

細骨材として焼却灰溶融スラグを用いたコンクリートのフレッシュ性状

鳥取大学 正会員 井上 正一 鳥取大学 正会員 黒田 保 鳥取大学 正会員 吉野 公
(株)前田道路 布野 幹雄 鳥取大学大学院 学生会員○児嶋 輝栄

1.はじめに

近年、容器包装を中心とした廃棄物発生量の増加、最終処分のための埋立地の残余容量の不足と最終処分場の新設が困難な状況に加え、焼却時に発生するダイオキシン問題や最終処分場から浸出する有害物質の問題が顕在化し、その総合的な対策として、一般廃棄物の焼却灰を高温溶融してスラグ化する技術が開発され、全国に普及している。そこで、本研究では県内に将来導入される可能性を持った溶融炉から製造される溶融スラグ（灰溶融の水砕スラグ）をコンクリート用細骨材として使用したコンクリートのフレッシュ状態および硬化後の基本的性質を検討することにより、溶融スラグのコンクリートへの適用性について検討した結果を述べる。

2.実験概要

本研究で使用した骨材の種類、産地、物性値を表-1 に、行った実験要因の組み合わせを表-2 に示す。実験に使用したコンクリートの製造に用いたセメントは普通ポルトランドセメントで、混和剤にはリグニンスルホン酸系の AE 減水剤とアルキルアリルスルホン酸系の AE 助剤を使用した。行った試験は、溶融スラグに対してはふるい分けと物理試験、コンクリートに関してはスランプ、空気量、ブリーディング、凝結時間、圧縮強度等の試験で JIS 規格に基づいて実施した。

3.実験結果および考察

3.1 溶融スラグの物理的試験 図-1 に溶融スラグの置換率と粒度分布との関係を示す。図より、今回使用した溶融スラグ（置換率 100%）および混合砂（置換率 0%）の粒度は、土木学会の標準粒度範囲内にある。したがって、溶融スラグに関しては、混合砂と溶融スラグをどのような置換率で用いても標準粒度内に入る良好な粒度を得ることができる。

3.2 フレッシュコンクリートの性状

(1)最適 s/a 溶融スラグ置換率をパラメータとしたコンクリートに対し s/a を変化した場合のスランプを図-2 に示す。以下の実験では s/a を最適 s/a とし、スランプが 8±1cm となるように単位水量を調整した

表-1 骨材の物理的性質

骨材	呼び名	生産地	物性値			F.M.
			表乾密度 (g/cm ³)	絶乾密度 (g/cm ³)	吸水率 (%)	
粗骨材	砕石2005	智頭町	2.69	2.67	0.88	6.61
細骨材	溶融スラグ	愛媛県	2.79	2.76	0.83	2.99
	混合砂	—	2.64	2.60	1.57	2.82

