

銅スラグ細骨材を使用したコンクリートの基礎的な性状について

住友金属鉱山エンジニアリング(株) 正会員 ○香川 浩司
愛媛県生コンクリート工業組合 東予技術センター 非会員 寺田 康志

1. はじめに

銅製錬工場から産出される銅スラグは、セメントの原料をはじめ土木資材や建築資材に用いられている。昨今の資源の枯渇化と相まって銅スラグをコンクリート用細骨材としての利用が JIS 化され十数年経過している。一方、近年コンクリートの過大な収縮が一因となってコンクリート構造物の品質の低下などが懸念されている。これを受けて、土木学会では2007年制定 コンクリート標準示方書【設計編】ではコンクリートの乾燥収縮収縮量が改訂された。コンクリートの乾燥収縮ひずみは、乾燥環境におかれたコンクリート中の水分が時間経過に伴い大気に逸散され、乾燥し収縮すると言われている。そのしくみは、セメント、骨材、水が複合的に起因している。既往の研究等から、銅スラグ細骨材はコンクリートの乾燥収縮ひずみを抑制することが報告されている。本報告は、代替え砂として銅スラグ細骨材を使用したコンクリートの基礎的な性状について実験的に検討したものである。

2. 実験概要

2.1 使用材料

実験に用いた材料の物理的性質を表-1に示す。セメントは、普通ポルトランドセメントを使用した。今回、骨材原石の乾燥収縮ひずみの測定についても実施した。吸水率は、砂岩砕石、砂岩砕砂に比較すると銅スラグ細骨材は小さく、また、骨材原石の乾燥収縮ひずみは砂岩に比較すると銅スラグは小さいことが確認された。

表-1 物理的性質

試験項目	試験方法	S1 砂岩砕砂	S2 銅スラグ細骨材	G 砂岩砕石 2005
ふるい分け(粗粒率)	JIS A 1102	2.85	2.61	6.72
骨材の表乾密度 (g/cm^3)	JIS A 1109 JIS A 1110	2.58	3.54	2.59
骨材の絶乾密度 (g/cm^3)		2.54	3.53	2.55
骨材の吸水率 (%)		1.66	0.41	1.49
骨材の乾燥収縮ひずみ(μ)	JIS A 1129-2	451	64	451

2.2 配合

実験に使用した水セメント比及び銅スラグ細骨材の置換率などコンクリートに使用した材料種別を表-2に示す。試験練りによりコンクリートのフレッシュ性状を確認し、決定した配合を表-3に示す。

表-2 コンクリートに使用した材料種別

水セメント比 (W/C)		50 %			
材 料		A 配合	B 配合	C 配合	D 配合
S1	砂岩砕砂	100%	80%	70%	60%
S2	銅スラグ細骨材	0%	20%	30%	40%
G	砂岩砕石 2005	共 通			

表-3 コンクリートの配合

配合	s/a(%)	C(kg)	W(kg)	S1(kg)	S2(kg)	G(kg)	混和剤(kg)
A 配合	48.5	370	185	818	0	869	2.960
B 配合		364	182	658	226	874	2.912
C 配合		360	180	580	341	879	2.880
D 配合		356	178	498	456	884	2.848

※ 混和剤：高性能 AE 減水剤

キーワード 銅スラグ細骨材, 圧縮強度, 乾燥収縮

連絡先 〒792-0011 愛媛県新居浜市西原町 3-5-3 住友金属鉱山エンジニアリング(株) TEL0897-37-4860

3. 実験結果

3. 1 フレッシュコンクリートの性状

フレッシュ性状を表-4に、ブリーディング量を図-1に示す。銅スラグ細骨材に置換するとブリーディング量が増加する傾向となった。

表-4 フレッシュコンクリートの性状

配合	スランプ(cm)		空気量(%)		CT (℃)
	目標値	測定値	目標値	測定値	
A 配合	18.0±1.0	17.5	4.5±0.5	4.8	24.1
B 配合		18.0		4.5	23.8
C 配合		19.0		4.9	24.3
D 配合		19.0		4.2	24.4

