

銅スラグ細骨材を使用した土木配合のコンクリートのフレッシュ性状に関する検討

関西大学 学生会員 ○于 俊楠 新関西菱光株式会社 非会員 高橋 修
関西大学 正会員 鶴田 浩章 三菱マテリアル株式会社 非会員 吉田 賢太

1. 目的

近年、コンクリート用の良質な骨材が枯渇傾向にあり、特に北九州や山口県の実砂の採取規制によって、関西地区では実砂と混合する細骨材の入手が困難となっている。一方、瀬戸内海の実砂製錬所から発生する銅スラグ細骨材は関西地区で納入可能な状況となっている。土木学会の「銅スラグ細骨材を用いたコンクリートの設計施工指針 2016」では、銅スラグ細骨材を実砂と混合して用いるコンクリートの一般標準が示されている¹⁾。そこで、本研究では、日本コンクリート工学会近畿支部の「銅スラグ細骨材の土木用コンクリートへの適用に関する研究専門委員会」における検討の途中経過として、細骨材に銅スラグ細骨材と関西地区で一般的に使用されている実砂を組み合わせ、土木配合のコンクリートのフレッシュ性状を調査した結果について報告する。

2. 実験概要

使用した銅スラグ細骨材(以下、CUS)を表-1に示す。CUSは製造元が異なる3種類とし、CUS1を主に使用した。CUSに組合わせる細骨材を表-2に示す。基準の実砂を石灰実砂(以下、石灰実砂)とし、残りの5種類の実砂および佐賀県唐津産の実砂を組合わせたコンクリートを基準とした。CUSは石灰実砂と置換えて使用した。細骨材の組合わせを表-3に示す。基準の石灰実砂および比較のCUSは全細骨材の容積の30%で使用した。セメントは普通ポルトランドセメントを使用した。コンクリートの配合条件および試験項目を表-4に示す。コンクリートは試験室のテストミキサで練り混ぜ、スランプと空気量は練混ぜ直後から60分後まで静置した状態で経時変化を測定した。

3. 実験結果

3. 1 スランプ性状

スランプおよび空気量の経時変化を図-1、図-2に示す。石灰と西宮の組合わせはスランプロスが若干大きくなったが、スランプおよび空気量の経時変化は基準配合とCUS置換え配合で大差ない結果となった。練上がり直後から60分後の経時変化において、目視観察によるコンクリートの状態も基準配合とCUS置換え配合で差が見られなかった。また、練上がり直後の単位水量の測定結果を図-2、図-3の凡例中に示す。測定結果から、基準配合よりCUS置換え配合の方が7~10 kg/m³程度小さくなった。原因は不明であるが、CUSを使用する場合は注意が必要であると思われる。

表-1 銅スラグ細骨材の品質

産地	略号	表乾密度 (g/cm ³)	吸水率 (%)	粗粒率	微粒分量 (%)
香川県直島	CUS1	3.51	0.24	2.48	4.7
愛媛県新居浜	CUS2	3.48	0.51	2.62	3.7
大分県佐賀関	CUS3	3.64	0.39	2.39	7.5

表-2 使用した細骨材

種類	岩種	産地	略号	表乾密度
実砂	石灰岩	福岡県北九州市	石灰	2.68
	安山岩	兵庫県赤穂	赤穂	2.60
	石英斑岩	兵庫県西宮	西宮	2.59
	流紋岩	兵庫県相生	相生	2.58
	安山岩	兵庫県西島	西島	2.58
	硬質砂岩	大阪府高槻	高槻	2.65
海砂	—	佐賀県唐津	海砂	2.57
CUS2.5	銅スラグ 細骨材	香川県直島	CUS1	3.51
		愛媛県新居浜	CUS2	3.48
		大分県佐賀関	CUS3	3.64

表-3 使用した細骨材の組合わせ

配合種類	W/C(%)	基準砕砂	組合わせた細骨材
基準	55	石灰	赤穂、西宮、相生、西島、高槻、海砂
置換え		CUS1	赤穂、西宮、相生、西島、高槻、海砂
		CUS2	赤穂
		CUS3	赤穂

キーワード 銅スラグ細骨材, 実砂, 海砂, フレッシュ性状, 経時変化, ブリーディング

連絡先 〒564-8680 大阪府吹田市山手町 3-3-35 関西大学 環境都市工学部 TEL 06-6368-0899

3. 2 ブリーディング性状

ブリーディング量の経時変化を図-3に示す。ブリーディング量は、基準配合で概ね $0.2 \text{ cm}^3/\text{cm}^2$ 以下となった。CUS 置換え配合では海砂を除くと概ね $0.3 \text{ cm}^3/\text{cm}^2$ 以下となった。また、CUS の種類で差は見られなかった。CUS 使用量が多くなるとブリーディングが増加すると報告もあるが^{1), 2)}、細骨材容積の30%程度では問題無い結果となった。ただし、CUS を使用する場合は、組み合わせる細骨材に注意する必要があると思われる。

表-4 コンクリートの配合条件および試験項目

配合種類	W/C (%)	s/a (%)	W (kg/m^3)	練混ぜ直後の目標値		試験項目
				スランブ(cm)	空気量(%)	
基準	55	46程度	175	12 ± 2.5	4.5 ± 1.5	スランブ 空気量 コンクリート温度 塩化物含有量 単位容積質量 単位水量 ブリーディング
置換え						

