

混和材を混入した再生モルタルの強度に関する研究

九州大学大学院 学生会員 川端 雄一郎 フェロー 松下 博通
 正会員 佐川 康貴 学生会員 祝井 健志

1. 背景・目的

近年、環境負荷低減等の観点から再生骨材が着目されているものの、普通強度コンクリートへの適用はほとんどされていない。この原因として天然骨材コンクリートと比較して強度・耐久性が低下することが挙げられる。よって、再生コンクリートを普通強度領域へ適用するには強度改善を図る必要がある。そこで、本研究はフライアッシュや高炉スラグといった混和材に着目し、再生モルタルの強度改善効果とそのメカニズムについて検討した。

2. 実験概要

2.1 再生骨材の特性

本研究で使用した再生骨材は原コンクリートをブレーカで250mm程度に粗砕後、インパクトクラッシャで破砕したものであり、表乾状態で使用した。原コンクリートは材齢約6ヶ月のプレストレストコンクリート版であり、採取したコアにより求めた圧縮強度及び静弾性係数は、それぞれ42.4N/mm²、30.3kN/mm²であった。

2.2 使用材料及び配合

使用材料を表-1に示す。モルタルの配合は、W/C=40、50、60%、S/C=3とした再生骨材の比較対象として海砂を使用した。またW/C=50%において、フライアッシュ種(FA-II)及び高炉スラグ微粉末(BFS)はセメント質量に対して内割で混入し、フライアッシュ種(FA-IV)は細骨材に対して外割で混入した。

2.3 試験項目

モルタルは4×4×16cmの角柱供試体を用い、所定の材齢(材齢7、28、91日)において曲げ試験及び圧縮強度試験を行った。また、同材齢において細孔径分布測定用のモルタル試料をコンクリートカッターにより切断し、一辺の長さ5mmの立方体状の試料片とした。試料片はアセトンにより水和を停止させ、真空乾燥を行った後に、測定範囲6.6nm~190µmの水銀圧入式ポロシメータにより測定した。細孔容積のデータを整理する際には筆者らの既往の研究¹⁾を基にして再生骨材中の空隙量を差し引いた値をペースト中の細孔容積とした。また、モルタルやコンクリート中には様々な径の細孔が存在するが、既往の研究よりモルタルやコンクリートの強度に最も支配的であるとされる50nm~2µmの細孔容積により評価した。

3. 実験結果及び考察

表-2にW/C=50%のモルタルの圧縮強度を示す。再生骨材を使用したモルタルの強度が海砂と比較して非常に低いことが分かる。また、図-1に材齢28日における各W/Cの海砂及び再生骨材を使用したモルタルの細孔径分布測定結果を示す。なお、図中のNは海砂を、Rは再生骨材を使用したことを表している。再生骨材を使用したモルタルの総細孔容積は骨材の空隙量を除いても多い。従って、表乾状態で再生骨材を使用した場合、骨材から水分が滲出することによりセメント硬化体の細孔構造がポラスになり、強度が低下したものと考えられる。

図-2に各混和材の置換率と強度の関係を示す。FA-II及びBFSを混

表-1 使用材料

材料	種類
セメント	普通ポルトランドセメント (密度3.16g/cm ³ ,比表面積3600cm ² /g)
FA-	フライアッシュ種 (密度2.32g/cm ³ ,比表面積4100cm ² /g)
FA-	フライアッシュ種 (密度2.27g/cm ³ ,比表面積2100cm ² /g)
BFS	高炉スラグ微粉末 (密度2.91g/cm ³ ,比表面積4180cm ² /g)
再生骨材	絶乾密度2.00g/cm ³ ,吸水率11.05%
海砂	絶乾密度2.47g/cm ³ ,吸水率2.70%

表-2 圧縮強度(W/C=50%)

	海砂	再生骨材
7日	42.0N/mm ²	19.5N/mm ²
28日	56.9N/mm ²	24.9N/mm ²
91日	65.2N/mm ²	28.7N/mm ²

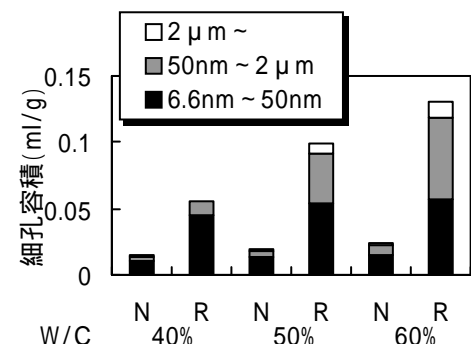


図-1 総細孔容積(材齢28日)

