

銅スラグ細骨材を使用した土木配合のコンクリートの硬化性状に関する検討

関西大学 正会員 ○鶴田 浩章 株式会社関西宇部 非会員 若槻 洋司
 宇部三菱セメント株式会社 非会員 小山宣幸 三菱マテリアル株式会社 非会員 吉田 賢太

1. 目的

本報告では、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」における検討結果の途中経過として、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引き続き、硬化性状について報告する。

2. 実験概要

使用した細骨材を表-1、細骨材の組合わせを表-2、コンクリートの配合条件および試験項目を表-3に示す。

表-1 使用した細骨材

種類	岩種	産地	略号	表乾密度
砕砂	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-2 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

表-3 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 スランプ(cm) 空気量(%)	試験項目
基準	55	46程度	175	12±2.5 4.5±1.5	圧縮強度 静弾性係数 長さ変化
置換え					

細骨材は銅スラグ細骨材（以下、CUS）は製造元が異なる3種類、砕砂は5種類、海砂も使用し、基準配合は石灰石砕砂（以下、石灰）を使用した。基準の石灰および比較のCUSは全細骨材の容積の30%で使用し、セメントは普通ポルトランドセメントを使用した。試験は圧縮強度、静弾性係数、長さ変化の測定を行った。

3. 実験結果

3. 1 圧縮強度

コンクリートの圧縮強度の測定結果を図-1に示す。基準配合およびCUS置換え配合の結果から、細骨材の種類によって10N/mm²程度の違いが見られる場合があった。基準配合とCUS置換え配合の比較を図-2に示す。砕砂ごとでは基準配合とCUS置換え配合の差は小さかった。CUSの種類ではCUS3が5N/mm²程度高くなった。

