

細骨材の種類および微粒分がモルタルの乾燥収縮ひずみに及ぼす影響に関する一検討

大阪産業大学 正会員 ○高見新一
近畿大学 正会員 麓 隆行

摂南大学 正会員 熊野知司
大阪大学名誉教授 非会員 大野義照
㈱中研コンサルタント 非会員 石橋秀樹

1. はじめに

近畿圏では他府県に比べると、比較的早い時期から河川砂の入手が困難となり、砕砂への転換が行われてきた。しかし、砕砂の種類や物性によってはコンクリートの弾塑性的性質や乾燥収縮にかなりの影響を及ぼすことが報告¹⁾され、コンクリートの高品質化の実現に影響を与える現状になってきている。

本研究では、砕砂を用いたコンクリートの性能評価の第一段階としてモルタルの乾燥収縮に着目し、種々の細骨材を用いて、乾燥収縮ひずみに影響を及ぼす要因と考えられる微粒分量と吸水率について検討を行った。

2. 使用材料および実験方法

実験に用いた細骨材は 11 種類で、細骨材の微粒分が乾燥収縮に与える影響を検討するため 0.075mm 網ふるいで水洗いしたもの（微粒分無）と未処理のもの（微粒分有）の 2 水準とした。表-1 に実験に供した細骨材とその物理的性質の一覧表を示す。実際の微粒分量は山砂、硬質砂岩 D、溶融スラグ H が比較的小さい値となった。

表-1 細骨材の物理的性質 () 微粒分無

試料名	絶乾密度 (g/cm ³)	表乾密度 (g/cm ³)	吸水率 (%)	粗粒率	単位容積質量 (kg/l)	実積率 (%)	粒形判定 実積率(%)	微粒分量 (%)
山 砂	2.56 (2.56)	2.59 (2.59)	1.29 (1.31)	2.84 (2.89)	1.64 (1.59)	64.2 (62.1)	59.2	2.7
石英斑岩	2.55 (2.62)	2.60 (2.64)	1.73 (0.88)	2.68 (2.76)	1.64 (1.60)	64.3 (61.1)	58.0	6.1
硬質砂岩A	2.64 (2.67)	2.67 (2.70)	1.27 (1.01)	2.70 (2.84)	1.68 (1.62)	63.6 (60.5)	57.4	4.4
硬質砂岩B	2.63 (2.66)	2.67 (2.69)	1.35 (1.11)	2.70 (2.85)	1.65 (1.64)	62.7 (61.7)	58.8	6.2
硬質砂岩C	2.57 (2.58)	2.61 (2.62)	1.72 (1.40)	2.77 (2.85)	1.68 (1.63)	65.4 (63.2)	56.6	3.6
硬質砂岩D	2.62 (2.63)	2.65 (2.66)	1.30 (1.13)	2.95 (2.86)	1.65 (1.62)	62.8 (61.6)	56.7	2.1
結晶質石灰岩	2.68 (2.71)	2.69 (2.72)	0.50 (0.28)	2.35 (2.28)	1.75 (1.70)	65.3 (62.8)	55.6	4.6
非結晶質石灰岩	2.70 (2.71)	2.71 (2.72)	0.32 (0.33)	2.78 (3.00)	1.82 (1.69)	67.4 (62.2)	58.9	7.5
高炉スラグ	2.86 (2.88)	2.87 (2.89)	0.31 (0.14)	2.32 (2.84)	1.77 (1.62)	61.7 (56.3)	53.7	4.0
溶融スラグM	2.80 (2.80)	2.82 (2.81)	0.63 (0.40)	2.84 (2.94)	1.44 (1.38)	51.3 (49.1)	45.4	3.5
溶融スラグH	2.76 (2.77)	2.77 (2.78)	0.39 (0.17)	2.99 (3.09)	1.56 (1.50)	56.4 (54.0)	52.8	2.2

