

近畿大学大学院総合理工学研究科 学生員 ○溝口 達也
 近畿大学工学部 正会員 麓 隆行
 近畿大学工学部 学生員 岡田 裕平

1. はじめに

近畿地方では良質な天然骨材が少なく、現在では砕砂や産業副産物細骨材の利用が増加している。骨材が多様化する中で、乾燥によるコンクリートの体積変化に骨材が影響をおよぼす可能性が指摘され、研究が盛んに行われている。筆者らは、細骨材に含まれる微粉末の品質とモルタルの性状との関係に着目し、検討してきた¹⁾。本研究では、砕石粉等の微粉末を混入したモルタルの長さ変化率を調べた結果を報告する。

2. 実験概要

本研究では、表 1 に示す砂岩系 3 種類（砂岩 A、砂岩 B、砂岩 C）、石灰岩系 3 種類（石灰岩 A、石灰岩 C、石灰岩 D）を用いた。砂岩系は異なる工場の砕砂製造過程で採取した乾式の微粉である。石灰岩 A は石灰石砕砂中の 0.15mm 以下の粒子である。石灰岩 C および石灰岩 D は市販の石灰石微粉末である。その他に、普通セメント、水道水、標準砂および高性能 AE 減水剤を用いた。モルタル配合を表 2 に示す。微粉末を標準砂の一部と 0、5、10 および 15% で質量置換したモルタルを作製した。W/C=55%、S/C=3.5、混和剤の添加量を (C+F)×0.5% とした。練混ぜには、オムニミキサを使用し、セメント、標準砂および微粉末を低速 30 秒混ぜて、水を投入後、低速 30 秒、高速 90 秒攪拌した。練混ぜ直後に JIS R 5201 に準じて 15 打モルタルフローを測定した。また、40×40×160mm の試験体を 9 本作製し、4 本を 20℃ の水槽で材齢 28 日まで養生し、曲げ強度試験に用いた。残りの 5 体を 20℃ の水槽で 7 日間養生後、長さ変化率試験に用いた。保存条件を室温 20℃、相対湿度 60% とし、JIS A 1129 のコンタクトゲージ法で保存期間 4 週での長さ変化を測定した。また、曲げ試験後の試験体の一部を 5mm 角程度に割り、アセトンで 24 時間浸漬後、水銀圧入法で細孔構造を調べた。

表 1 使用した微粉末の物性

種類	密度 (g/cm ³)	D ₅₀ (μm)	ブレーン値 A _p (cm ² /g)	BET比表面積 A _B (m ² /g)
普通セメント	3.15	—	3493	—
砂岩A	2.72	43.8	2848	6.67
砂岩B	2.72	39.2	2204	8.59
砂岩C	2.65	36.9	2177	2.64
石灰岩A	2.71	16.7	3256	0.91
石灰岩C	2.70	42.8	2298	0.47
石灰岩D	2.70	26.9	4162	0.64

表 2 モルタルの配合の一例

W/C (%)	S/C	微粉末置換率 (mass%)	単位量(kg/m ³)				
			水 W	セメント C	細骨材 S	微粉末 F	混和剤SP ((C+F)×%)
55	3.5	0	251	456	1596	0	0.5
55	3.5	5	251	456	1516	80	0.5
55	3.5	10	251	456	1436	160	0.5
55	3.5	15	251	456	1356	239	0.5

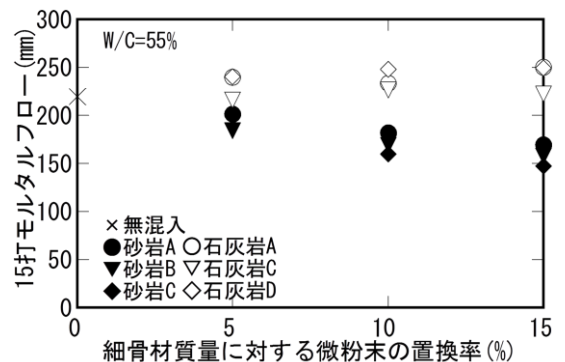


図 1 微粉末の置換率と 15 打フローの関係

3. 実験結果および考察

図 1 のように、砂岩系微粉末の場合、置換率が大きくなると 15 打モルタルフローが小さくなった。石灰岩系微粉末の場合、置換率とともに 15 打モルタルフローは増加した。微粉末の混入による見かけのペースト量増加や微粉末の物性が影響したと考えられる。

図 2 のように、砂岩系や石灰岩系に拘わらず、置換率が大きいと、曲げ強度は大きくなった。その増加

割合は微粉末の種類により異なった。微粉末の置換によりモルタルの細孔が緻密化された可能性も考えられる。

保存期間 4 週の長さ変化率を図 3 に示す。石灰岩 D 以外の微粉末を用いた場合、置換率の増加により長さ変化率は大きくなり、砂岩系微粉末を 10% 置換した場合、無混入に比べて長さ変化率は 200 μ 程度大きくなった。

微粉末の粒径は小さいことから、ペースト量や細孔構造に影響を及ぼす可能性がある。そこで、図 4 に細孔径で色分けした累積棒グラフを示す。微粉の種類に拘わらず、置換率が大きくなると直径 0.2~2 μ m の細孔容積(黒)が減少したが、直径 0.05~2 μ m の細孔容積(黒+灰)の変化は小さい。石灰岩 D は他に比べて粒度が細かく、直径 0.05~2 μ m の細孔容積が緻密化したと考えられる。ただ、細孔容積の結果から強度や長さ変化の傾向を十分に説明できなかった。

