

再生骨材を使用した RC 部材の長期変形挙動に関する研究

広島大学大学院工学研究科 学生会員 ○岡 幸秀
株式会社ピーエス三菱 正会員 平松 洋一
広島大学大学院工学研究科 正会員 佐藤 良一

1. はじめに

資源の有効利用などの観点よりコンクリート廃材を再利用することが望まれている。現在、再生骨材は要求性能の低い路盤材等にしか使用されていないが、路盤材需要にも限界があり、一般構造部材へ使用することが強く望まれる。再生骨材に関するこれまでの研究のほとんどは短期的な視点から検討したもので、実構造物への適用性を判断するためには長期的な視点からの検討が必要である。そこで本研究では再生骨材を使用した RC はりの平均曲率に注目し、変形の時間依存性挙動を把握することを目的とする。

2. 実験概要

湿潤と乾燥（材齢 7 日まで湿潤）の養生条件で再生骨材及び天然骨材をそれぞれ使用した RC はりを作製し、持続载荷を行った。表-1 に本研究で対象とするコンクリート CFRC 及び VC について示す。供試体は RC 供試体、無拘束供試体、圧縮クリープ供試体（応力強度比 0.2）を作

表-1 使用骨材及び配合の説明

CFRC	再生骨材を使用したコンクリート W/C=60%
VC	天然骨材を使用したコンクリート W/C=60%
OC45	W/C=45% の原コンクリート
OC60	W/C=62.5% の原コンクリート
FR45	OC45 から製造した再生細骨材
FR60	OC60 から製造した再生細骨材
CR45	OC45 から製造した再生粗骨材
CR60	OC60 から製造した再生粗骨材
再生細骨材	FR45 と FR60 を 2:1 の質量比で混合
再生粗骨材	CR45 と CR60 を 2:1 の質量比で混合

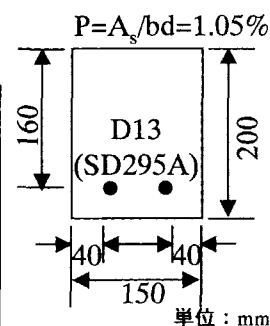


図-1 RC 供試体断面

製した。RC 供試体の断面を図-1 に示す。RC 供試体は図-2 のように供試体 2 体を積み上げ、PC 鋼棒で締め付け、応力を導入した。高感度変位計によりスパン中央の変位を計測した。等曲げ区間の変形を円弧と仮定し幾何学的関係より平均曲率を算出した。载荷荷重はひび割れ断面における鉄筋応力が約 100N/mm^2 となるように設定した。

3. 結果及び考察

3.1 強度特性

図-3 に材齢 28 日におけるヤング係数、圧縮強度、引張強度を示す。VC に対して CFRC の圧縮強度は気中乾燥供試体において 41%、湿潤養生供試体において 34% 低下した。これに対し引張強度は気中乾燥供試体において 50%、湿潤養生供試体において 45% 低下した。これは再生骨材表面の原コンクリートのモルタル分により新しいモルタルと骨材との付着が阻害されたことを示している。この影響は圧縮強度に比べ、引張強度に顕著に表れている。また、ヤング係数は再生骨材の使用により気中乾燥供試体で 26%、湿潤養生供試体で 22% 低下した。これは、再生骨材が天然骨材に比べ多孔質であるため CFRC が VC より変形しやすくなったことを示していると考えられる。

3.2 収縮特性

図-4 に乾燥開始からの無拘束ひずみを示す。CFRC は VC に比べ乾燥下における収縮ひずみが大きく、乾燥開始後から有効材齢約 75 日間で約 1.6 倍の値となった。これは、再生骨材が天然骨材に比べ密度が小さく多孔質であるため、VC の供試体に比べ CFRC の供試体で水分の逸散が起こりやすくなり生じたと考えられる。

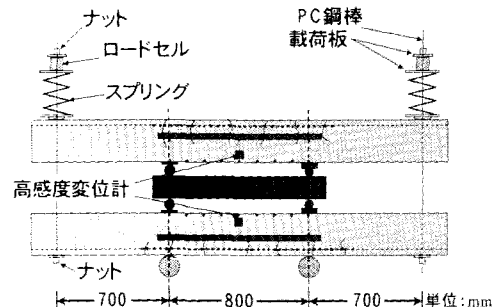


図-2 RC 供試体载荷図

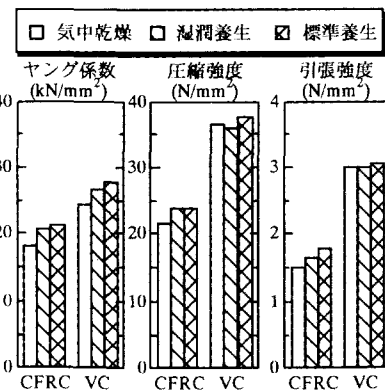


図-3 強度特性

3.3 クリープ特性

気中乾燥及び湿潤養生における単位応力あたりのクリープひずみをそれぞれ図-5、図-6 に示す。両配合とも湿潤養生供試体に比べ気中乾燥供試体のクリープひずみの方が大きい。また、両養生条件とも VC に比べ、CFRC で大きなクリープひずみを生じ、材齢約 150 日の時点において湿潤養生下で 1.4 倍程度、気中乾燥下では 2 倍以上となった。これは、再生骨材は天然のものに比べ多孔質であるため、応力が作用した場合にコンクリートの内部において水分の移動が起こりやすく、水分の圧出が容易に起こるため生じたものと考えられる。それに加え、気中乾燥供試体においては多孔質ゆえに水分の逸散が起こりやすく、乾燥クリープの影響が大きく表れたため CFRC のクリープがさらに大きくなったと考えられる。