一方、非結晶質石灰岩は微粒分量が多く含まれていた。また、硬質砂岩 A、B、C、D のように同じ岩質に分類されていても、その諸性質と微粒分量は異なった。これらの違いは、骨材採取箇所、製造工程の違いによるものと思われる。なお、実験に使用した細骨材は、JIS 規格の微粒分量の規定値 9 %以下、高炉スラグと溶融スラグも規定値の 7.0%以下であった。セメントは普通ポルトランドセメント(密度=3.16g/cm³, 比表面積 3,250cm²/g)を使用し、モルタルの配合は硬質砂岩 A の微粒分無を基準配合とし、W/C=0.55, S/C=2 (セメントペースト量一定)とした。なお、空気量は消泡剤を用いて 0.5%以内に調整をした。供試体は 40×40×160mm の角柱とし、圧縮強度試験(JIS R 5201)、長さ変化率試験(JIS A 1129-3)を行った。

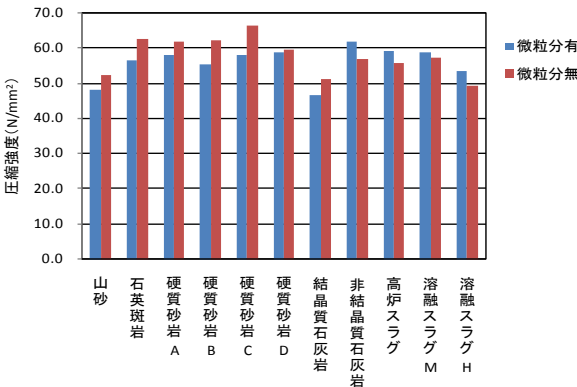


図-1 圧縮強度試験結果（角柱）

3. 実験結果および考察

図-1 に圧縮強度試験の結果を示す。微粒分が存在すると圧縮強度は低下しているが、非結晶質石灰岩、スラグ系のように圧縮強度が微増しているものもある。微粒分無では結晶質石灰岩が比較的小さい値で、石英斑岩、硬質砂岩 C の強度は比較的大きい値となり、微粒分有でも同様の傾向になった。モルタルの配合は水セメント比が一定であるので、セメントペーストの強度は同じであり、圧縮強度の違いは細骨材自身の強度の違い、微粒分の有無、さらには骨材の界面状態の違いが影響していると考えられる。

キーワード 乾燥収縮ひずみ, 吸水率, 微粒分量, 質量変化率, 砕砂, モルタル

連絡先 〒574-8530 大阪府大東市中垣内 3-1-1 大阪産業大学 工学部 都市創造工学科 TEL 072-875-3001

図-2に乾燥収縮ひずみの試験結果を示す。乾燥収縮ひずみは微粒分無に比べて微粒分有の方が大きく、微粒分が存在すると乾燥収縮ひずみは大きくなる傾向を示す。また、乾燥収縮ひずみはスラグ系細骨材が最も小さい値となり、次いで山砂と石英斑岩、硬質砂岩 D と結晶・非結晶質石灰岩、石灰岩系が大きく、硬質砂岩 A, B, C が最も大きい値となっている。

図-3に吸水率と乾燥収縮ひずみの関係を示す。吸水率が大きくなると乾燥収縮ひずみも大きくなる傾向が見られるが、同程度の吸水率の場合でも乾燥収縮ひずみが大きく異なる結果となっている。このことより、骨材が異なることによる乾燥収縮ひずみの違いは単純に骨材の吸水率で評価できないと考えられる。

図-4に微粒分有の質量変化率と乾燥収縮ひずみの関係を示す。同じ質量変化率でも骨材の種類によって大きく乾燥収縮ひずみが相違しており、質量変化率だけでは乾燥収縮の値を予測することはできないと考えられる。図-3の結果とも併せて、これらの結果から、乾燥収縮は吸水率や質量変化率などの水の挙動を表す特性だけでなく、骨材自身の変形特性等の他の要因も考える必要があるといえる。

図-5に微粒分量と乾燥収縮ひずみ差の関係を示す。図中の直線は硬質砂岩 A, B, C の回帰線 ($R^2=0.89$)、点線は全細骨材の回帰線 ($R^2=0.12$) を示す。微粒分量が多くなると乾燥収縮ひずみは大きくなる傾向にあるが、そのばらつきは大きく、微粒分が乾燥収縮ひずみに与える影響を量的だけで評価することは難しいと思われる。硬質砂岩 3 種類では微粒分量と乾燥収縮との間でかなり良い相関を示しており、同系・同種の骨材では、産地が異なっても微粒分の影響を量的に評価できる可能性があるといえる。

