

産業廃棄物赤泥を使用したモルタル・コンクリートの性質

徳島大学工学部 正会員 河野 清
 阿南工業高等専門学校 正会員 天羽 和夫
 兵庫県庁 正会員 ○行徳 光正

1. まえがき

本研究では、化学工場でボーキサイトからアルミナを製造する際に産業廃棄物として多量に産出される極めて微粉末の赤泥（RMと略記）を省資源の観点から有効利用するため、天然の珪酸白土を微粉砕したシリカ微粉末（FGSと略記）と混合使用し、この混和材がモルタル・コンクリートの強度特性、耐塩分浸透性、硫酸塩抵抗性、水密性、乾燥収縮などに及ぼす影響を調査、検討した。また、カラーコンクリート製品への利用も考慮し蒸気養生の影響についても調査を行った。

2. 実験概要

本実験で用いた使用材料と配合条件を表-1に示す。モルタルの試験では豊浦標準砂（ただし、透水試験のみ相馬標準砂）を用い、コンクリートの試験では徳島県吉野川産の川砂と徳島県市場町産の碎石とを使用した。また、配合は水結合材比を55%の一定とした。本実験では、混合比、代替率、単位結合材量の変化がモルタルおよびコンクリートの諸性質に及ぼす影響を検討するため、モルタルの試験については、フロー試験、空気量試験、圧縮・曲げ強度試験、硫酸塩抵抗性試験、耐塩分浸透性試験および透水試験を行った。なお、透水試験はJISA1404にしたがい透水量を測定した。コンクリートの試験については圧縮強度試験と乾燥収縮試験を行った。

3. モルタルの試験結果と考察

フロー値と空気量への影響は図-1に見られるように、赤泥の混合比率が高くなるほどフロー値が減少し、高粉末度の混和材を使用した影響が現れている。また、代替率が10%のものも20%のものも混合比1:1での空気量が高くなっている。次に、強度への影響は図-2に見られるように材令28日までは、赤泥の混入が多いほど圧縮強度、曲げ強度ともに大きくなる傾向がみられ、赤泥の使用は有効であるといえる。これは超微粒子からなる赤泥のマイクロファイラー効果によるものと思われる。一方、28日強度では1:1の強度がやや落ちているが、これは図-1に示した空気量の影響とみられ、空気量が一定の条件ならばシリカ微粉末を混合使用していることもあり、長期材令では強度の増進が予想される。単位結合材量の強度への影響は図-3より富配合モルタ

表-1 使用材量と配合条件

使用材料	セメント	普通ポルトランドセメント (比重=3.15)
	細骨材	豊浦標準砂 (比重=2.63) 相馬標準砂 (比重=2.62) 吉野川産川砂 (比重=2.61 FM=2.9%) 市場町産砕石 (比重=2.59 FM=6.55 MS=20mm)
配合条件	粗骨材	(比重=3.35 比表面積=21.5m ² /g)
	シリカ微粉末	(比重=2.27 比表面積=12.0m ² /g)
配合条件	高性能減水剤	(比重=1.20)
	モルタル	単位結合材量: 400, 500, 600, 700 (g/l) 水結合材比: 55 (%) 混合比: 1:0, 3:1, 1:1, 1:3, 0:1 代替率: 0, 10, 20 (%)
配合条件	コンクリート	単位結合材量: 300 (kg/m ³) 水結合材比: 55 (%) 混合比: 1:0, 1:1 代替率: 0, 10 (%) スランプ: 6±1 (cm)

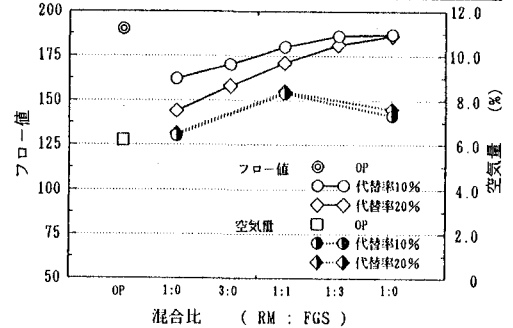


図-1 フロー値および空気量への影響

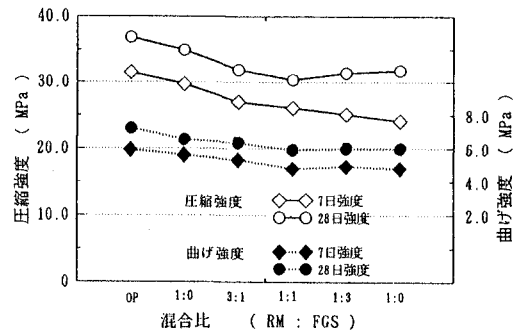


図-2 混合比と圧縮強度および曲げ強度

ルの場合、混和材を用いたものはプレーンモルタルのものより強度が低くなるが、セメント量の少ない配合では逆に高い強度を示す。耐塩分浸透性への影響は、図-4に示すように、赤泥とシリカ微粉末を多く混合使用するほど改善されている。これは、この混和材のマイクロファイラ効果による組織の緻密化の進行が原因と考えられる。

