

VI-34 フェロニッケルスラグのセメント代替としての利用

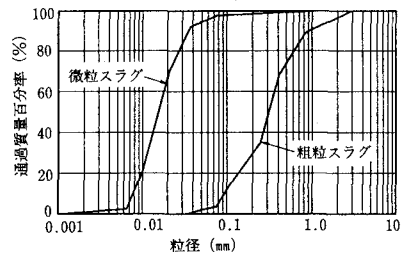
大同工業大学 正 ○ 桑 山 忠
 日本冶金工業(株) 松 森 豊 巳
 カヤ興産(株) 宮 本 光 雄

1. まえがき

ステンレス鋼に使うニッケルはニッケル鉱石を溶解して取り出されたフェロニッケルとして供給されているが、鉱石に含まれているニッケル分は 2.5% 前後であり、鉱石の90%以上がフェロニッケルスラグとして副成されている。ロータリーキルン方式ではクリンカーを生成し、破碎処理工程を経てフェロニッケル・ルッペとフェロニッケルスラグに選別される。さらに、このスラグは粗粒分と微粒分に分級され、粗粒分は JIS のコンクリート用細骨材として認められており有効利用がなされている。しかし、微粒分は有効利用されないまま埋立処分されている。廃棄物の再資源化の観点から、諸性質を調べ、水硬性材料として土質改良材などに利用できることを報告⁽¹⁾してきたが、ここでは、セメントの代替としての可能性を調べた結果を報告した。

2. 実験材料

図-1 はロータリーキルン方式で副成されるフェロニッケルスラグの粒径加積曲線を示している。また、フェロニッケルスラグの化学成分を表-1 に示した。このスラグは消石灰を添加することによって水硬性が発揮される⁽¹⁾ので、5%刻みで15%まで消石灰を添加したスラグをセメント代替の実験に使用した。一方、骨材には三重県北勢地区産のものを用いた。



3. 実験方法

フェロニッケルスラグのセメント代替としての利用の可能性は

図-1 フェロニッケルスラグの粒径加積曲線

JIS A 1108 のコンクリートの圧縮試験

表-1 フェロニッケルスラグの化学組成(重量%)

方法で求められる圧縮強度を目安とした。直径10cmの供試体を所定の養生を行ってから圧縮試験を実施した。

	SiO ₂	FeO	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	NiO
粗粒スラグ	53.69	6.41	2.49	5.20	28.45	0.23
微粒スラグ	54.01	6.47	2.95	5.69	27.01	0.28

セメントの置換量を0、5、10、15%に変化させ、さらに、スラグへの消石灰添加量も0、5、10、15%のそれぞれ4種類に変化させてセメント置換量と消石灰添加量の相違による

表-2 コンクリートの配合

粗骨材の最大寸法 (mm)	スラグの範囲 (cm)	水セメント比 (%)	単 位 量 (kgf/m ³)						
			水 W	セメント C	細骨材 S	粗 骨 材 (mm)			
						5	10	15	20以上
25	10	50	153	306	676	154	355	284	391

る圧縮強度の変化を調べた。一方、経時変化による強度変化は91日養生までを調べた。

コンクリートの配合は圧縮強度=240 kgf/cm²、スランプ=10、骨材最大寸法=25 mmとして試験練りを行って修正を加えて表-2のようにした。

4. 結果と考察

図-2~5に養生日数とセメント置換量の変化による圧縮強度の変化を示した。消石灰無添加の場合には養生日数 364日までの結果を求めたが、微粒スラグの置換量が多くなると圧縮強度の低下は大きくなるが、91日養生までは置換量の変化と強度の変化には明確な相関はみられない。91日養生以降はセメントだけの場合には、まだ強度は増加するが、スラグで置換すると強度の増加がなくなっている。しかし、配合

設計強度はすべて満たしている。

フェロニッケルスラグに消石灰を添加すると水硬性を發揮するようになるが、セメント置換に用いるとコンクリートの圧縮強度の低下は無添加の場合に比べると大きくなっている。フェロニッケルスラグのみの場合には消石灰がアルカリ刺激剤の役割を果たして水硬性を發揮させていたが⁽¹⁾、セメントと混合した場合にはセメント自体がアルカリ刺激を与えるため、消石灰の役割は必要なくなり消石灰を添加した量だけセメント量を少なくしたものと同等になったと考えられる。すなわち、スラグに消石灰を添加したときには重量比で15%以上添加すると水硬性は低下し、消石灰が水和反応に寄与せずにそのままの状態に残る⁽¹⁾現象と同じであると思われる。