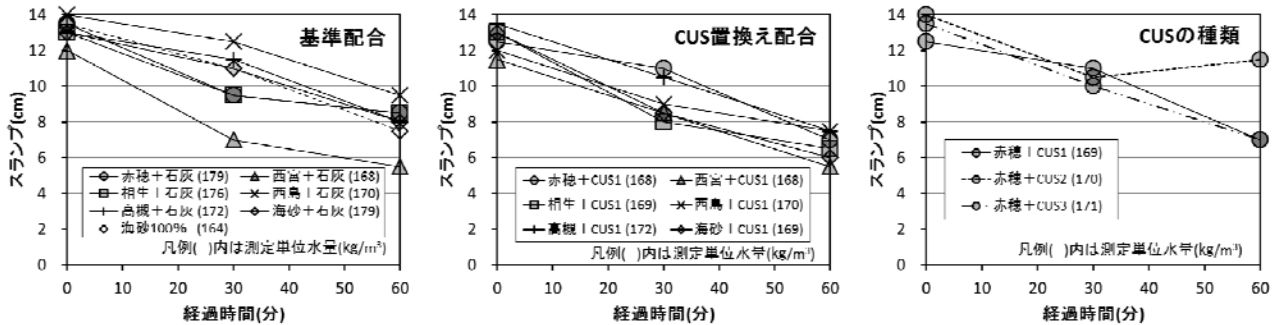


図-1 スランブの経時変化

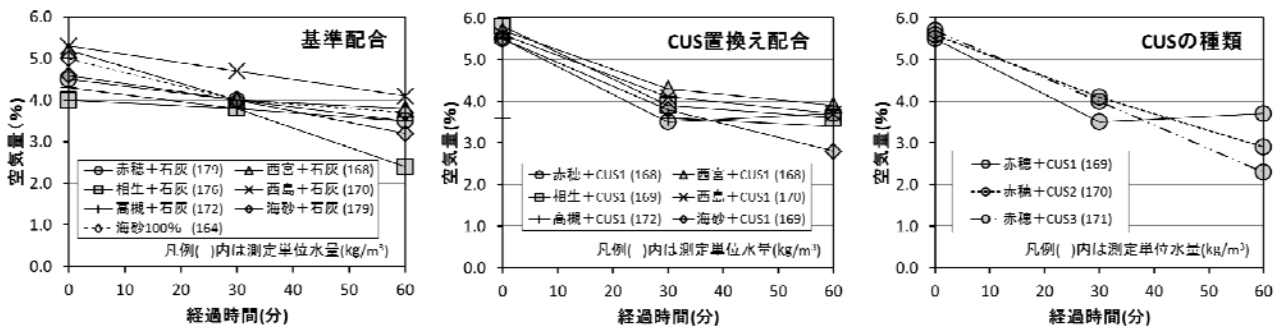


図-2 空気量の経時変化

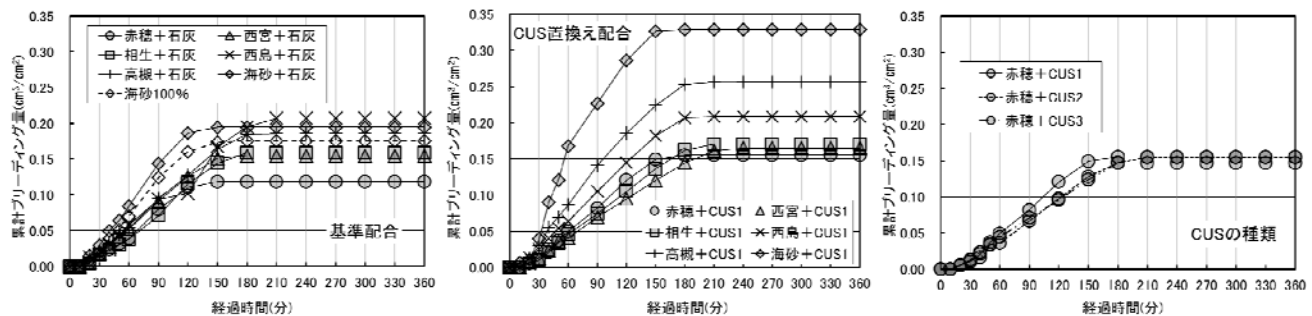


図-3 ブリーディング量の経時変化

4. まとめ

今回の試験から、銅スラグ細骨材に大阪府および兵庫県南部で一般的に使用されている細骨材を組み合わせたコンクリートは、スランブおよび空気量の経時変化に大差は見られなかった。また、海砂との組み合わせではブリーディングに注意する必要があることが分かった。

参考文献

- 1) 土木学会：銅スラグ細骨材を用いたコンクリートの設計施工指針，コンクリートライブラリー147，2016
- 2) 森ら：銅スラグ細骨材を大量に混入したコンクリートの鉄筋コンクリートへの適用性に関する検討，コンクリート工学年次論文集，Vol. 31，No.1，pp. 1843-1848，2009