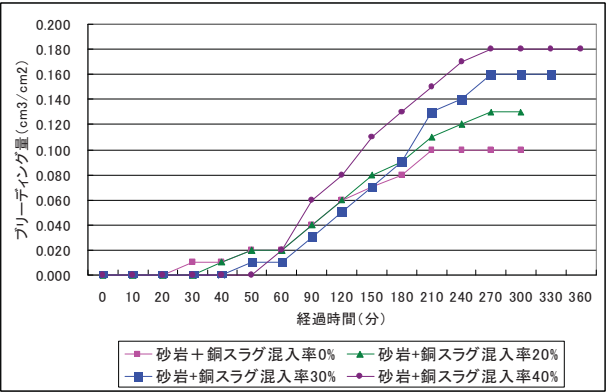


図-1 ブリーディング量

3. 2 硬化コンクリートの性状

圧縮強度の試験結果を表-5に示す。圧縮強度は、JIS A 1108により材齢4週とし、目標強度 30N/mm²に対して 40N/mm²以上であり、強度の発現性は良好であった。静弾性係数は、JIS A 1149により材齢4週として、銅スラグ細骨材に置換したものは、無混和のコンクリートと同程度であった。見かけ密度は、JIS A 1109により材齢4週とし、銅スラグの性質上、銅スラグに置換している供試体の方の密度が高くなっている。乾燥収縮試験は、JIS A 1129-3

表-5 圧縮強度試験結果

銅スラグ細骨材混入率 (%)	0	20	30	40
圧縮強度 (N/mm ²)	47.3	44.5	48.0	50.2
見かけ密度(g/cm ³)	2.297	2.337	2.375	2.436
静弾性係数 (×10 ⁴ k N/mm ²)	31.1	29.3	29.7	31.7

4. まとめ

代替え砂として銅スラグ細骨材を使用し置換率を0%～40%まで変化させコンクリートの基礎的性状について実験による検討を行い、以下のことが確認された。

①物理的性状では、銅スラグ細骨材は低吸水率であり、また骨材原石の乾燥収縮ひずみは、砕岩に比較すると銅スラグは非常に小さいことが確認された。

②銅スラグ細骨材の置換率を高くしても、圧縮強度や静弾性係数など無混和のコンクリートと同程度の結果が得られた。また、ブリーディングは置換率により増加傾向となった。

③乾燥収縮試験では銅スラグ細骨材の置換率を多くすると乾燥収縮ひずみが小さくなり、質量減少率も小さくなった。このことは、銅スラグ細骨材に乾燥収縮の抑制効果があると思われる。

1種類の天然骨材に、銅スラグ細骨材を代替え砂として使用したコンクリートの性状を確認した。今後は複数の骨材に銅スラグ細骨材を置換することによる、コンクリートの基礎的性状の把握に努めたい。

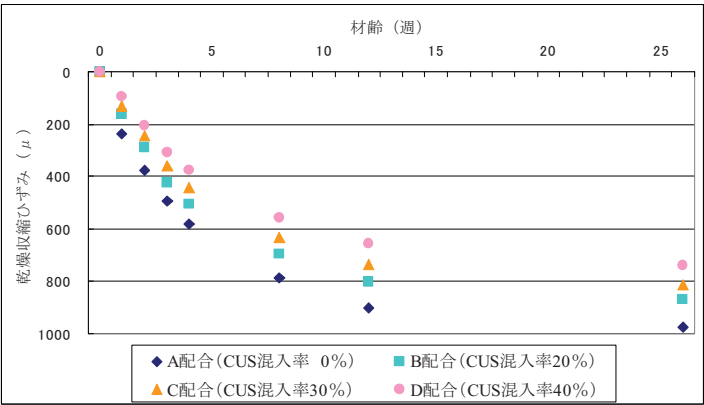


図-2 乾燥収縮ひずみ

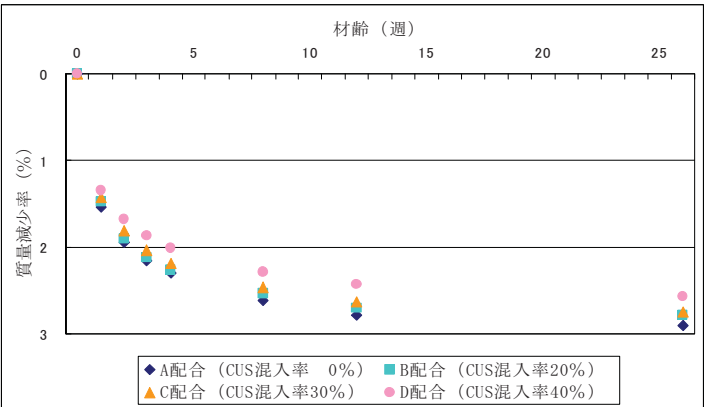


図-3 質量減少率