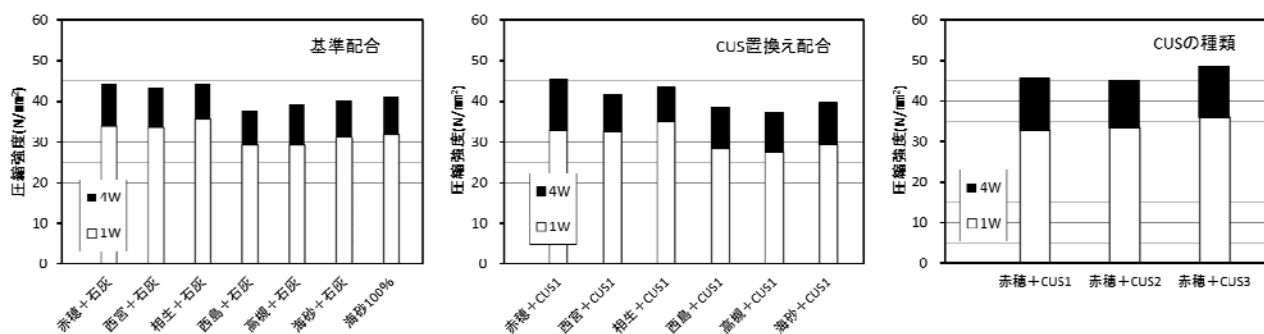


図-1 圧縮強度の結果

キーワード 銅スラグ細骨材, 砕砂, 海砂, 圧縮強度, 静弾性係数, 長さ変化

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

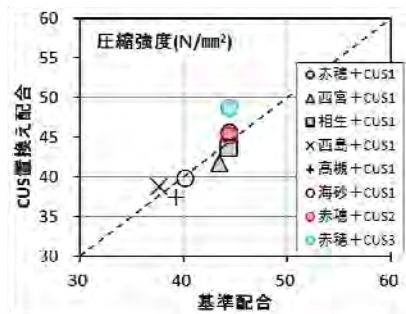


図-2 基準配合と CUS 配合の
圧縮強度の関係

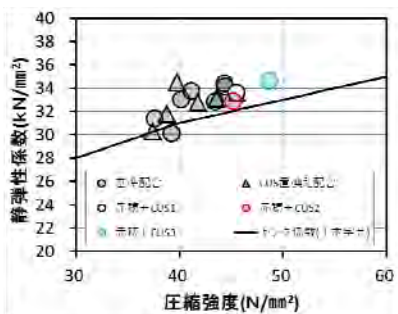


図-3 静弾性係数の結果

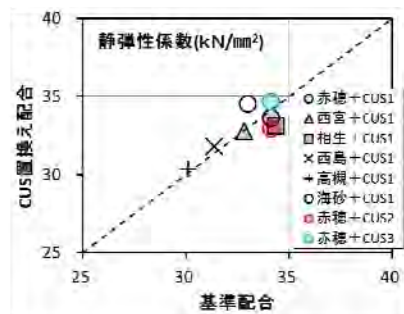


図-4 基準配合と CUS 配合の
静弾性係数の関係

3. 2 静弾性係数

コンクリートの静弾性係数の測定結果を図-3に示す。概ね土木学会式による推定値と同等となっている。基準配合と CUS 置換え配合の比較を図-4に示す。CUS の種類では CUS3 の場合の静弾性係数が若干高くなった。CUS を使用したコンクリートの静弾性係数は若干大きくなる傾向があるとの報告があるが^{1), 2)}、砕砂ごとで基準配合と CUS 置換え配合を比較すると、CUS3 以外でも基準配合と大差無い結果となった。

3. 3 長さ変化

コンクリートの長さ変化の測定結果を図-5に示す。基準配合では海砂+石灰が 610×10^{-6} 、高槻+石灰が 840×10^{-6} となり、使用する細骨材によって長さ変化が 230×10^{-6} 程度大きくなった。CUS 置換え配合は基準配合より小さい値となるが、組み合わせる細骨材によって 200×10^{-6} 程度の差があった。また、CUS の種類による差は小さかった。図-6に基準配合と CUS 置換え配合の長さ変化の測定結果の関係を示す。CUS を使用すると、コンクリートの長さ変化が若干小さくなるとの報告があり¹⁾、砕砂ごとに比較すると、基準配合に比べ CUS に置換えた場合は、最大で 100×10^{-6} 程度小さくなった。

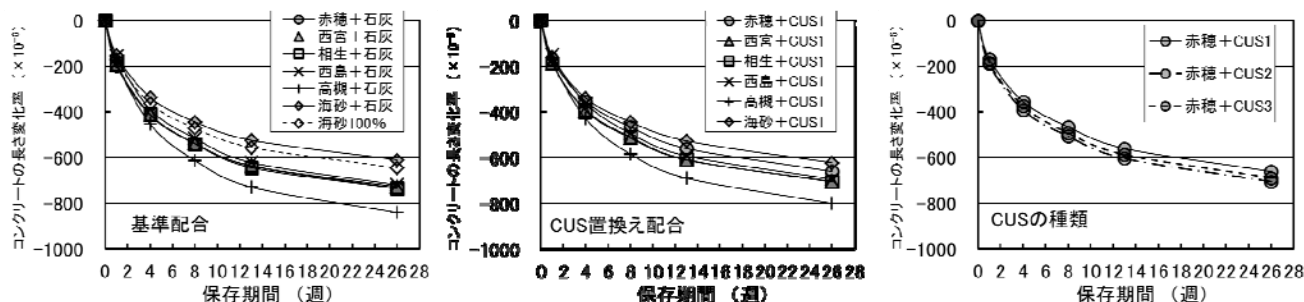


図-5 長さ変化の結果

4. まとめ

今回の試験から、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に銅スラグ細骨材を組み合わせたコンクリートの圧縮強度と静弾性係数は、銅スラグの有無で大きな差は見られなかった。長さ変化については、銅スラグを使用した場合は 100×10^{-6} 程度の低減効果が見られる場合があった。これらのことから、銅スラグ細骨材を一般の細骨材と置換えて使用する場合は、コンクリートの性状を把握する必要があることが分かった。

謝辞：本研究は、日本コンクリート工学会近畿支部および同支部「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」の支援を受けて行ったものである。ここに記して謝意を表します。

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) 河合ら：銅スラグ細骨材を用いたコンクリートに関する基礎的実験 その4 実験シリーズⅡにおける硬化コンクリートの特性，日本建築学会，学術講演概要集，材料施工，pp.91-92，2017

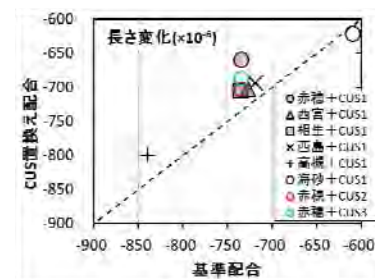


図-6 基準配合と CUS 配合の
長さ変化の関係