

銅スラグ細骨材の微粒分量および混合率がコンクリートの諸特性に及ぼす影響

三菱マテリアル(株) セメント事業カンパニーセメント研究所 正会員 ○黒岩 義仁
セメント事業カンパニーセメント研究所 高尾 昇
銅事業カンパニー製錬部 清谷 謙二

1. はじめに

資源の有効利用および骨材資源の枯渇化の観点から、銅スラグ細骨材の利用拡大が期待されている。しかし、銅スラグ細骨材は、コンクリートに用いた場合にブリーディング量が増大する課題がある¹⁾。そこで本研究では、ブリーディング抑制のための基礎検討として、銅スラグ細骨材の微粒分量および混合率がコンクリートのフレッシュ性状に及ぼす影響を調査した。また、併せて硬化コンクリートの性状も調査した。

2. 試験概要

2.1 使用材料および配合条件

セメントは高炉セメントB種を、粗骨材は硬質砂岩碎石 2005 を、混和剤はリグニンスルホン酸系 AE 減水剤(AD)およびポリカルボン酸系高性能 AE 減水剤(SP)を用いた。使用した細骨材の物性を表 1 に、粒度分布を図 1 に示す。細骨材は、微粒分量が異なる 4 種類の 2.5mm 銅スラグ細骨材(CUS2.5)および山砂を用いた。コンクリートの配合は、ケーソン式防波堤を想定し、W/C は 50%、目標スランプは 12.0±1.5cm、目標空気量は 4.5±0.5%とした。

2.2 試験項目

試験項目は、フレッシュ性状として、スランプ、空気量およびブリーディング、硬化性状として、圧縮強度、乾燥収縮および凍結融解とし、いずれも JIS に拠り試験を行った。

3. 試験結果

3.1 銅スラグ細骨材の微粒分量の影響

(1) コンクリートのフレッシュ性状

コンクリートの配合およびフレッシュ性状を表 2 に、銅スラグ細骨材の微粒分量と目標スランプを得るための単位水量およびブリーディング量の関係を図 2 に示す。単位水量は微粒分量が多いほど増加した。ブリーディング量は、微粒分量が 8.8%までは微粒分量の増加に伴い減少したが、微粒分量が 8.8%を超えると増加に転じた。微粒分量の増加はブリーディング抑制に効果はあるものの、一定量を超えると、微粒分によるブリーディング抑制効果に比べ、単位水量の増加による影響の方が大きくなったためと考えられる。

(2) コンクリートの圧縮強度

銅スラグ細骨材の微粒分量と圧縮強度の関係を図 3 に示す。圧縮強度は、銅スラグ細骨材の微粒分量に係わらず同等であった。

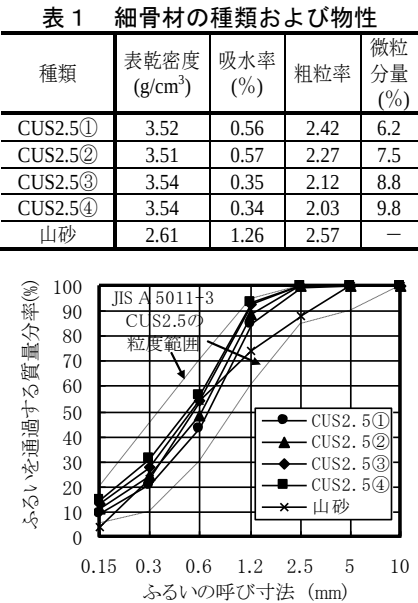


図 1 細骨材の粒度分布

表 2 コンクリートの配合およびフレッシュ性状

No.	微粒 分量 (%)	W/C (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)		AD (C×%)	スラ ンプ (cm)	空気 量 (%)	ブリーディ ング量 (cm ³ /cm ²)	凝結時間 (h-m)	
				W	C					始発	終結
1	6.2	50	45	170	340	0.25	12.4	4.7	0.56	11-19	13-50
2	7.5	50	45	173	346	0.25	12.2	4.3	0.54	11-21	14-50
3	8.8	50	45	175	350	0.25	12.7	4.0	0.49	11-11	13-52
4	9.8	50	45	180	360	0.25	12.0	4.7	0.56	10-54	14-07

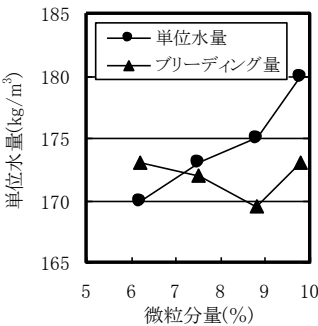


図 2 微粒分量と単位水量およびブリーディング量の関係

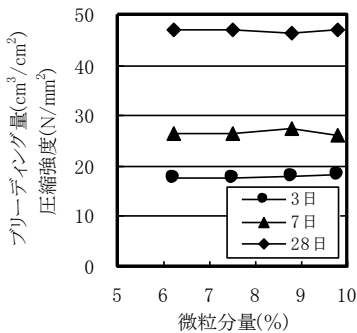


図 3 微粒分量と圧縮強度の関係

キーワード 銅スラグ細骨材, 微粒分量, 単位水量, ブリーディング, 圧縮強度, 乾燥収縮, 凍結融解
連絡先 〒368-8504 埼玉県秩父郡横瀬町大字横瀬 2270 番地 TEL 0494-23-7209