フェロニッケルスラグのセメント代替としての実験結果をまとめると以下のようである。

1. 消石灰無添加の微粒スラグでセメント分を置換すると91日養生までは強度増加が見込めるが、それ以降の強度増加は期待できない。
2. 消石灰無添加の微粒スラグの置換による強度低下は大きくなく、その低下量は無置換の場合の10%以内である。
3. 消石灰を添加した場合、添加量が多くなるとともに初期の圧縮強度は無置換の場合とほとんど変わらず、養生日数の増加とともに安定した強度増加を示すが、セメント置換量とともに強度の低下は大きくなり、その低下量は10%以上になってくる。

フェロニッケルスラグの微粒分のセメント代替としての可能性はこの基礎実験では大きいと考えられる。すなわち、消石灰無添加の場合、28日養生以降の強度増加はあまり大きくないが、置換量15%までの無置換の強度の最大13%の強度低下で済んでいる。

5. あとがき

セメント代替としての微粒スラグの利用は可能であると判断されるが、コンクリートの中性化による劣化、アルカリ骨材反応など明らかにすべきことが多くある。しかし、大きい強度を必要としない消波ブロックやU字側溝などのコンクリート二次製品、捨コンクリートなどには利用しても問題はないものと思われる。

<参考文献>

- (1) 桑山、松森、宮本：フェロニッケルスラグの水硬材料としての特性、骨材資源、Vol. 24、No. 95、pp. 154-158、1992. 12

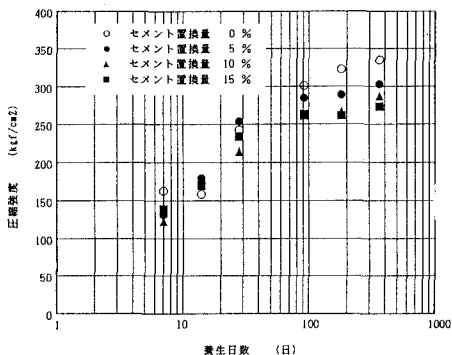


図-2 養生日数と圧縮強度の関係(消石灰添加 0%)

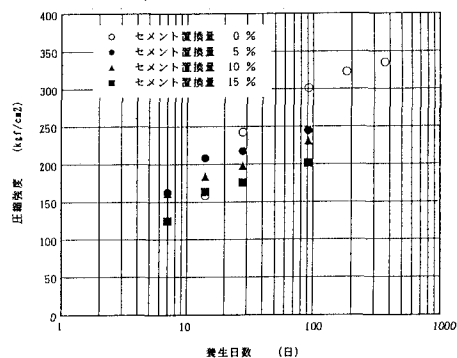


図-3 養生日数と圧縮強度の関係(消石灰添加 5%)

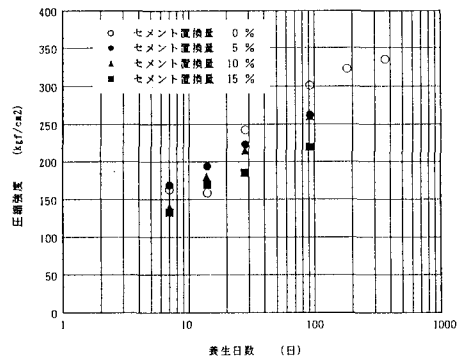


図-4 養生日数と圧縮強度の関係(消石灰添加 10%)

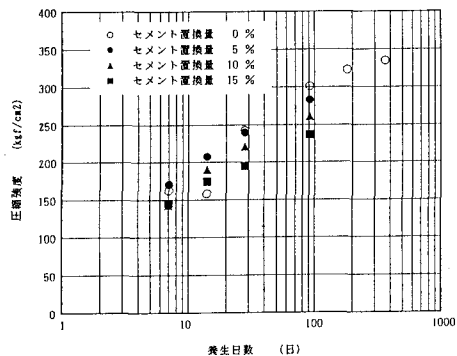


図-5 養生日数と圧縮強度の関係(消石灰添加 15%)