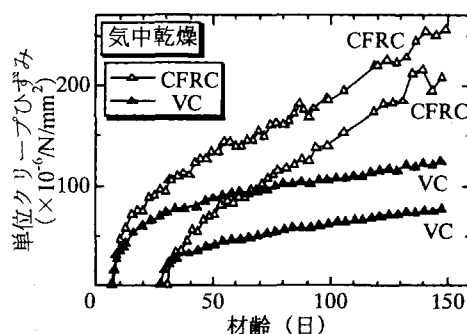


図-5 単位クリープひずみ(気中乾燥)

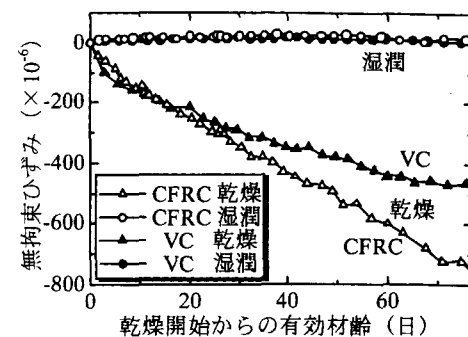


図-4 無拘束ひずみ

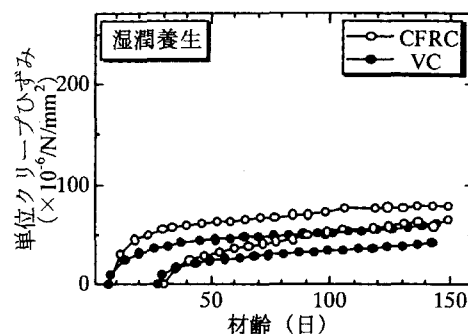


図-6 単位クリープひずみ(湿潤養生)

3.4 変形特性

図-7 に平均曲率の経時変化を、図-8 に初期荷重直後と材齢約 150 日における気中乾燥供試体の平均曲率を示す。湿潤供試体はひび割れが発生しておらず、曲率も進行していない。気中乾燥供試体のひび割れ発生モーメントは VC はりで 2.6kNm、CFRC はりで 1.0kNm であり、約 60% 低下した。これは CFRC の引張強度が小さいこと、はりに生じる乾燥収縮力が大きいことが主な原因と考えられる。また、ひび割れ発生荷重が小さいため、初期荷重直後の平均曲率は CFRC はりの方が大きくなっている。気中乾燥供試体の平均曲率の増加量は、CFRC はりの方が VC はりに比べ約 60% 大きい。これはクリープによる変形量が多いこと、乾燥収縮による変形の付加が多いことが原因と考えられる。図-7 に示した解析値は安齋らによって提案された解析法¹⁾によるものである。この解析値は実測値を過大評価している。これは、本解析法にひび割れ断面における引張部コンクリートの応力負担が考慮されていないために生じたと考えられる。つまり、これらの供試体は鉄筋応力が小さく、ひび割れ幅も 0.1mm に達していないため、ひび割れ断面における引張部コンクリートの応力負担を無視できず、解析値が実験値を過大評価したと考えられる。

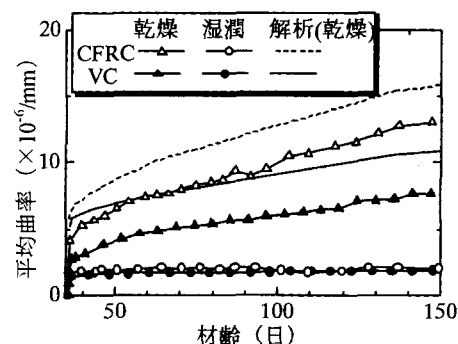


図-7 平均曲率

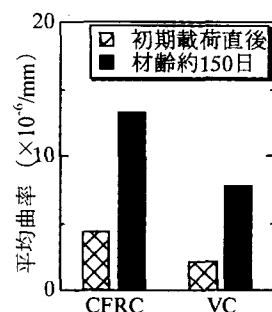


図-8 平均曲率

4. まとめ

再生骨材の使用による影響は気中乾燥下で特に大きく、普通コンクリートに比べ引張強度が 50% 低下し、収縮ひずみは有効材齢 75 日において 1.6 倍の値となった。単位クリープひずみは材齢 150 日で 2 倍以上となった。これらの影響で RC 供試体ではひび割れ発生荷重が小さくなり、初期荷重直後の平均曲率が普通コンクリートはりに比べ大きくなった。持続荷重中の平均曲率の増加量も約 60% 大きくなった。

参考文献

1) 安齋慎介, 廣河和男, 袖山隆行, 佐藤良一: 応力履歴を考慮した高強度 PRC 部材のクリープ解析について, コンクリート工学年次論文報告集, Vol.21, No.3, pp187-192, 1999