

生コンスラッジを刺激材としたスラグ石膏コンクリートについて

徳島大学工学部 学生会員 ○西山善幸
和歌山工業高等専門学校 正会員 三岩敬孝
阿南工業高等専門学校 正会員 天羽和夫
高知工業高等専門学校 正会員 横井克則

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することから、高炉スラグ微粉末に少量のアルカリ刺激材を添加することによって硬化するスラグ石膏セメントの研究が行われている。本研究では、製鋼工程で生成される製鋼スラグは遊離石灰を含んでいること、また、生コン工場から排出される生コンスラッジがアルカリ材料であることに着目し、骨材として各種鉄鋼スラグを使用し、さらに、スラグ石膏セメントのアルカリ刺激材として生コンスラッジの固形分を添加したコンクリートの強度特性について検討した。

2. 実験概要

2.1 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 4040cm²/g), 排煙脱硫石膏(密度 2.13g/cm³,以下石膏と呼ぶ)およびスラッジ固形分(密度 2.30g/cm³)を使用した。骨材には製鋼スラグ細骨材(密度 2.98g/cm³, 吸水率 4.96%, 粗粒率 3.25), 製鋼スラグ粗骨材(密度 3.01g/cm³, 吸水率 5.17%, 最大寸法 15mm)および高炉徐冷スラグ骨材(密度 2.66g/cm³, 吸水率 2.93%, 最大寸法 15mm)を使用した。また、比較用結合材としてペーストでは普通ポルトランドセメント(密度 3.15 g/cm³), コンクリートでは高炉セメント B 種(密度 3.04 g/cm³), 骨材として川砂(密度 2.62g/cm³, 吸水率 2.25%, 粗粒率 2.36)および碎石(密度 2.63g/cm³, 吸水率 0.56%, 最大寸法 15mm)をそれぞれ使用した。

2.2 配合

表-1 ペーストの配合割合

種類	W/P	スラグ 微粉末 (%)	石 膏 (%)	スラッ ジ固形 分(%)	セメ ント (%)
S100-0-0	0.3	100	0	0	0
S95-0-5		95	0	5	0
S90-0-10		90	0	10	0
S90-5-5		90	5	5	0
C		0	0	0	100

生コンスラッジ固形分が刺激材としてペーストの強度に及ぼす影響について検討するため、水粉体比を 30%の一定とし、全粉体質量に対して 0.5 および 10%のスラッジ固形分を添加した。また、石膏の影響については、スラグ微粉末 90%およびスラッジ固形分 5%の配合に対して、5%の石膏を使用することで検討した。スラグ石膏コンクリートについ

ては、水粉体比を 55%の一定とし結合材の種類、細骨材の種類および粗骨材の種類に応じて、9配合のコンクリートを作製した。本実験で使用したペーストの配合割合を表-1 およびコンクリートの配合を表-2 にそれぞれ示す。

表-2 スラグ石膏コンクリートの配合

種類	水粉体 比(%)	単位量(kg/m ³)								
		水	結合材			細骨材		粗骨材		
			高炉セメント	高炉スラグ 微粉末	スラッ ジ固 形分	川砂	製鋼	碎石	製鋼	徐冷ス ラグ
SNN	55	170	0	309	0	821	0	893	0	0
SNS			0	309	0	821	0	0	1022	0
SSS			0	309	0	0	934	0	1022	0
SNJ			0	309	0	821	0	0	0	903
CNN			309	0	0	828	0	900	0	0
CSS			309	0	0	0	942	0	1030	0
SNN-s			0	278	31	821	0	893	0	0
SSS-s			0	278	31	0	934	0	1022	0
SNJ-s			0	278	31	821	0	0	0	903

3. 結果および考察

図-1 に本実験で使用した製鋼スラグ粗骨材を水道水に浸漬した時の pH の結果および図-2 に溶出試験結果をそれぞれ示す。

製鋼スラグ粗骨材の pH 値は、骨材の浸漬直後から急激に上昇し、24 時間後約 11 でほぼ一定となっている。また、溶出試験結果からは、碎石に比較して多量の Ca が測定されている。これらの結果から、製鋼スラグ骨材はかなりのアルカリ成分を含有しているといえる。

スラグ石膏セメントにアルカリ刺激材としてスラッジ固形分を添加したペーストの圧縮強度試験結果を図-3 に示す。

スラグ石膏セメントを使用したペーストは、普通ポルトランドセメントを使用したペーストに比較して低い強度を示している。これはスラグ石膏セメントの反応速度が普通ポルトランドセメントに比較して遅いことや、反応に必要なアルカリ成分の不足等が原因と考えられる。また、アルカリ刺激材としてスラッジを使用した場合、初期材齢において良好な強度発現をしている。特に、石膏を使用した配合の強度発現は良好で、アルカリ刺激材として石膏とスラッジ固形分の併用が適しているといえる。

