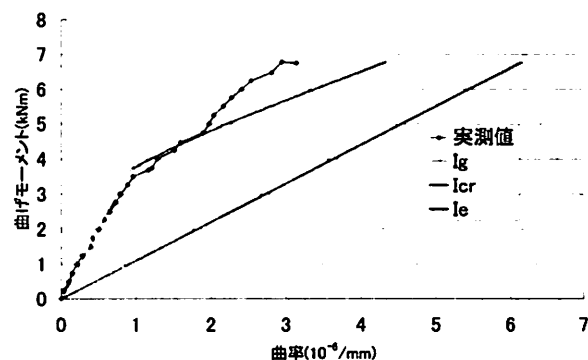


図-5 静的荷重時の曲率変化(RPCU2)

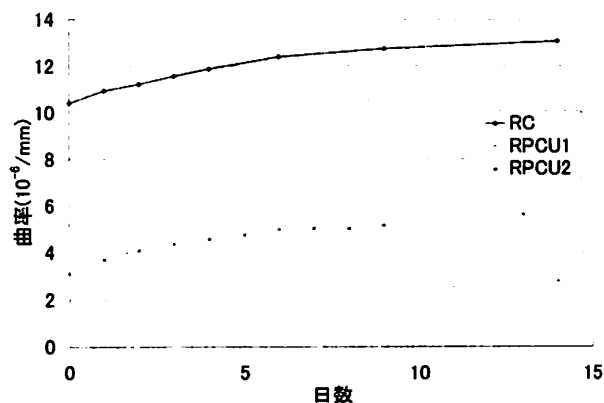


図-6 曲率の経時変化