

球状化した電気炉酸化スラグ細骨材を用いたモルタルの流動性と強度特性

愛知工業大学 正会員 森野 奎二
 中部鋼板株式会社 洲上 榮治
 中部鋼板株式会社 岩部 安喜
 中部鋼板株式会社 服部 裕治

1. はじめに

近年、環境や資源保護に対する配慮から産業副産物の建設材料への活用が盛んである。鉄鋼スラグにおいても高炉スラグについては、はやくからコンクリート用骨材への活用が図られ、既にJIS化されている。もう一方の製鋼スラグについては、遊離石灰や不安定な鉱物が含まれるので、コンクリート用骨材としては不適当とされてきた。しかし、近年電気炉製鋼法の設備や操業方法の改善が進んだ結果、製鋼スラグのうちの電気炉酸化スラグについては、この問題は全体として解消の方向にある。そこで、筆者らは電気炉酸化スラグの熔融状態のものを風砕・急冷処理で球状となったもの（以下、これを粒化スラグという）をコンクリート用細骨材として利用することを試みてきた。

本研究では、粒化スラグを細骨材としてモルタルを作製し、流動性、強度およびモルタルの微細構造などを調べ、利用の可能性についてさらに検討を加えた。

2. 実験概要

モルタル実験の細骨材として、粒化スラグのほかに川砂と珪砂を比較のために用いた（表1）。骨材は各粒径にふるい分けて土木学会標準粒度範囲のほぼ中央の粒度（FM=2.70）として用いた。セメントは普通ポルトランドセメントを、混和剤は高性能A/E減水剤（主成分：アルキルアリルスルホン酸塩高縮合物）を用いた。

粒化スラグのみを用いたモルタルの配合は、表2に示すように粒化スラグとセメントを容積比で $s/c=1\sim7$ とし、セメントペーストの水セメント比（ W/C ）を40%とした。なお、表には減水剤使用量とフロー試験結果を併記した。粒化スラグの比較のために天然砂を用いた実験の配合は、表3に示すように $W/C=25\sim60\%$ とし、骨材とセメントを容積比で $s/c=3$ および4とした。試験方法は、JIS R 5201 セメントの物理試験方法に準拠して行い、フロー試験後、 $4\times4\times16\text{cm}$ 供試体を作製し、曲げと圧縮強度を材齢7、28、91日で求めた。強度試験後の供試体から試料を採取し光学および電子顕微鏡観察を行った。

3. 結果および考察

粒化スラグ細骨材を用いたモルタルの曲げおよび圧縮強度試験結果を図1に示す。図には $W/C=40\%$ 、スラ

表1 細骨材の性質

種 類	産地等	比重	吸水率(%)	構 成 鉱 物
粒化スラグ	副産物	3.65	1.30	ウスタイト マグネタイト
大井川 川砂	静岡県	2.61	1.24	石英、長石 雲母、粘土鉱物
珪 砂	愛知県	2.63	0.83	石英、長石

表2 粒化スラグモルタルの配合と実測フロー値

	s/c(容積比)						
	1	2	3	4	5	6	7
混和剤(%)	0	0.1	0.4	0.6	1.2	1.8	2.4
フロー(mm)	219	205	227	200	166	165	165

混和剤使用量：セメント質量比

表3 骨材の種類別モルタルの配合と実測フロー値

骨材の種類	s/c (容積比)	混和剤(%) フロー(mm)	W/C(質量%)				
			25	30	40	50	60
粒化 スラグ	3	混和剤 フロー	0.9 250	1.4 255	0.4 227	0 255	/
	4	混和剤 フロー	/	/	0.6 200	0.4 201	0 229
大井川 川砂	3	混和剤 フロー	6.0 113	4.0 145	2.6 148	0.2 184	/
	4	混和剤 フロー	/	/	2.5 115	0.8 157	0.1 168
珪 砂	3	混和剤 フロー	4.4 112	2.0 140	0.5 146	0.2 175	/
	4	混和剤 フロー	/	/	1.9 112	0.7 165	0.3 164

混和剤使用量：セメント質量比

グ/セメント容積比 $s/c=1\sim7$ 、材齢7～91日の結果を示しているが、 $s/c=1$ から $s/c=7$ にかけて徐々に強度が低下しており、 W/C が一定の場合ではペースト量が強度に明瞭に影響を及ぼしている状況がよくわかる。材齢91日の $s/c=1$ から7にかけての強度をみると、曲げ強度で約 100kgf/cm^2 から約 60kgf/cm^2 、圧縮強度で約 900kgf/cm^2 から約 300kgf/cm^2 へ変化している。

