

乾燥収縮を抑制した再生コンクリート梁の付着割裂強度

日大生産工 師橋 憲貴

日大生産工 桜田 智之

1.はじめに コンクリート塊をコンクリート用の再生骨材として再利用することは資源のリサイクルの観点から重要である。再生骨材を利用した再生コンクリートは再生骨材に付着するモルタルが除去されていない場合には骨材の吸水率が大きいため、乾燥収縮に伴うコンクリートの長さ変化が大きくなり、乾燥収縮ひび割れが発生しやすい。そこで本研究は乾燥収縮の低減を図ることを目的として乾燥収縮低減剤¹⁾を使用した再生コンクリートを用いて再生コンクリート梁の付着割裂実験を行った。本研究では再生コンクリートを打設した後1年間梁を保存し、乾燥収縮ひび割れの発生を観察するとともに乾燥収縮低減剤を使用した再生コンクリート梁の付着割裂強度について検討を行ったものである。

2.実験概要 図-1 に試験体断面を、また図-2 に試験体形状を示す。試験体は単純梁形式で、純曲げ区間の下端に重ね継手を設け、梁部材の付着特性を検討する試験体とした。主筋は上端・下端とも 4-D19、重ね継手長さは30db(db:主筋の公称直径)で、基礎的な付着性状を得ることを目的とするため重ね継手部に横補強筋は配筋しなかった。

表-1 に試験体種別を示す。本実験で用いた再生コンクリートは昨年度の学術講演会で鈴木らが報告した乾燥収縮低減剤を使用し置換率を変化させた再生コンクリートで2シリーズとなっている²⁾。各々のシリーズは再生骨材の置換率が異なり、粗骨材に再生粗骨材

100%また細骨材に天然の山砂としたRシリーズと、粗骨材と細骨材とともに再生骨材100%としたFRシリーズがある。本研究で使

用した乾燥収縮低減剤はグリコエーテル系の乾燥収縮低減剤³⁾でコンクリート打設時にアジテータトラックへ10kg/m³を投入した。各

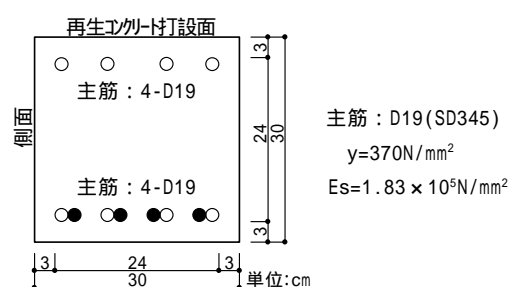


図-1 試験体断面図

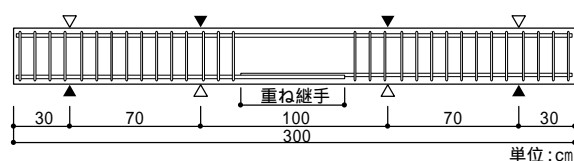


図-2 試験体形状

表-1 試験体種別

試験体名	シリーズ 置換率	乾燥収縮 低減剤	载荷時期
1) R	R	無し	材齢5週
2) A-R	再生粗骨材	有り	
3) RK	100%	無し	1年 保存後
4) A-RK	再生細骨材	有り	
5) FR	FR	無し	材齢5週
6) A-FR	再生粗骨材	有り	
7) FRK	100%	無し	1年 保存後
8) A-FRK	再生細骨材	有り	

重ね継手長さ $\ell_s=30d_b=570(\text{mm})$

$b \times D = 300 \times 300\text{mm}$

乾燥収縮低減剤は10kg/m³を添加

The Bond Splitting Strength of Recycled Aggregate Concrete Beams
reducing the Drying Shrinkage

Noritaka MOROHASHI and Tomoyuki SAKURADA

表-2 実験結果一覧

試験体名	コンクリート 強度 B (N/mm ²)	最大曲げ ひび割れ幅 Wmax (mm)	最大荷重 Pmax (kN)	付着割裂 強度 u exp. (N/mm ²)
1) R	27.5(5週時)	0.16	231.5	2.60
2) A-R	35.2(5週時)	0.10	246.0	2.76
3) RK	32.8(1年時)	0.14	260.2	2.92
4) A-RK	40.3(1年時)	0.16	270.8	3.04
5) FR	30.3(5週時)	0.10	253.0	2.84
6) A-FR	33.6(5週時)	0.16	225.0	2.53
7) FRK	34.8(1年時)	0.20	249.0	2.79
8) A-FRK	38.3(1年時)	0.12	248.6	2.79

