

## 再生モルタルの細孔構造と強度の関係

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

## 1. 目的

再生コンクリートの強度は再生細骨材の影響が大きいことが明らかにされている。しかし、その原因については未だ十分に検討されていない。そこで本研究は再生骨材を使用した際の細孔構造の変化に着目し、水セメント比の異なる再生モルタルを用いて細孔構造を変化させ、細孔構造と強度の関係について検討を行った。

## 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と標準砂の物性を表 - 1 に示す。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ーで破碎したものであり、表乾状態で使用した。原コンクリートは、材齢約 6 ヶ月の PC 版であり、採取したコアより求めた圧縮強度及び静弾性係数は、それぞれ  $42.4\text{N/mm}^2$ 、 $30.3\text{kN/mm}^2$  であった。

## 2.2 試験項目

モルタルの配合は W/C を 40, 50, 60% とし、S/C=3 とした。セメントは普通ポルトランドセメントを使用した。また、比較要因として ISO 標準砂を絶乾状態で使用した。供試体 ( $4 \times 4 \times 16\text{cm}$ ) は打設後 24 時間で脱型し、水温 20 で所定の材齢 (7, 28, 91 日) まで水中養生を行った後、曲げ試験及び圧縮強度試験を行った。また、同材齢においてモルタルの細孔径分布を水銀圧入式ポロシメータにより測定した。

## 2.3 細孔容積の評価方法

図 - 1 に材齢 28 日における再生モルタルの細孔径分布測定結果を示す。なお、図中のペースト、骨材はそれぞれ別途測定したものを再生モルタル中の質量割合に換算して示した。図より、ペーストでは 50nm 以上の径の細孔がほとんど存在しないのに対し、モルタルには 50nm 以上の細孔径が多く存在する。このような粗大な空隙は遷移帯に存在し、モルタルの強度や物質透過性に大きく関与している。しかし、再生モルタル中の再生細骨材の付着ペーストにもそのような空隙が含まれると考えられることから、本研究では再生細骨材中に含まれる細孔容積を差し引いて細孔構造の評価を行った。

## 3. 実験結果及び考察

図 - 2 に材齢 28 日における各 W/C の標準モルタル及び再生モルタルの細孔径分布測定結果を示す。図より、標準モルタル、再生モルタルともに W/C の増加に伴う総細孔容積の増加が認められる。また、再生モルタル

表 - 1 細骨材の物理的性質

項目	骨材	
	再生細骨材	標準砂
絶乾密度 ( $\text{g/cm}^3$ )	2.00	2.64
吸水率 (%)	11.1	0.42
実積率 (%)	69.9	66.7

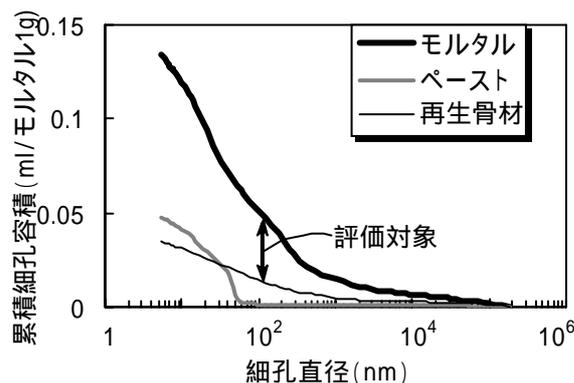


図 - 1 再生モルタルの細孔径分布 (W/C=50%, 材齢 28 日)

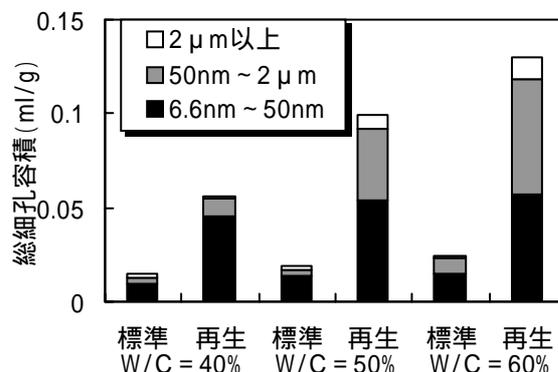


図 - 2 細孔容積測定結果

の総細孔容積は標準モルタルと比較して大きくなった。これは、再生骨材中の水分がセメントペースト部に滲出し、再生細骨材周辺の細孔構造をポーラスにしたためと考えられる。このことから、再生細骨材を表乾状態で使用する場合、骨材の内部水分がモルタルの強度に影響を与えることが明らかとなった。また、図-3に材齢に伴う50nm～2μmの細孔容積の変化を示す。図中のNは標準モルタル，Rは再生モルタルを，アルファベットの後の数字は水セメント比を表している。標準モルタルは材齢28日以降において細孔容積に変化がほとんど見られないことから、硬化体組織が材齢28日においてほぼ形成されていることが分かる。しかし、再生モルタルは材齢28日以降においても細孔容積に変化が見られることから、再生モルタルの硬化体組織が十分に形成されるまでには長期間を要することが分かる。これらのことから、再生骨材中の水分は長期的に滲出するものと考えられる。