3.2 銅スラグ細骨材(CUS) 混合率の影響

山砂を用いて、細骨材における CUS 混合率がコンクリート性状に及ぼす影響を調査した。CUS 混合率は、混和剤に AE 減水剤(AD)を使用した場合には 0, 50, 100vol%, 高性能 AE 減水剤(SP)を使用して単位水量を低減した場合には 100vol%とした。

(1) コンクリートのフレッシュ性状

コンクリートの配合およびフレッシュ性状を表 3 に示す。AE 減水剤を使用した場合、CUS 混合率が高くなるほど単位水量とブリーディング量はともに増加した。ブリーディング量は、山砂を用いたコンクリートより、CUS 混合率 50vol%で 0.10 cm³/cm², CUS 混合率 100vol%で 0.24cm³/cm² 多くなった。なお、CUS 混合率が高くなると凝結時間が若干遅延する傾向にあったが、現時点で原因を特定するに至っていない。CUS 混合率 100vol%とし、混和剤に高性能 AE 減水剤を使用して単位水量を減じた場合のブリーディング量は、山砂と同等であった。凝結時間も山砂とほぼ同等であった。

(2) コンクリートの硬化性状

コンクリートの圧縮強度、乾燥収縮および凍結融解試験時の相対動弾性係数の推移を図 4～6 に示す。圧縮強度、乾燥収縮(保存期間 13 週)および凍結融解抵抗性(180 サイクル)は、山砂を使用した場合(CUS0-AD)とほぼ同等であった。

表 3 コンクリートの配合およびフレッシュ性状

No.	記号	CUS 混合率 (vol%)	混和剤 種類	W/C (%)	s/a (%)	単位量(kg/m ³)		AD (C×%)	SP (C×%)	スランブ (cm)	空気量 (%)	ブリーディング量 (cm ³ /cm ²)	凝結時間(h-m)	
						W	C						始発	終結
1	CUS 0-AD	0	AD	50	45	166	332	0.25	—	10.5	4.6	0.25	8-00	9-55
2	CUS 50-AD	50		50	45	170	340	0.25	—	11.2	4.7	0.35	8-40	11-10
3	CUS100-AD	100		50	45	175	350	0.25	—	11.8	4.8	0.49	9-10	11-50
4	CUS100-SP	100	SP	50	45	162	324	—	0.50	11.0	4.5	0.26	8-05	10-20

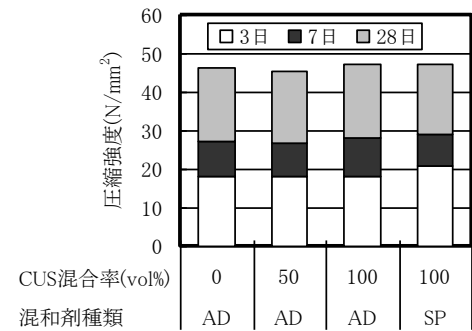


図 4 圧縮強度

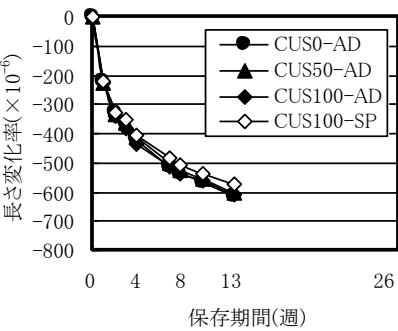


図 5 長さ変化率

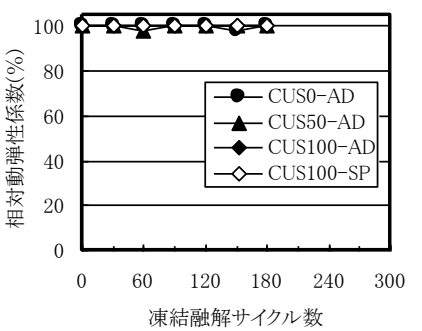


図 6 相対動弾性係数

4. まとめ

銅スラグ細骨材の微粒分量がコンクリートのフレッシュ性状および硬化コンクリートの特性に及ぼす影響調査するとともに、山砂を用いた場合と比較した。その結果、以下の知見が得られた。

- (1) 銅スラグ細骨材の微粒分量を増量することで、コンクリートのブリーディングは低減する。ただし、その効果は、微粒分量が一定量を超えると、単位水量の増加によって相殺される。
- (2) 銅スラグ細骨材中の微粒分量を 9 %程度に増量すること、さらに高性能AE減水剤を使用することで、ブリーディング量を山砂と同程度に低減できる。
- (3) 銅スラグ細骨材の微粒分量がコンクリートの圧縮強度に及ぼす影響は認められない。
- (4) 銅スラグ細骨材を単独使用したコンクリートの圧縮強度、乾燥収縮および凍結融解抵抗性は山砂を用いた場合とほぼ同等である。

以上より、施工性の評価は未実施であるが、銅スラグ細骨材の微粒分量を調整することで、コンクリート用細骨材として単独使用できる可能性は高いと考えられる。

参考文献

- 1) 仁木孟伯, 長瀧重義, 友澤史紀, 梶原敏孝:「銅スラグ砂を使用したコンクリートの基本的性状」, コンクリート工学年次論文報告集, Vol.17, No.1, pp.399-404, 1995