最大曲げひび割れ幅Wmaxは $f_t=200\text{N/mm}^2$ (P=150kN)時
破壊形式はすべて付着割裂破壊

シリーズで乾燥収縮低減剤を添加した梁と添加していない梁を作成し、乾燥収縮低減剤の有無の影響について検討を行った。載荷時期は梁に乾燥収縮ひび割れがまだ発生していない材齢5週と実験棟内に保存して乾燥収縮ひび割れが十分に発生した1年後である。

3.実験結果 表-2 に実験結果一覧を示す。現場封かん養生としたテストピースのコンクリート強度は5週時に比較して1年時の方が、また乾燥収縮低減剤を添加していないものに比較して添加した方がコンクリート強度の増

加が認められた。

3.1 乾燥収縮ひび割れ 図-3 に保存した梁側面の1年時の乾燥収縮ひび割れを示す。乾燥収縮ひび割れはRシリーズではRKが約5週、A-RKが約12週で発生した。またFRシリーズではFRKとA-FRKはともに約5週で発生した。Rシリーズでは乾燥収縮低減剤を添加していないRKに比較して、乾燥収縮低減剤を添加したA-RKでは乾燥収縮ひび割れの発生が少なくなっており乾燥収縮が抑制されたものとする。一方、FRシリーズではRシリーズに比較して乾燥収縮ひび割れが多く発生し、乾燥収縮低減剤を添加したA-FRKであってもRシリーズのA-RK程には乾燥収縮ひび割れの発生は減少しなかった。

3.2 最終破壊形状 図-4 に1年時に載荷した梁の最終破壊形状を示す。最終破壊は重ね継手の主筋に沿って付着ひび割れが生じるサイドスプリット型の付着割裂破壊となった。付着割裂破壊は再生骨材の置換率や乾燥収縮低減剤の有無による差異は認められなかった。

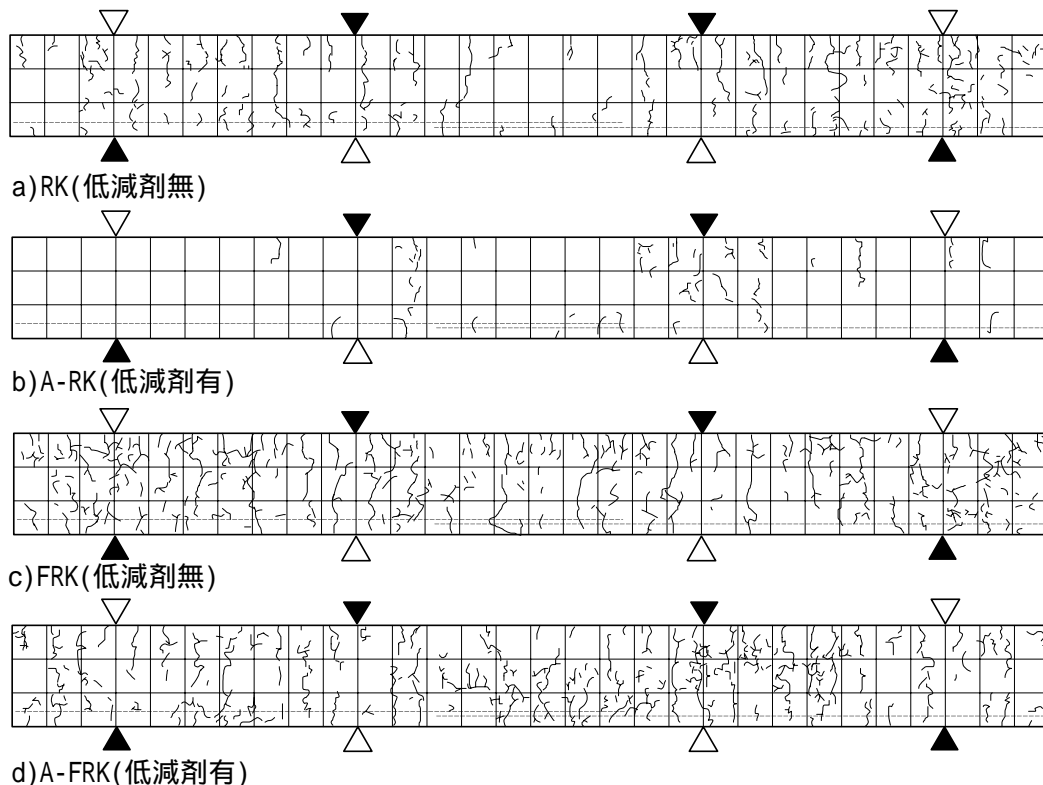


図-3 1年時の乾燥収縮ひび割れ(側面)

