

スラグ系細骨材のコンクリートへの有効利用に関する実験

香川高等専門学校 学生会員 足立 優斗 香川高等専門学校 正会員 水越 睦視
愛媛大学 正会員 河合 慶有 香川高等専門学校 正会員 鈴木麻里子

1. はじめに

近年、自然環境保全の観点からコンクリート用細骨材に使用されていた海砂の採取が禁止され、代替骨材として砕砂の使用が増加している。今回の実験では、産業副産物であるスラグのコンクリート用細骨材への有効利用を考え、砕砂の容積の30%をスラグ系細骨材で置換したコンクリートの基礎的特性を実験的に明らかにし、シリコマンガンスラグ (MnS) および銅スラグ (CuS) の適用性を検討した。

2. 実験概要

2.1 使用材料

使用材料を表-1に示す。ここで、ベースとなる細骨材については香川産 (K) と愛媛産 (E) の2種類の砕砂を用いた。

表-1 使用材料

使用材料		物性等	
セメント (C)		普通ポルトランドセメント 密度3.15g/cm ³	
砕砂 (S)		香川産 (K)	表乾密度 2.60g/cm ³ FM=2.63 吸水率 1.74%
		愛媛産 (E)	表乾密度 2.61g/cm ³ FM=2.92 吸水率 1.06%
シリコマンガンスラグ (MnS)		表乾密度 2.91g/cm ³ FM=2.71 吸水率 1.02%	
銅スラグ (CuS)		表乾密度 3.55g/cm ³ FM=2.29 吸水率 0.04%	
粗骨材 (G)		香川産 (K)	表乾密度 2.61g/cm ³ FM=6.64 吸水率 1.97% 最大寸法 20mm
		愛媛産 (E)	表乾密度 2.63g/cm ³ FM=6.64 吸水率 0.68% 最大寸法 20mm
混和剤	AE減水剤	ポリカルボン酸系AE減水剤	
	AE剤	変性アルキルカルボン酸化合物系AE剤	

2.2 コンクリートの配合

コンクリートの示方配合を表-2に示す。目標スランプは10±2cm、空気量は4.5±1.5%とした。なお、空気量はAE剤をセメント使用量の0.003%を1Aとして調整した。

表-2 コンクリートの示方配合

配合名	W/C (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)					C x (%)	
			W	C	S (砕砂)	MnS	CuS	G	AE減水剤
K	55	48	175	318	847	—	—	922	0.9
K+MnS					593	285	—	922	0.9
K+CuS					593	—	347	922	0.7
E					851	—	—	929	1.1
E+MnS					595	285	—	929	1.1
E+CuS					595	—	347	929	1.1

2.3 試験項目

フレッシュ性状試験として、スランプ、空気量、ブリーディング、凝結時間を、硬化性状試験として圧縮強度、静弾性係数の各種試験を実施した。

3. 結果および考察

3.1 スランプおよび空気量

表-3に練り上がり10分後のフレッシュ試験結果を示す。図-1に各配合のスランプおよび空気量の関係を示す。

表-3 スランプおよび空気量

配合名	スランプ (cm)	空気量 (%)	単位容積質量 (kg/m ³)	練上り温度 (°C)
K	10.0	4.4	2258	19.2
K+MnS	9.0	4.8	2288	20.1
K+CuS	11.0	5.6	2318	19.6
E	10.0	5.4	2247	19.5
E+MnS	9.5	5.8	2263	21.1
E+CuS	12	4.6	2408	21.2

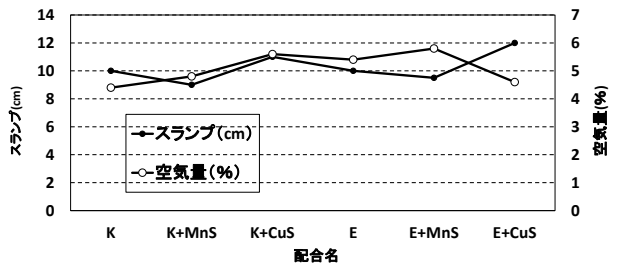


図-1 各配合とスランプおよび空気量の関係

3.2 ブリーディングおよび凝結時間

ブリーディング率とブリーディング量の経時変化をそれぞれ図-2と図-3に示す。ベースとなる骨材に関係なく、砕砂置換率30%でもCuSはブリーディング量が大きいことがわかる。フライアッシュ等の混和材料を用いて低減することが望ましいと考える。MnSについては特に問題はないと判断できる。

次に、凝結試験結果を図-4に示す。図中の点線は、貫入抵抗値が3.5N/mm²に達した時間が始発、28N/mm²に達した時間が終結であることを示している。CuSは凝結遅延が問題となることが多いが、香川ベースにおいては認められない。愛媛ベースでは、凝結始発時間および凝結終結時間が香川ベースと比較して1~2時間遅いことがわかる。これは、AE減水剤の添加率の違いで、愛媛ベースでは添加率が高いためであると考えられる。愛媛ベースでは、AE減水剤種類の変更などの検討が必要である。

