

第V部門

銅スラグ骨材およびスラッジ水を使用したコンクリートに関する基礎研究

和歌山高専 環境都市工学科 正会員 三岩 敬孝
 高知高専環境都市デザイン工学科 正会員 横井 克則
 和歌山高専 環境都市工学科 正会員 中本 純次
 舞鶴高専 建設システム工学科 西村 良平

1. はじめに

銅を精錬する際に副産される銅スラグ細骨材をコンクリート用細骨材として使用した場合、凝結の遅れやブリーディング水の増加など、フレッシュコンクリートに悪影響を及ぼすことが報告されている。本研究は、使用する銅スラグ骨材の洗浄あるいは、品質の異なるスラッジ水の添加によるフレッシュコンクリートの品質改善効果について検討した。

2. 実験概要

セメントは普通ポルトランドセメント(密度 3.15g/cm³)を使用した。細骨材は銅スラグ細骨材(表乾密度 3.57g/cm³, 吸水率 0.34%)および川砂(表乾密度 2.64g/cm³, 吸水率 2.2%), 粗骨材は砕石(表乾密度 2.88g/cm³, 最大寸法 20mm)を使用した。また、スラッジ水は、工場から副産されるスラッジの場合、採取日によって品質が異なることから、予め実験室内でポルトランドセメント、高炉セメント(C種)およびフライアッシュセメント(C種)を攪拌したものを使用した。銅スラグ骨材の洗浄方法は、水に24時間浸漬し、水を入れ替え、さらに24時間浸漬し表乾状態にしたものを使用した。

本実験で使用した強度試験用コンクリートの配合は、水セメント比を45, 50および55%とし、銅スラグ骨材はそれぞれ細骨材容積に対して0, 50および100%置換した。ブリーディング試験および凝結試験用コンクリートの配合は、水セメント比を50%の一定とし、細骨材容積に対して50%の銅スラグ骨材を置換した。なお、目標スランプ 12±2.5cmとなるようにAE減水剤で調整した。また、さらに、スラッジ水は、固形分がセメント質量の3%となるように添加した。本実験で使用したブリーディングおよび凝結試験用コンクリートの配合を表-1に示す。

表 1 ブリーディングおよび凝結試験用コンクリートの配合

種類	W/C (%)	s/a(%)	銅スラグ [*] 置換率 (vol%)	単位量 (kg/m ³)					スラッジ [*] 固形分 (kg)	骨材洗浄の有無	スラッジ [*] 水の種類	
				水	セメント	細骨材		粗骨材				AE減水剤
						川砂	銅スラグ [*]					
N-0	50	43	0	178	356	740	0	1092	2.492	0	-	-
S-0		46	50			401	542	1024		0	無	-
WS-0		46	50			401	542	1024		0	有	-
N-SP		45	0			740	0	1092		10.7	-	普通ポルト
N-SF		45	0			740	0	1092		10.7	-	フライアッシュ
N-SS		45	0			740	0	1092		10.7	-	高炉
S-SP		46	50			401	542	1024		10.7	無	普通ポルト
S-SF		46	50			401	542	1024		10.7	無	フライアッシュ
S-SS		46	50			401	542	1024		10.7	無	高炉
WS-SP		45	50			401	542	1024		10.7	有	普通ポルト

3. 結果および考察

図-1 にブリーディング試験結果を示す。一般にコンクリート用細骨材として、銅スラグ骨材を使用すると、ブリーディングが増加すると報告されている。本実験においても銅スラグ骨材のみを使用したコンクリート(S-0,WS-0)のブリーディング量が多いことが分かる。一方、銅スラグ骨材とスラッジ水を同時に使用した場合(S-SP,WS-SP)、銅スラグ骨材のみに比べてブリーディング量の低下が認められる。これはスラッジ水を添加したことによりコンクリート全体として増加した微粒分が自由水を拘束したためと考えられる。また、銅スラグ骨材の洗浄(WS-0,WS-SP)により、銅スラグ骨材に含まれる微粒分が失われブリーディング量が増加することが考えられたが、洗浄の有無によるブリーディング量の増減は確認されなかった。

図-2 に凝結試験結果を示す。銅スラグ骨材を使用した場合(S-0,WS-0)、凝結時間が遅延することが報告されている。本実験で使用した骨材においても普通コンクリート(N-0)に比較して凝結時間が長くなった。しかし、スラッジ水を添加(N-SP,S-SP,WS-SP)することにより凝結時間を短縮することができた。しかし、銅スラグ骨材の洗浄の有無が凝結時間に及ぼす影響は確認されなかった。