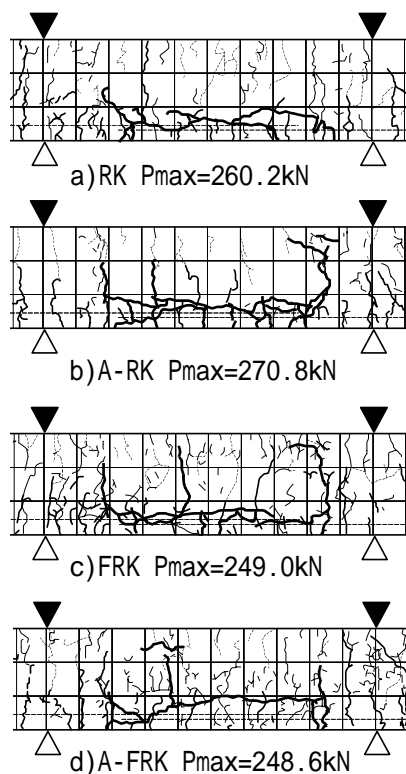


図-4 最終破壊形状

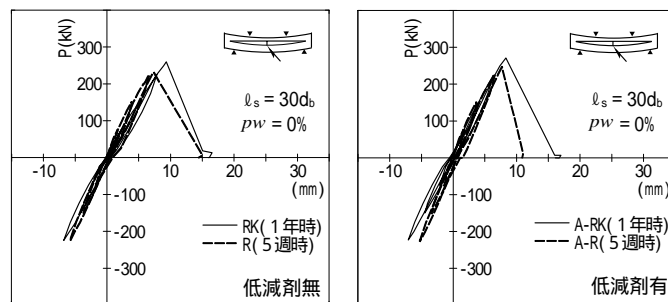


図-6 荷重 - たわみ曲線 (R シリーズ)

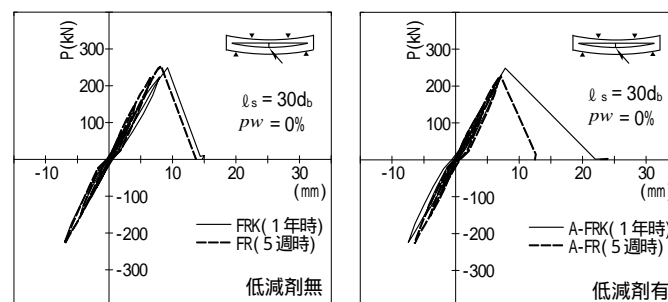


図-7 荷重 - たわみ曲線 (FR シリーズ)

3.3 長期許容応力度時の最大曲げひび割れ幅

図-5 に主筋長期許容応力度時の最大曲げひび割れ幅 W_{max} を示す。 W_{max} は 0.10mm ~ 0.20mm となり RC 規準の制限目標値の 0.25mm 以内となった。乾燥収縮低減剤の有無で比較すると R シリーズの 5 週時(R・A-R)と FR シリーズの 1 年時(FRK・A-FRK)で乾燥収縮低減剤を添加した梁の方が W_{max} が小さくなったが, FR シリーズの 5 週時(FR・A-FR)では乾燥収縮低減剤を添加した梁の方が W_{max} が大きくなる場合があり傾向はつ

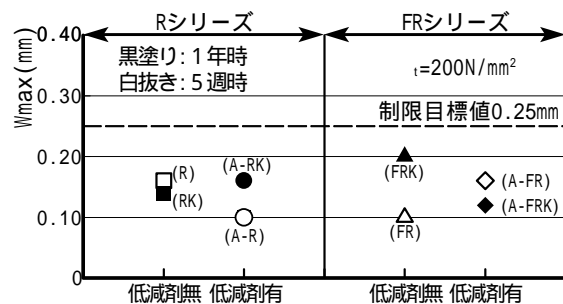


図-5 主筋長期許容応力度時の最大曲げひび割れ幅

かめなかった。

3.4 変位性状 図-6 と図-7 に荷重 - たわみ曲線を示す。図-6 a)と図-7 a)の乾燥収縮低減剤を添加していない梁では実線で示した 1 年実験の方が正加力時の曲げ剛性が低くなる傾向が認められた。一方, 図-6 b)と図-7 b)の乾燥収縮低減剤を添加した梁では 5 週時と 1 年時の曲げ剛性がほぼ等しくなった。このことは乾燥収縮低減剤を添加したことにより R シリーズでは乾燥収縮ひび割れが減少したこと, また FR シリーズでは平均ひび割れ幅が小さくなり部材の変形性状へ及ぼす乾燥収縮ひび割れの影響が少なくなったものと考ええる。

