

廃棄資源のみでつくるモルタルの基礎性状

阿南工業高等専門学校 学生員 ○ 栗田 工
阿南工業高等専門学校 正会員 堀井 克章
阿南工業高等専門学校 多田 孝

1. はじめに

わが国のセメント・コンクリート分野では、石炭灰や高炉スラグの廃棄資源を大量にセメントの原材料やコンクリート混和材・骨材などとして有効利用している。しかし、国策による石炭火力発電所の増設や建設構造物の老朽化などで石炭灰やコンクリート塊の急増、建設投資の削減によるセメント・コンクリート需要の減少、環境意識の高揚などから新たな廃棄資源の活用法を開拓する必要性が生じている。

そこで我々は、環境負荷の高いセメントや天然骨材を全く使用せず、廃棄資源のみでコンクリートをつくることにした。本研究は、その第一歩として、石炭火力発電所から出るフライアッシュや回収石こうおよび製鉄所から出る高炉スラグの微粉末と砂からなるモルタルを製造し、その諸性状を実験によって検討した。

2. 実験概要

モルタルの材料は、フライアッシュⅡ種（記号 F、密度 2.27g/cm^3 ）、回収石こう（G、 2.29g/cm^3 ）、高炉スラグ微粉末 4000（B、 2.91g/cm^3 ）、高炉スラグ細骨材 BFS 5（Ss、 2.81g/cm^3 ）、那賀川産川砂（Rs、 2.62g/cm^3 ）および阿南市上水道水（W、 1.00g/cm^3 ）を使用した [1]。配合は、ペースト骨材容積比の 1 : 1.3 と石こう添加率 $G/(F+B)$ の 10% を一定とし [2]、水結合材比 $W/(F+B+G)$ やフライアッシュ混入率 $F/(F+B)$ を変えた（表-1 参照）。

表-1 モルタルの配合

W/(F+B+G) - F/(F+B) (%) (%)	単位量 (kg/m ³)					
	W	F	B	G	Ss	Rs
40 - 00	231	0	526	52	1588	0
40 - 25	225	128	383	51	1588	0
40 - 50	218	248	248	50	1588	0
40 - 75	212	362	121	48	1588	0
50 - 00	255	0	464	46	1588	0
50 - 00 Rs	255	0	464	46	0	1481
50 - 25	249	113	339	45	1588	0
50 - 50	243	220	220	44	1588	0
50 - 50 Rs	243	220	220	44	0	1481
50 - 75	237	323	108	43	1588	0

モルタルの練混ぜは、セメントモルタル用ホバート型ミキサで行った（全材料一括投入法、攪拌 2 分）。フレッシュモルタルは、フロー試験（JIS R 5201）、ブリーディング試験（JSCE F532）および凝結試験（JIS A 6204）を行った。硬化モルタルは、圧縮強度試験（ $\phi 5 \times 10\text{cm}$ 円柱、JSCE G505）、長さ変化試験（ $4 \times 4 \times 16\text{cm}$ 、JIS A 1129）および表面色試験（ $\phi 10 \times 2\text{cm}$ 円板、JIS Z 8722）を行った。硬化モルタル供試体は、突き棒や振動台で締め固め、脱型後所定材齢まで 20°C 湿潤養生を行ったが、一部は 20°C 乾燥養生や 60°C 温水養生を行った。なお、強度試験用供試体成形時に質量を測定して単位容積質量（密度）を求め、強度試験後の供試体を使用して走査電子顕微鏡観察も行った。

3. 実験結果および考察

フレッシュモルタルの試験結果を示した表-2 および図-1 より、本実験で製造したスラグ砂使用モルタルは、通常のセメントモルタルよりも密度が若干高く、水結合材比とフライアッシュ混入の増加で流動性が改善し、ブリーディングが生じないので材料分離抵抗性に優れているといえる。また、川砂使用モルタルは 20°C や 60°C で養生しても凝結せず、スラグ砂使用モルタルは 20°C では緩慢だが凝結し 60°C で養生すると終結（ 28N/mm^2 ）が早まるといえる。これらは、材料の密度、形状寸法、アルカリ度などによると思われる。

硬化モルタルの諸性状を図-2～図-4 に示す。これらより、モルタルの材齢 7 日圧縮強度は、フライアッシュ混入率が高いほど低下する傾向にあるが、その後の強度の伸びはフライアッシュ混入率が高いほど大きく、水結合材比 40% の材齢 28 日強度はいずれも 40N/mm^2 を超え、成形が容易な水結合材比 50% でも 35N/mm^2 前

キーワード：廃棄資源、フライアッシュ、回収石こう、高炉スラグ微粉末、高炉スラグ細骨材

連絡先：〒774-0017 徳島県阿南市見能林町青木 265 阿南工業高等専門学校
建設システム工学科 堀井教室室 Tel.0884-23-7192 Fax.0884-23-7199

後とセメントモルタル並みの高い強度となることがわかる。これは、フライアッシュのポゾラン反応、スラグの潜在水硬性などによると思われる。

写真-1 はモルタル内部の SEM だが、水和生成物の成長がわかる。

モルタルの乾湿による長さ変化は、どの配合も湿潤養生の継続で 200～300 μ 程度膨張し、材齢 7 日以降乾燥養生に移すと 1000 μ 程度収縮するので、通常のセメントモルタルと大差ない値といえる。

モルタルの表面色は、フライアッシュの使用や湿潤養生の継続で $L^*a^*b^*$ 表色系の L^* 値（明度）が低下し黒っぽく、乾燥状態に移すと L^* 値が高くなって白っぽくなることがわかる。また、彩度の a^* 値（赤緑）や b^* 値（黄青）を比べると、湿潤養生では緑色が強く乾燥養生では若干黄色が強くなる傾向がわかる。

