

V-25 製鋼スラグ骨材を刺激材としたスラグ石膏モルタルについて

和歌山高専 正会員 ○三岩敬孝
阿南高専 正会員 天羽和夫
高知高専 正会員 横井克則
和歌山高専 正会員 中本純次

1. はじめに

鉄鋼産業から副産される高炉スラグ微粉末は潜在水硬性を有し、セメントの水和によって生成される水酸化カルシウムのアルカリ刺激によって硬化することからセメントの代替材料として利用されている。また、製鋼工程で生成される製鋼スラグは、副原料である石灰の一部が遊離石灰として残存し、水と接触した場合膨張する性質を有することから、アスファルト用骨材あるいは道路用路盤材として利用されている。本研究は、高炉スラグ微粉末のアルカリ刺激材として製鋼スラグ骨材を使用したモルタルの強度特性および長さ変化について検討した。

2. 実験概要

(1)使用材料：結合材として高炉スラグ微粉末（密度＝2.89g/cm³，比表面積＝4060cm²/g）および比較用として普通ポルトランドセメント（密度＝3.15g/cm³）を使用した。また、アルカリ刺激材とする細骨材に製鋼スラグ骨材（転炉スラグ，表乾密度＝2.98 g/cm³，吸水率＝4.96%，粗粒率＝3.25）および比較用として川砂（表乾密度＝2.62 g/cm³，吸水率＝1.24%，粗粒率＝2.92）を使用した。なお，結合材としてのアルカリ刺激材の有無についても検討するため排煙脱硫石膏および水酸化カルシウムを使用した。

(2)モルタルの配合：実験に使用したモルタルの配合は，水粉体比を 32%の一定とし，アルカリ刺激材の有無および細骨材量を変化させた。本実験で使用したモルタルの配合条件を表-1 に示す。

(3)試験項目および方

表-1 モルタルの配合条件

法：骨材に含まれるアルカリ成分について確認するため pH 試験を行った。また，モルタル供試体の特性として，圧縮強度および長さ変化を測定した。なお，長さ変化試験については JIS A 6202-1997 付属書 1（膨張剤のモルタルによる膨張性試験方法）に準じた拘束端板を有した場合および自由膨張による場合の 2 種類の方法で測定した。

配合の種類	水粉体比(%)	ペースト中の各粉体置換率(%)				モルタル中の細骨材容積率(%)	細骨材の種類
		セメント	高炉スラグ微粉末	石膏	Ca(OH) ₂		
S-0	32	0	100	0	0	0	—
S-10S		0	100	0	0	10	製鋼スラグ
S-20S		0	100	0	0	20	製鋼スラグ
S-30S		0	100	0	0	30	製鋼スラグ
SA-0		0	95	4.8	0.2	0	—
SA-10S		0	95	4.8	0.2	10	製鋼スラグ
SA-20S		0	95	4.8	0.2	20	製鋼スラグ
SA-30S		0	95	4.8	0.2	30	製鋼スラグ
C-0		100	0	0	0	0	—
C-10S		100	0	0	0	10	製鋼スラグ
C-20S		100	0	0	0	20	製鋼スラグ
C-30S		100	0	0	0	30	製鋼スラグ
C-20N		100	0	0	0	20	川砂

3. 結果と考察

図-1 に蒸留水 1000ml 中に対し製鋼スラグ骨材 100g を浸漬した場合における溶液の pH 値の変化を示す。製鋼スラグ骨材は，骨材内部に遊離石灰を含んでいることや，骨材表面にもアルカリ成分が付着しているこ

とから、pH は浸漬直後から急激に上昇し浸漬1日でほぼ飽和していることが分かる。

また、図-2 に材齢と圧縮強度および図-3 に細骨材量と圧縮強度との関係をそれぞれ示す。図-2 よりスラグ石膏セメントを使用したモルタルは、普通ポルトランドセメントを使用したモルタルに比較して圧縮強度は小さい。しかし、アルカリ刺激材を全く使用しないスラグ石膏セメントにおいても強度発現がみられ、アルカリ刺激材を使用したモルタルより若干強度が大きくなっている。しかし、図-3 より、細骨材を全く使用しない場合、アルカリ刺激材を使用することによって高強度を示しており、細骨材の使用量が多くなるほど強度が低下している。スラグ石膏セメントはアルカリ刺激によって硬化しているものの、使用されるアルカリ刺激材は多くても少なくとも強度が低下することが報告されている¹⁾。本実験では、アルカリ刺激材の添加に加え、製鋼スラグ骨材にもアルカリ成分が含まれていることから、アルカリ成分が過多となり強度が低下したものと考えられる。