4. 付着割裂強度 ここでは再生骨材の置換率および乾燥収縮低減剤の有無が付着割裂強度に及ぼす影響について検討を行った。付着割裂強度の実験値は式(1)により求めた。

$$u_{exp} = \frac{Mu}{j \cdot \ell_s} \quad (N/mm^2) \quad (1)$$

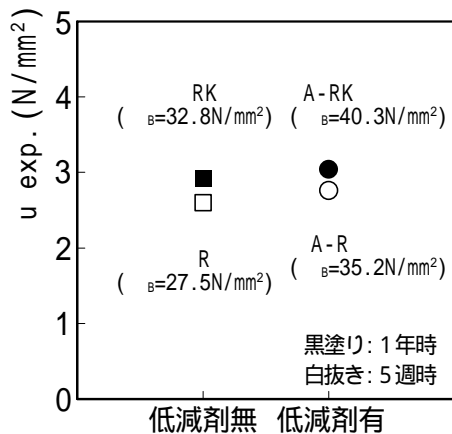


図-8 付着割裂強度 (R シリーズ)

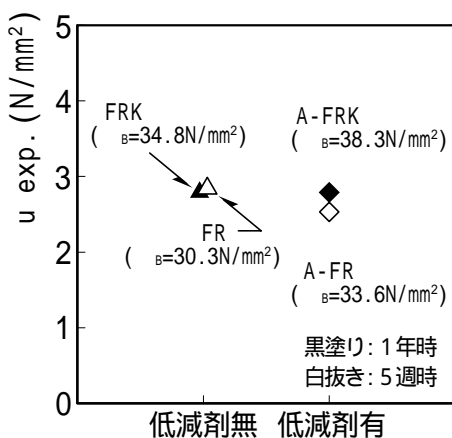


図-9 付着割裂強度 (FR シリーズ)

ここで M_u :最大曲げモーメント (N・mm)
 j : $(7/8)d$ (d :梁有効せい 260.5mm)
 π :鉄筋の周長 (4-D19 240mm)
 l_s :重ね継手長さ (30db 570mm)

図-8 と図-9 に各シリーズの付着割裂強度を示す。図-8 の R シリーズでは 5 週時に比較して 1 年時の方が、また乾燥収縮低減剤を添加していない梁に比較して添加した梁の方が付着割裂強度が増加した。これはコンクリート強度の上昇に伴い付着割裂強度が増加したためと考える。一方、図-9 の FR シリーズで乾燥収縮低減剤の有無について比較すると、乾燥収縮低減剤を添加した梁ではコンクリート強度が上昇しているにもかかわらず付着割裂強度が低下した場合も見られることから再

生細骨材を利用した再生コンクリート梁に乾燥収縮低減剤を添加して使用する場合には付着特性に留意する必要があると考える。

5. 結論 乾燥収縮低減剤を使用して乾燥収縮を抑制した再生コンクリート梁の付着割裂強度を検討した結果、本実験の範囲内で以下に示す知見が得られた。

- 1) 再生細骨材を利用していない場合には乾燥収縮低減剤の添加により乾燥収縮ひび割れの発生が抑制され、乾燥収縮低減剤の効果が認められた。
 - 2) 乾燥収縮低減剤の添加により再生細骨材を利用していない場合の付着割裂強度は増加が明確となったが、再生細骨材を利用した場合には乾燥収縮低減剤の添加による付着割裂強度の増加は見られなかった。
- 今後、再生細骨材の置換率の変化に伴う乾燥収縮低減剤の付着割裂強度に及ぼす影響について検討を行っていきたい。

謝辞 本研究の一部は、平成 15 年度日本大学学術研究助成金(奨励研究)によって行われたものである。また本研究に際し、東京建設廃材処理協同組合 葛西再生コンクリート工場の細野知之氏をはじめ、株式会社フローリックの坂本健氏および鈴木良明氏にご協力をいただきました。ここに記して感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 日本建築学会:鉄筋コンクリート造建築物の収縮ひび割れ - メカニズムと対策技術の現状 -, 2003 年
- 2) 鈴木由香里・池田貴弘・師橋憲貴・桜田智之:再生コンクリートを用いた面部材の乾燥収縮ひび割れ性状, 日本大学生産工学部第 36 回学術講演会, 2003 年 12 月, pp.37-40
- 3) 日本コンクリート工学協会:コンクリート構造物のクリープおよび収縮による時間依存変形に関するシンポジウム, 委員会報告書, 2001 年 7 月 31 日