なお、アルカリ刺激材を全く使用していない高炉スラグ微粉末だけのペーストのみ、材齢3日では硬化していなかった。

次に図-4 にスラグ石膏コンクリートの強度試験結果を示す。

高炉セメントを使用したコンクリートに比較すると強度は小さいものの、製鋼スラグ骨材自身が刺激材としてスラグ石膏セメントの硬化に寄与しているといえる。また、ペーストの強度結果と同様に、スラッジ固形分を添加することによって、製鋼スラグ骨材のみの場合に比べて強度が大きくなっている。特に、徐冷スラグ骨材だけでは硬化しなかったものの、スラッジ固形分を添加することによって強度発現が確認できた。

4. まとめ

本実験で得られた結果をまとめると以下のようになる。

- (1) 製鋼スラグ骨材およびスラッジ固形分はアルカリ刺激材として、スラグ石膏セメントの水和反応に寄与する。
- (2) スラグ石膏セメントを使用したペーストおよびコンクリートともに、普通ポルトランドセメントおよび高炉セメントを使用したものに比べて強度は小さいものの、石膏およびスラッジ固形分を併用することは強度改善に有効である。

謝辞 本研究を遂行するにあたり試料を提供して頂きました住友金属工業（株）に感謝致します。

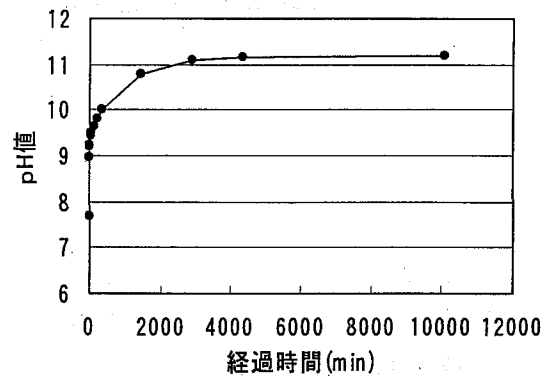


図-1 pH の測定結果

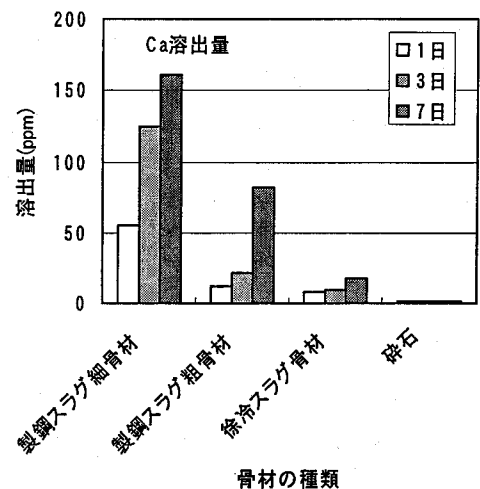


図-2 溶出試験結果 (Ca)

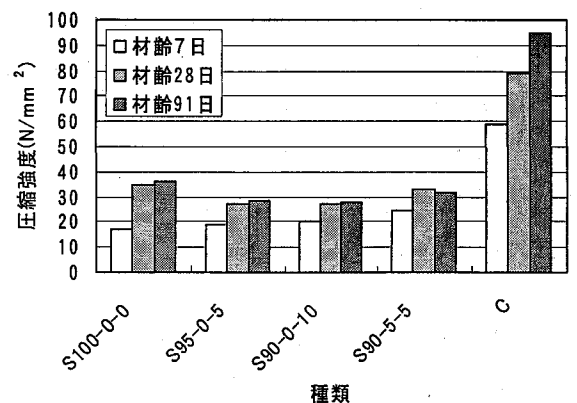


図-3 ペーストの強度試験結果

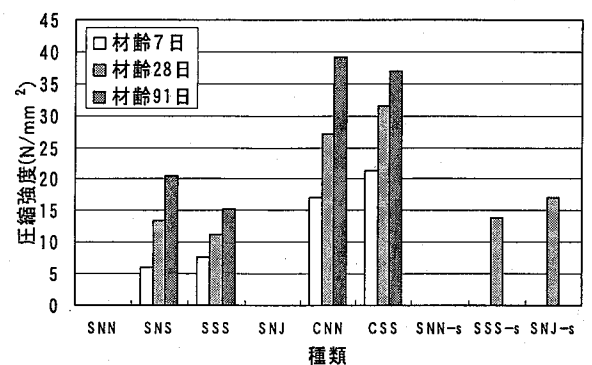


図-4 コンクリートの強度試験結果