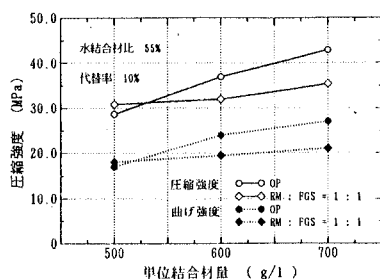


図-3 単位結合材量と圧縮強度・曲げ強度

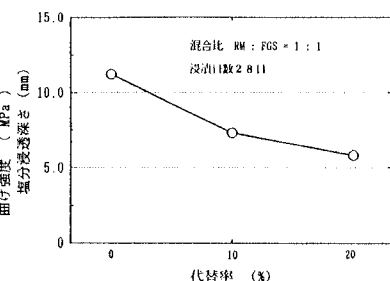


図-4 代替率と塩分浸透深さ

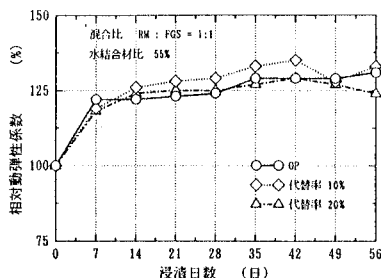
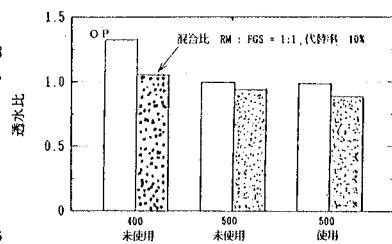


図-5 浸漬日数と相対動弾性係数

図-6 混合比の水密性への影響
配合条件 上段：単位結合材量(g/l)，下段：高性能減水剤

次に、硫酸ナトリウムの飽和溶液に浸漬した供試体の動弾性係数の変化を図-5に示す。1:1の混合比で10%代替したものは、プレーンモルタルよりやや高くなる傾向を示し、耐硫酸塩抵抗性が良くなっている。1:3モルタルを用いた透水試験は単位結合材量を減らした場合と高性能減水剤を用いた場合とで実験を行ったが図-6に見られるようにいずれの場合も混合使用のものが透水比が小でプレーンモルタルより水密性が改善されている。

4. コンクリートの試験結果と考察

図-7に見られるように混和材を使用すると材令28日までの強度はプレーンコンクリートに比べてやや劣り、蒸気養生した場合には材令3日までの早期強度の発現が良好である。

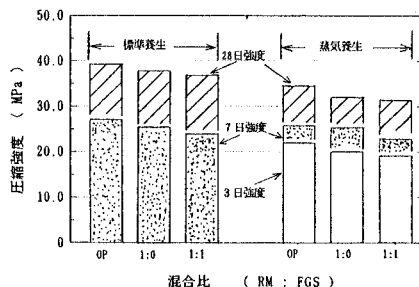


図-7 混合比と圧縮強度

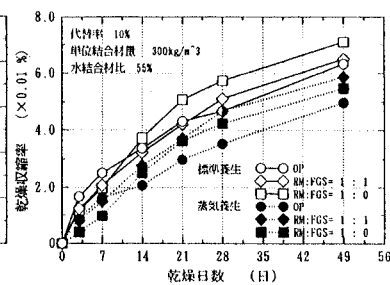


図-8 乾燥日数と乾燥収縮率

また、材令7日から28日への強度増進からみてシリカ微粉末を混合使用しているものは長期強度の増進が期待できる。次に、乾燥収縮は図-8に見られるように混和材を使用したものがいずれの養生の場合もプレーンコンクリートより大きい値となるが、蒸気養生(3+3+3(65℃)+15h)を行うことにより乾燥収縮量をかなり低減することができる。なお、この混和材の使用により肌面が淡い赤褐色(レンガ色)の着色コンクリートが得られる。

4. まとめ

赤泥とシリカ微粉末とを混合した混和材をセメントに10%代替して使用すると、良い耐塩分浸透性と水密性を示し、硫酸塩抵抗性の改善に効果的である。特性を考えると海洋コンクリート構造物に使用すると有効であると思われ、一方レンガ色の肌面が得られるので、着色コンクリート製品への使用も考えられる。

なお、本研究は平成4年度文部省科学研究費によって行ったものである。