粒化スラグと天然骨材との比較では、 $s/c=3$ 、 $W/C=25\sim50\%$ の骨材種類別の結果を図2に、 $s/c=4$ 、 $W/C=40\sim60\%$ の同結果を図3に示した。

骨材別の比較では、強度発現の傾向が配合によってばらついており、骨材間で有意な強度差は認められないようである。ただし、珪砂の曲げ強度のみは他の2種に比べて明らかに低い結果を示している。このことについては骨材表面組織の観察結果から、粒化スラグと大井川川砂は粗面であるが、珪砂は平滑であることに第一の原因があると思われる。圧縮強度においては差は認められないが、流動性においてかなりの差が認められた。表2、3に示すように減水剤使用量とフロー値に大きな差が生じている。セメント、水、骨材容積量を同じにして比較した今回の実験では、一定の流動性を得るためには、減水剤量の増減によって調整しなければならないが、最も少ない減水剤使用量で流動性の良かったのは粒化スラグで、次いで川砂、珪砂の順であった。水量によって流動性を調整するならば粒化スラグが最も高い強度を示す可能性が高い。

なお、粒化スラグの顕微鏡観察では、球形でその表面には適度の凹凸がありペーストの付着は良好であった。

4. まとめ

実験に使用した骨材の範囲においては次のことがいえる。

- ①粒化スラグを細骨材として用いたモルタルの強度は上質の川砂モルタルと同等である。
- ②粒化スラグは球形であるため、そのモルタルの流動性は川砂や珪砂モルタルよりもよい。

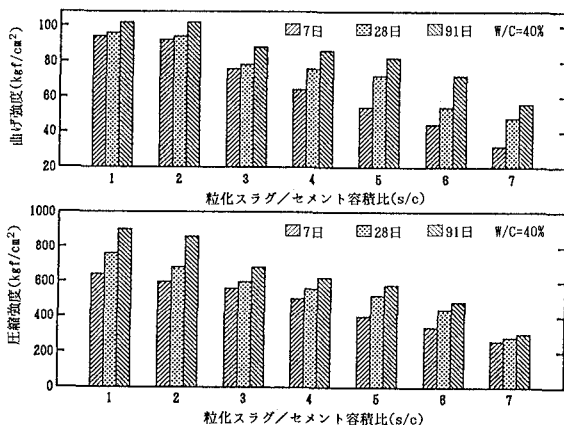


図1 粒化スラグ/セメント混合比と強度との関係

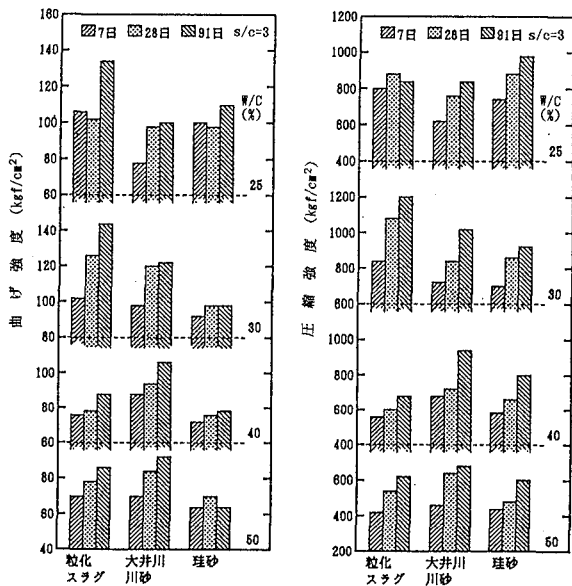


図2 骨材の種類別、配合別のモルタル強度比較

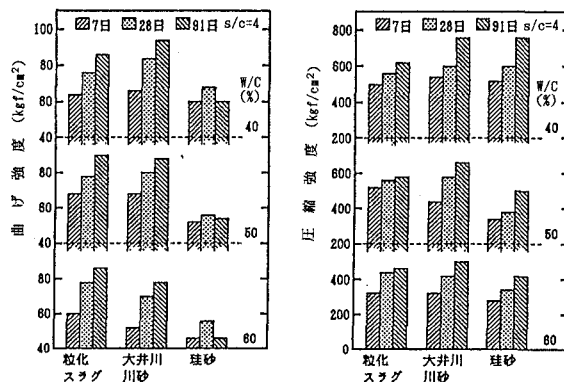


図3 骨材の種類別、配合別のモルタル強度比較