骨材中の微粒分が乾燥収縮ひずみに及ぼす影響を的確に評価するためには、微粒量だけではなく微粒分の表面積、表面構造、形状をも考慮することが望ましいと考えられる。

4. まとめ

- (1) 水セメント比一定、ペースト量一定とした場合、モルタルの圧縮強度は微粒分の有無によって変化する。
- (2) 吸水率や質量変化率といった水の挙動に関する特性だけでは、乾燥収縮ひずみの評価は困難と考えられる。
- (3) 乾燥収縮ひずみは微粒分が存在すると大きくなる傾向を示すと考えられるが、微粒分量だけでは乾燥収縮ひずみの評価は困難である。

今後の課題として、骨材中の微粒分の影響については量的なものと水の存在の違いのほかに、骨材そのものの形状特性(表面積、表面構造、形状等)についても影響因子として考える必要がある。

なお、本研究は、日本コンクリート工学協会(JCI)近畿支部の「性能評価型コンクリートに向けた骨材調査委員会(委員長 大野義照)」において実施した研究の一部である。

参考文献 1) CL.129 2007年度 コンクリート標準示方書 改定資料(社)土木学会

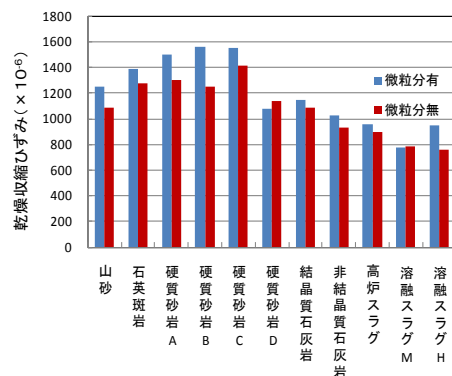


図-2 乾燥収縮ひずみ(保存 12 週)

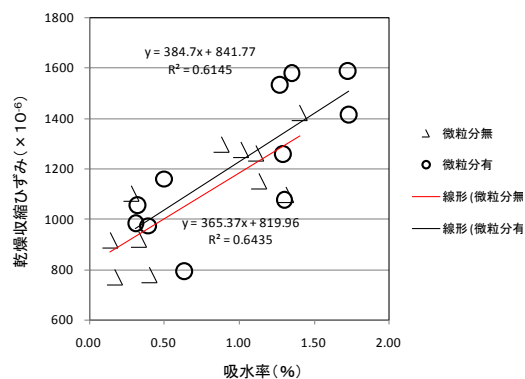


図-3 吸水率と乾燥収縮ひずみ(保存 12 週)

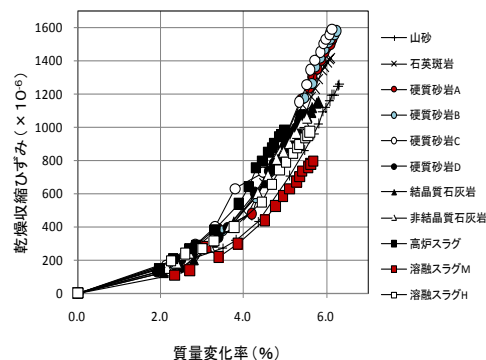


図-4 質量変化率と乾燥収縮ひずみ(保存 12 週)

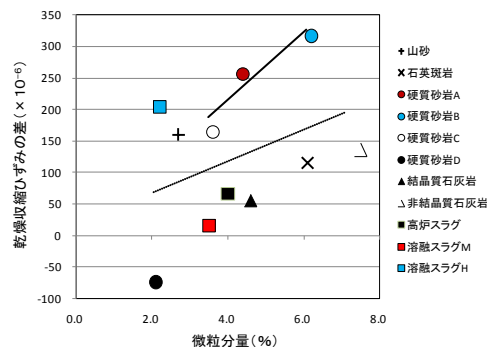


図-5 微粒分量と乾燥収縮ひずみ差(保存 12 週)