3.3 圧縮強度および静弾性係数

圧縮強度と静弾性係数試験結果をそれぞれ図-5と図-6に示す。圧縮強度は、材齢7日、28日ともに空気量の影響を考慮すると、ベースとなる骨材種類に関係なく、すべての配合においてほぼ同等であった。静弾性係数は、愛媛ベースより香川ベースの方が大きいことがわかる。これは、愛媛骨材は砂岩、香川骨材は安山岩であることによるものである。圧縮強度・静弾性係数に対しては MnS・CuS の30%置換では、置換の影響はほとんどみられなかった。

4. まとめ

本実験では、2種類のスラグ系骨材 MnS および CuS の有効利用を目的に、普通細骨材（砕砂）の容積の30%を MnS あるいは CuS としたコンクリートの諸特性について、スラグ系骨材を使用しない100%砕砂を用いた普通コンクリートとの比較で検討を行った。なお、普通細骨材は、四国県内での実用化を見据え、香川県内および愛媛県内のレディーミクストコンクリートに使用されている砕砂を使用した。その結果、CuS を用いた場合、ベースとなる砕砂の種類に関係なく、ブリーディング量が多くなった。また、凝結時間の遅延が愛媛産骨材を使用した場合に生じ、CuS 配合で顕著となった。これら2点については留意する必要があることがわかった。その他の特性については普通コンクリートとほぼ同等であると判断できた。今後、長さ変化、中性化等の耐久性について検討する予定である。

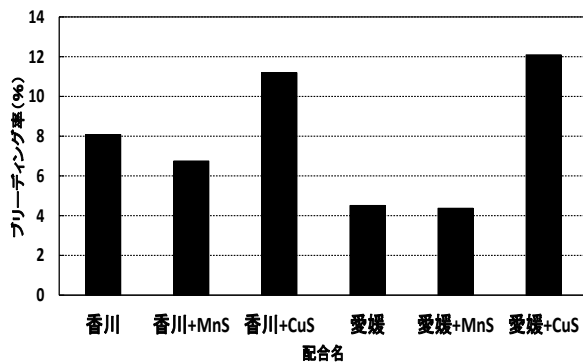


図-2 ブリーディング率

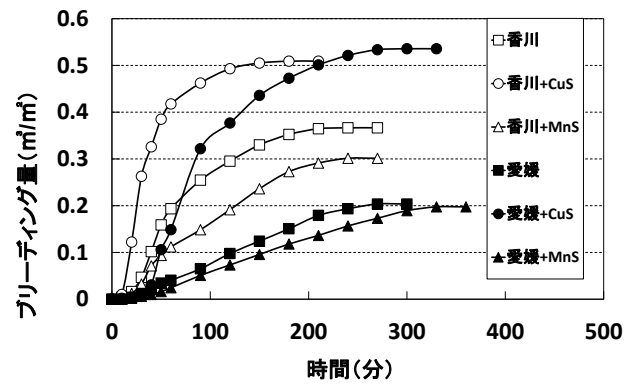


図-3 ブリーディング量の経時変化

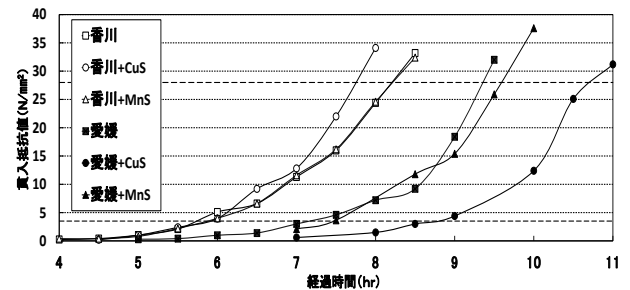


図-4 凝結試験結果

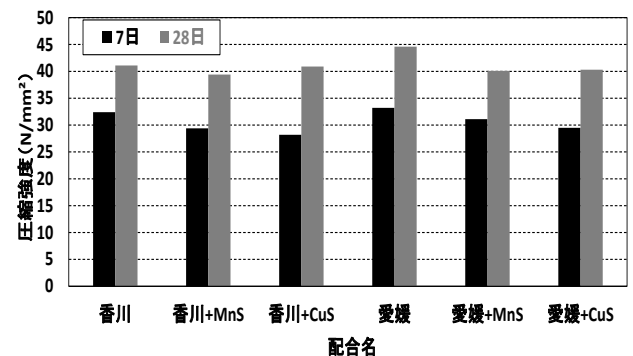


図-5 圧縮強度

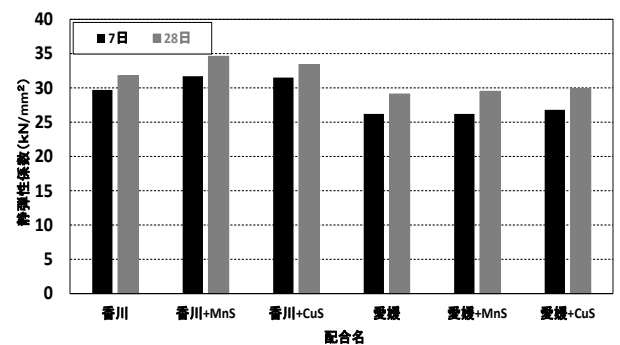


図-6 静弾性係数