次に、ペースト体積に微粉末の体積を加えて、微粉末も考慮した単位ペースト体積あたりの長さ変化率を算出し、微粉末を含めた単位ペースト体積中の 0.05-2 μ m の細孔量との関係を図 5 に示す。ここで、微粉末を含めた単位ペースト体積中の細孔量とは、配合上のペーストや微粉末の体積および測定した空気体積から算出した微粉末の体積を含めたペーストの単位体積あたりの細孔量である。全体的に微粉末を含めると長さ変化率と細孔量との間に相関がみられた。さらに、微粉末ごとの両者の関係で、微粉末によらず、その傾きが同程度となった。すなわち、保存期間 4 週のモルタルの長さ変化率を考えるうえで、微粉末の体積を考慮してペースト体積を考えることが重要であるとわかった。岩種ごとの関係が異なることから、今後、粒径や粒子表面の性状の影響を調べる必要があると考えられる。

4. まとめ

本研究の結果をまとめると以下のようになる。

- 1) モルタルフローに、砕砂の微粉末の増加によるペースト量の増加と粒子表面の粗さが影響する。
- 2) 砕砂の微粉末の混入によるモルタルの細孔構造の変化は小さく、曲げ強度は増加する。
- 3) 保存期間 4 週の長さ変化率には、微粉末の混入によるペーストの細孔構造の減少やペースト体積の増加が影響すると考えられる。

本研究は、日本コンクリート工学会近畿支部「性能評価型コンクリートに向けた骨材調査研究委員会」で実施された研究の一部である。ご協力頂いた関係各位に謝意を表す。

参考文献

- 1) 例えば、溝口達也他：砕砂粉を混合したモルタルの初期乾燥収縮ひずみに関する基礎研究，資源・素材 2011（秋季大会），企画発表・一般発表(A)講演資料，pp.109-112，2011

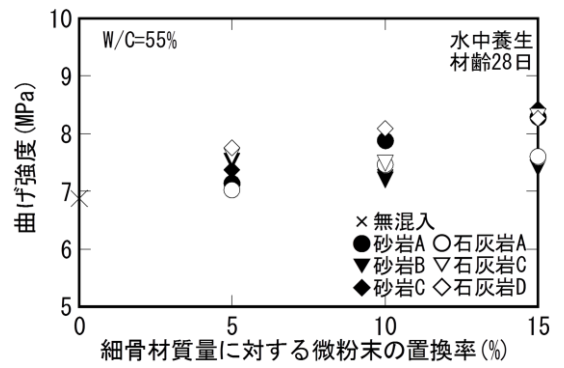


図 2 微粉末の置換率と曲げ強度の関係

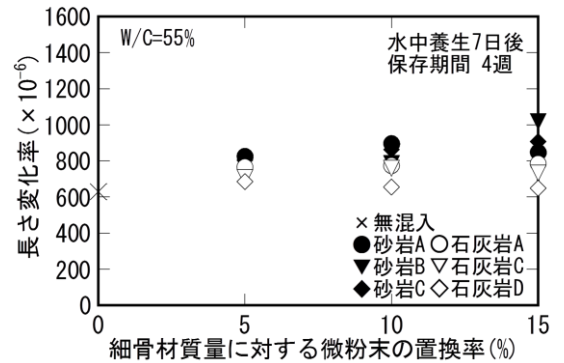


図 3 微粉末の置換率と長さ変化率との関係

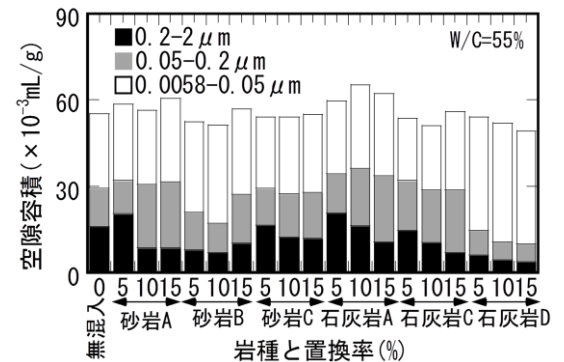


図 4 水銀圧入ポロシメータの試験結果

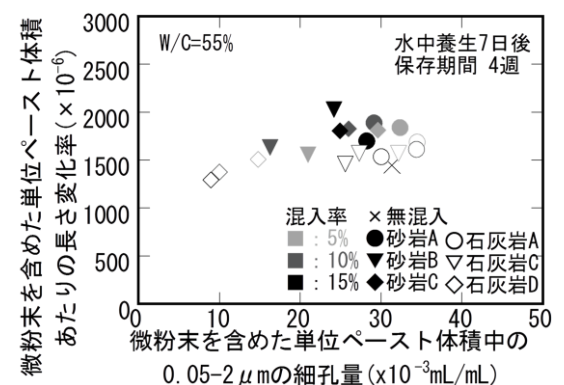


図 5 微粉末を含めた単位ペースト体積あたりの長さ変化率と 0.05-2 μ m 細孔量との関係