図-4 にモルタルの膨張量試験による長さ変化を示す。製鋼スラグ骨材を使用したコンクリートは、骨材中の遊離石灰が水と反応し膨張するといわれている²⁾。しかし、本実験で使用したモルタルは全ての配合について、材齢初期では若干膨張しているものの長期材齢では逆に収縮する結果となった。初期材齢での膨張は、水中養生による膨潤および高炉スラグ微粉末中のアルミナの反応による膨張が考えられる。また、長期材齢では、今回のモルタルの水粉体比が32%と非常に小さくしていることから、膨張に必要な水量が少なく、さらに自己収縮が大きいと考えられる。また、普通ポルトランドセメントを使用したモルタルに比較して、スラグ石膏セメントを使用したモルタルは、収縮量が小さくなっている。スラグ石膏セメントを使用したコンクリートは気中に曝されると、水分が逸散することにより表面が多孔質となり、早期に炭酸化する。その結果、コンクリート中のアルカリ度が低下し反応速度が低下したためと考えられる。

4. まとめ

本研究の結果を要約すると以下のようになる。

製鋼スラグ骨材に含まれるアルカリ成分は、アルカリ刺激材としての機能をはたし、スラグ石膏セメントを硬化させる。また、今回使用した製鋼スラグ骨材では、モルタルを膨張させることはなかった。

参考文献

- 1) 小林一輔, 魚本健人: 高炉水砕スラグ・排煙脱硫せこう系セメントを用いたコンクリートの諸問題とその対策, セメント・コンクリート, No.409, 1981.3
- 2) 國府勝郎: 資源の有効利用とコンクリートスラグ骨材を用いたコンクリート一, コンクリート工学, Vol.34, No.3, 1996.3

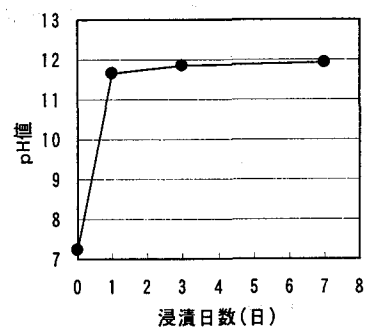


図-1 pH 値の変化

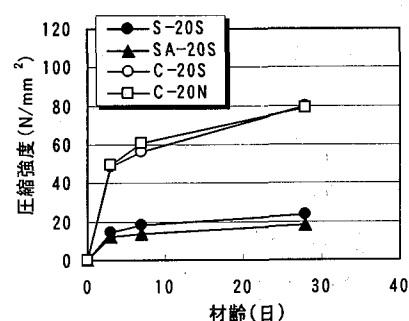


図-2 材齢と圧縮強度との関係

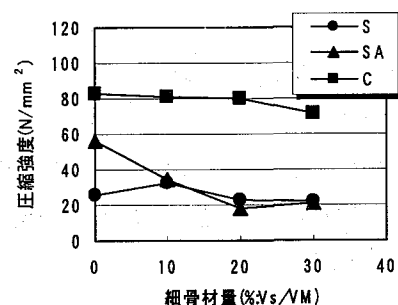
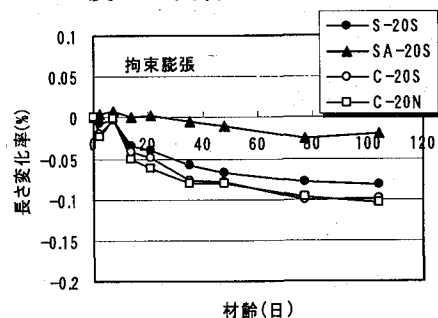
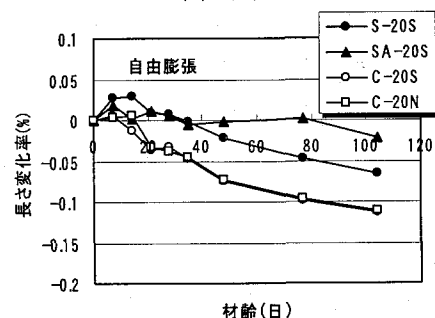


図-3 細骨材使用量と圧縮強度との関係



(a)拘束膨張



(b)自由膨張

図-4 長さ変化