図-4に再生細骨材の吸水率を考慮したセメント総水量比 $C/TW^{1)}$ と圧縮強度の関係を示す。 $C/TW$ と圧縮強度の関係は材齢に伴って直線関係の相関が高くなることが分かる。この理由として、上述したように若材齢時には再生骨材中の水分が十分に滲出しておらず、再生モルタルが十分に硬化体組織を形成していないためと考えられる。さらに、図-5に示す $C/TW$ と曲げ強度の関係にも同様の傾向が見られる。

図-6に50nm～2μmの細孔容積と圧縮強度の関係を示す。50nm～2μmの細孔容積が増加するに従い圧縮強度が低下しており、圧縮過程における再生モルタルの脆弱部は遷移帯であることが分かる。また、標準モルタル、再生モルタルともに粗大な空隙が多い場合はモルタル中の粗大な空隙量に依存することが明らかとなった。以上より、再生モルタルの強度低下の原因は、以下のように考えることが出来る。粗大な空隙が多い場合、吸水率の大きな再生骨材自身から水分が供給されることにより骨材周辺のセメントペースト部がポーラスになる。そのため遷移帯が厚くなり、その遷移帯を弱点部として、クラックが発生・伝播し、破壊に至ると考えられる。逆に粗大な毛細管空隙がほとんど存在しない状態においては遷移帯が薄いため、硬化体及び再生骨材の付着ペースト等を弱点部として強度が低下するものと考えられる。

#### 4. 結論

- (1) 再生骨材の吸水率を考慮したセメント総水量比と強度には高い相関関係が認められる。
- (2) 再生モルタルの強度は、標準モルタルと同様にモルタル中の粗大な空隙量に依存する。

【参考文献】1) 麓隆行ら：再生細骨材の物理的性質がコンクリート性状に及ぼす影響について、コンクリート工学年次論文集，Vol.24，No.1，2002

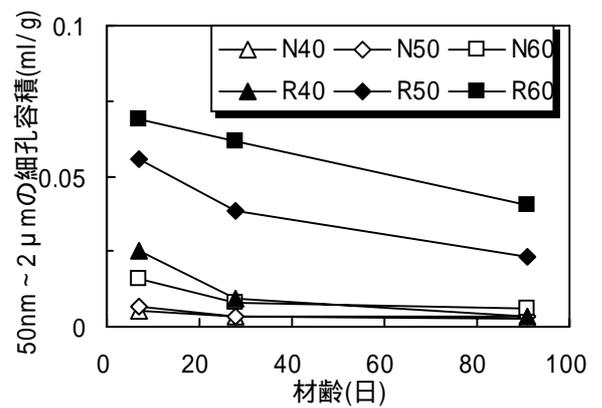


図-3 材齢による細孔の変化

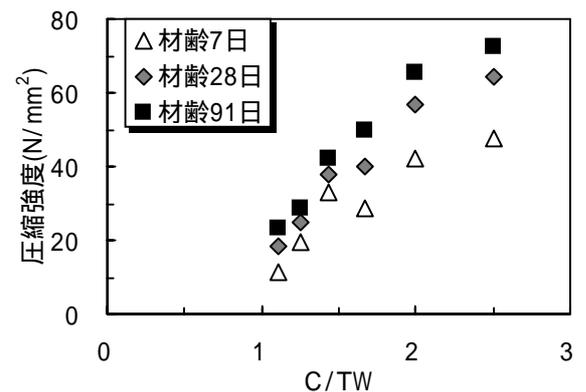


図-4 C/TWと圧縮強度の関係

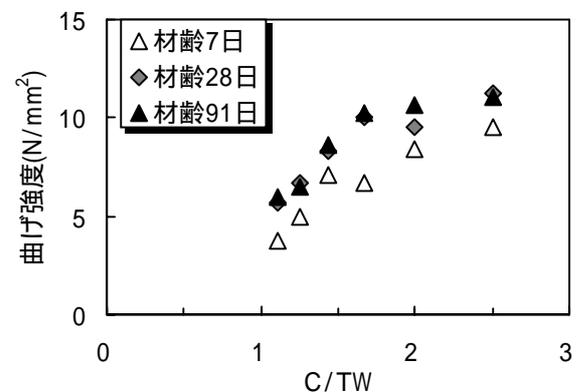


図-5 C/TWと曲げ強度の関係

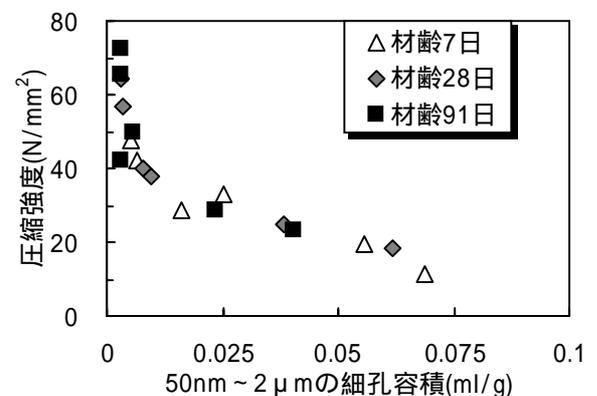


図-6 50nm～2μmの細孔容積と圧縮強度の関係