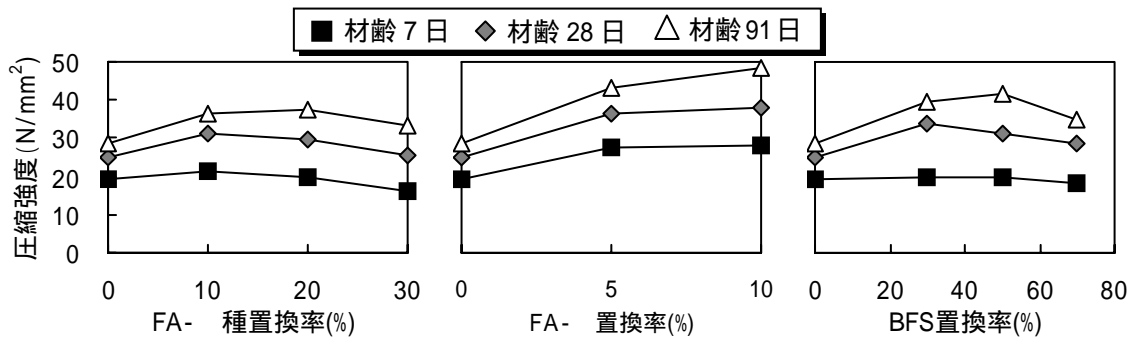


図-2 各混和材の置換率と圧縮強度の関係

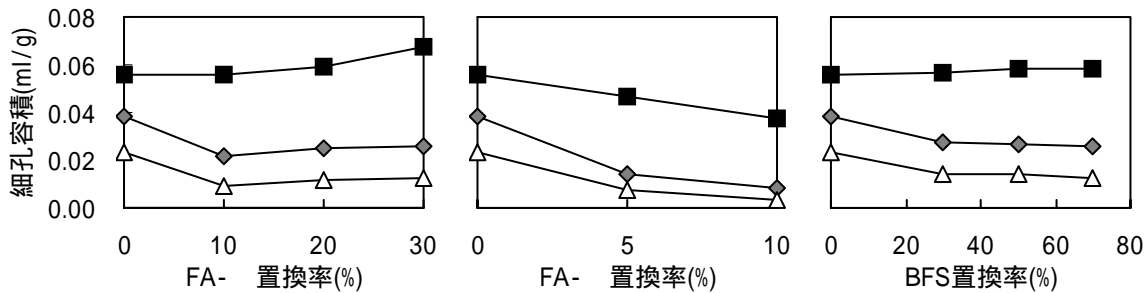


図-3 各混和材の置換率と50nm~2µmにおける細孔容積の関係

和したモルタルの強度は初期材齢においては無混和と同等もしくは小さいが、長期的には強度の改善が確認された。また、FA-IV を混和したモルタルは初期材齢からの強度改善が確認された。次に、図-3 に各混和材の置換率と50nm~2µmの細孔容積の関係を示す。FA-II及びBFSを混和したモルタルの細孔容積は初期材齢においては無混和のものと同様もしくは大きい、材齢の進行に伴い、緻密化していることが分かる。また、FA-IVを混和したモルタルの細孔容積は初期材齢から無混和のものよりも緻密化しており、長期的にも細孔容積の減少が確認された。

セメント硬化体の細孔構造は水分の供給により経時的に変化することから、骨材の水分の滲出によるセメント硬化体の変化がリアルタイムに把握できる細孔径分布と強度の関係について検討を行った。図-4 に50nm~2µmの細孔容積の対数と圧縮強度の関係を示す。図より、混和材を使用した場合においてもモルタルの強度は50nm~2µmの細孔容積の増加に伴い低下し、混和材混入の有無によらず一義的に表現されていることが分かる。また、図-5 に示している50nm~2µmの細孔容積の対数と曲げ強度の関係についても同様の結果となった。

以上のことから、再生骨材を使用したモルタルは骨材からの水分の滲出により強度が低下するが、混和材を混和することによりセメント硬化体の細孔構造が緻密化され、強度の改善が可能になるものと考えられる。また、セメントペースト部に存在する50nm~2µmの細孔容積を評価することにより再生モルタルの圧縮強度及び曲げ強度の評価が可能であるといえる。

4. 結論

- (1)再生モルタルは、再生骨材中の水分が滲出し硬化体の細孔構造がポラスになるため、強度が低下する。
- (2)混和材を混入することにより再生モルタル細孔構造が緻密化され、強度改善が可能である。
- (3)再生モルタルの強度は混和材を混入した場合においても50nm~2µmの細孔容積の対数に依存する。

【参考文献】1)川端雄一郎ほか：再生モルタルの細孔構造と強度の関係，土木学会第59回年次学術講演会講演概要集第V部門，pp.375-376，2004

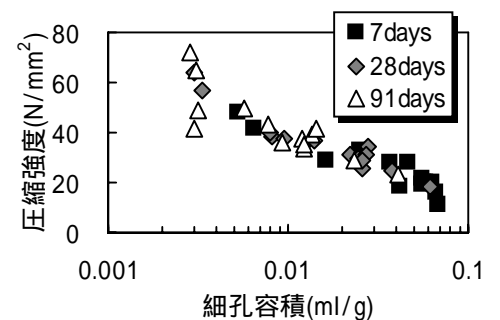


図-4 50nm~2µmにおける細孔容積と圧縮強度の関係

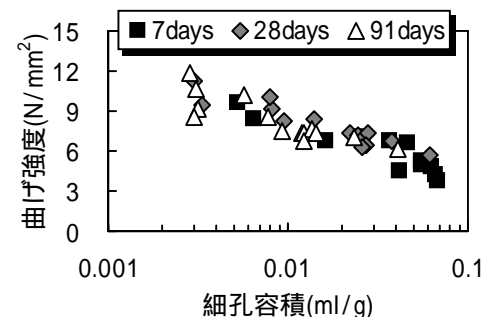


図-5 50nm~2µmにおける細孔容積と曲げ強度の関係