4. むすび

本研究より、フライアッシュ、回収石こう、高炉スラグ微粉末および高炉スラグ細骨材といった廃棄資源のみのモルタルは、通常のセメントモルタルと同じ方法で製造でき、良好な諸性状も得られることが確かめられた。今後は、再生骨材などを加えたコンクリートとしての性能評価、用途の検討などを行う予定である。

【謝辞】

実験にご協力いただいた徳島大学の橋本親典先生、新日鐵高炉セメント(株)の前田悦孝様、本校卒業生の寺野伸吾君、東條真子さんならびに森定真人君に謝意を表します。

【参考文献】

- [1] 橋本ほか：産業副産物をセメント代替として用いたコンクリートの基礎研究，廃棄物資源のコンクリート材料への有効利用に関するシンポジウム論文集，JCI 中国四国支部，pp.116-121，2001.
- [2] 安宅：石こうおよびスラグのモルタルへの利用に関する検討，徳島大学工学部卒業論文，1978.

表-2 フレッシュモルタルの性状

配合	密度 (g/cm^3)	フロー値 (mm)	ブリーディング率 (%)
40-00	2.34	118	0.0
40-25	2.32	122	0.0
40-50	2.29	118	0.0
40-75	2.27	124	0.0
50-00	2.29	158	0.0
50-25	2.27	176	0.0
50-50	2.26	172	0.0
50-75	2.24	176	0.0

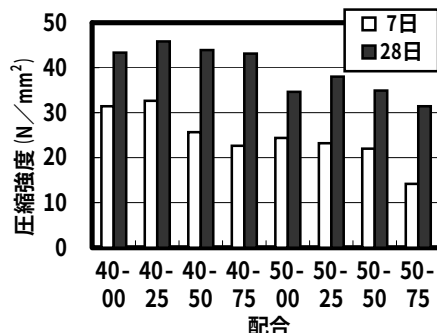


図-2 モルタルの圧縮強度

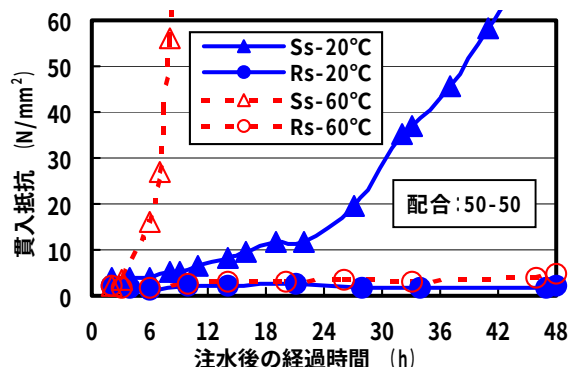


図-1 モルタル凝結試験の貫入抵抗

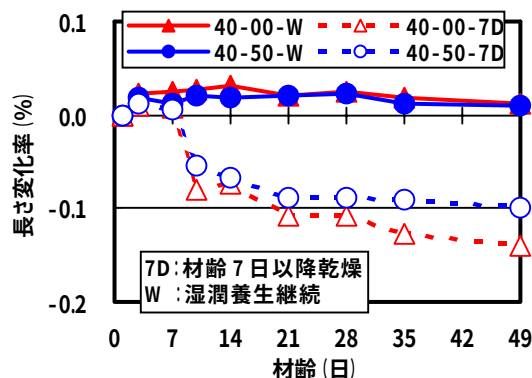


図-3 モルタルの長さ変化

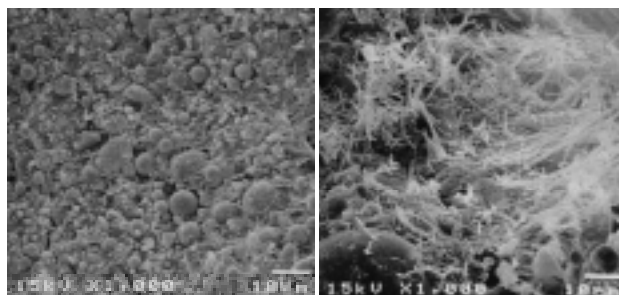


写真-1 モルタル内部気泡面の SEM (配合:50-75)

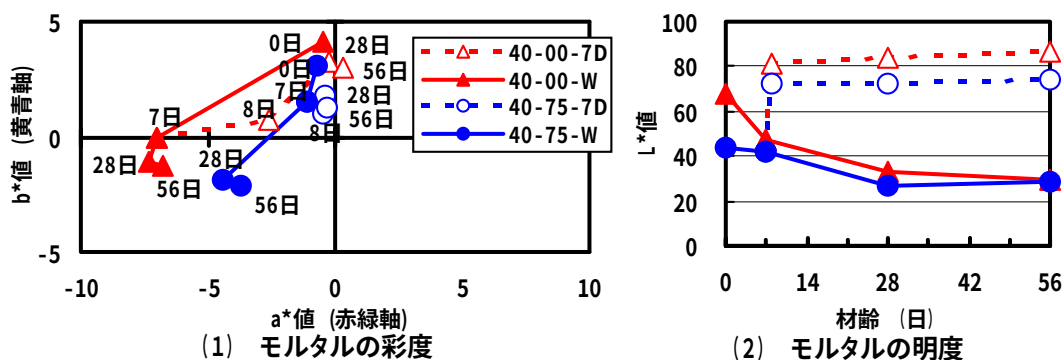


図-4 モルタルの表面色 (彩度と明度)