図-3 に圧縮強度試験結果を示す。圧縮強度は銅スラグ骨材を細骨材容積に対して100vol%置換した場合、若干低下している。これは、銅スラグ骨材を使用したことにより凝結時間の遅れが原因であると思われる。

図-4 に銅スラグ骨材を使用したコンクリートの圧縮強度に対するヤング係数を示す。銅スラグ骨材の置換率が大きくなるほど、同じ圧縮強度においてヤング係数が大きくなる傾向がみられる。特に、細骨材容積に対して、100vol%置換した場合、土木学会で示されているヤング係数を大きく上回っている。これは、密度の大きい銅スラグ骨材を使用することによりコンクリートの単位容積質量が大きくなったためと考えられる。

4. まとめ

本実験では、銅スラグ骨材の洗浄による凝結時間の短縮およびブリーディング量の減少といった効果は確認されなかった。しかし、スラッジ水の使用は、品質に関係なく、ブリーディング量の減少および凝結時間を短縮することができた。また、銅スラグ骨材の置換率が大きくなるほど、コンクリートの単位容積質量が大きくなることからヤング係数は大きくなる傾向がある。

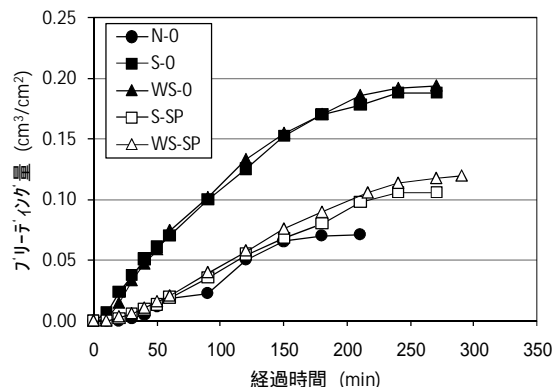


図-1 ブリーディング試験結果

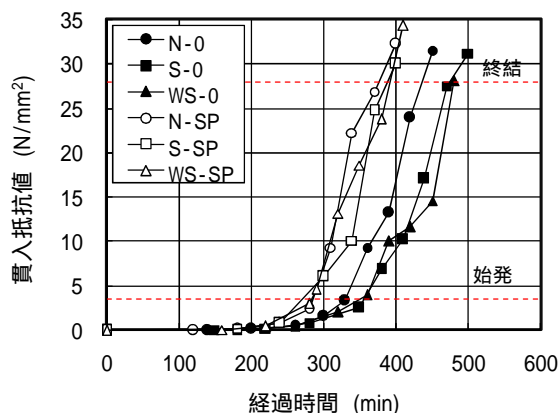


図-2 凝結試験結果

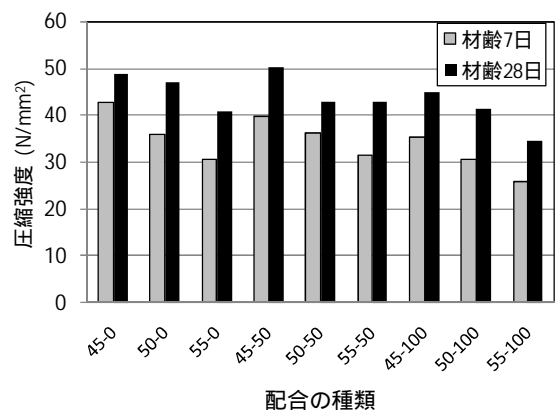


図-3 圧縮強度試験結果

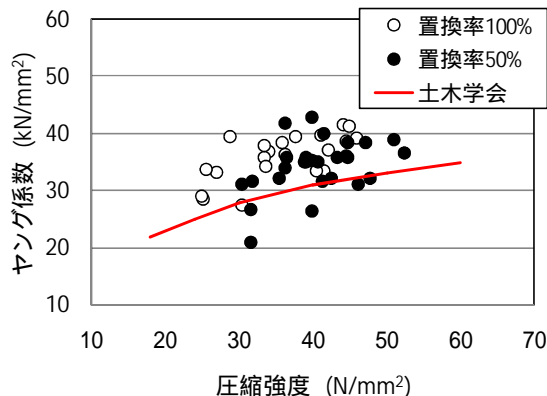


図-4 ヤング係数