表-2 実験要因

要因	水準
細骨材	溶融スラグ 混合砂
水セメント比 (%)	55
細骨材の溶融スラグへの置換率 (%)	0, 15, 30, 45, 60, 75, 100

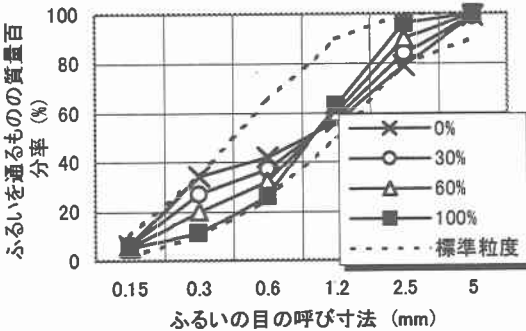


図-1溶融スラグの各置換率における粒度分布

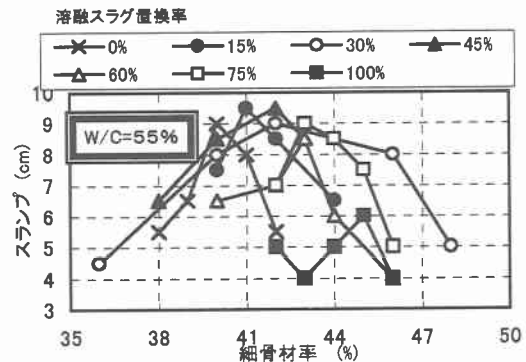


図-2 細骨材率とスランプの関係

表-3 示方配合

溶融スラグ置換率 (%)	スランプ (cm)	空気量 (%)	W/C (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)					混和剤	
					単位量 (kg/m ³)					AE減水剤 (ml)	AE助剤 (ml)
					W	C	S	G			
					水	セメント	混合砂	溶融スラグ	砕石		
0	8±1	5±1	55	40	158	287	739	0	1132	C×0.25%	C×1.1%
15			55	41	153	278	657	116	1124		C×1.1%
30			55	42	153	278	559	240	1106		C×0.9%
45			55	42	153	278	444	364	1106		C×1.1%
60			55	43	153	278	333	500	1087		C×0.9%
75			55	43	153	278	208	625	1087		C×0.7%
100			55	45	168	305	0	859	1014		C×0.5%

コンクリートを使用した。
その示方配合を表-3 に
示す。

(2) スランプの経時変化

溶融スラグ置換率を 0, 30, 60, 100%と変化させたコンクリートのスランプの経時変化を図-3

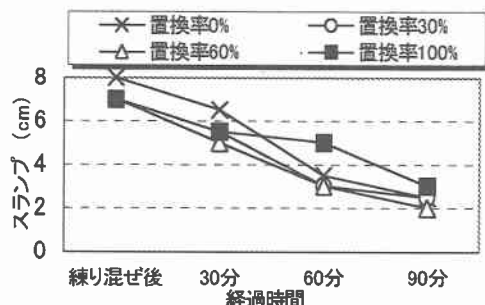


図-3 溶融スラグ置換率とスランプの経時変化

に示す。各溶融スラグ置

換率における練混ぜ直後から約 90 分経過後までのスランプロスは 4~5cm で、このロスの値は溶融スラグ置換率 0% (普通骨材) のそれと同等で、溶融スラグの混入はコンクリートのスランプの経時変化に影響を及ぼさないといえる。

(3) 空気量の経時変化 水セメント比 $W/C=55\%$ と一定とし、溶融スラグ置換率を 0, 30, 60, 100%と変化させた場合の空気量の経時変化を図-4 に示す。図より、コンクリートの空気量の経時変化に溶融スラグの混入による影響はほとんどないといえる。

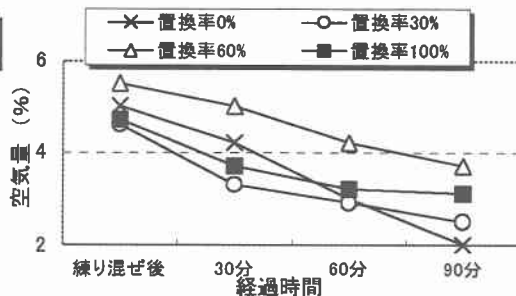


図-4 溶融スラグ置換率と空気量の経時変化

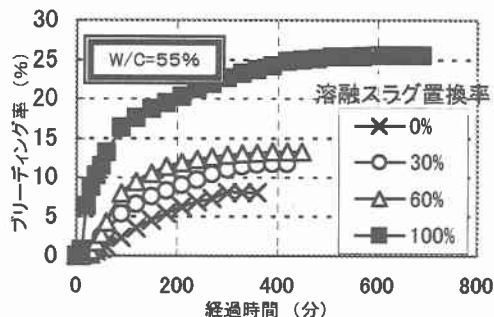


図-5 溶融スラグ置換率とブリーディング率の関係

(4) ブリーディング 溶融スラグの置換率を 0, 30, 60, 100%と変化させたコンクリートに対して溶融スラグの混入がコンクリートのブリーディングに及ぼす影響を検討した結果を図-5 に示す。図より、溶融スラグの置換率が大きいほどブリーディング率は増加する傾向がみられた。

(5) 凝結時間 溶融スラグ置換率とコンクリートの凝結時間の関係を図-6 に示す。図より、溶融スラグの置換率の増加に伴ってコンクリートの凝結時間の遅延を増大させている。これは溶融スラグがガラス質であり、その微粒分は普通骨材の微粒分 (石粉など) に比べて保水能力が小さいことから、溶融スラグの置換率の増加がブリーディング率や凝結時間に影響を及ぼしたものと考えられる。

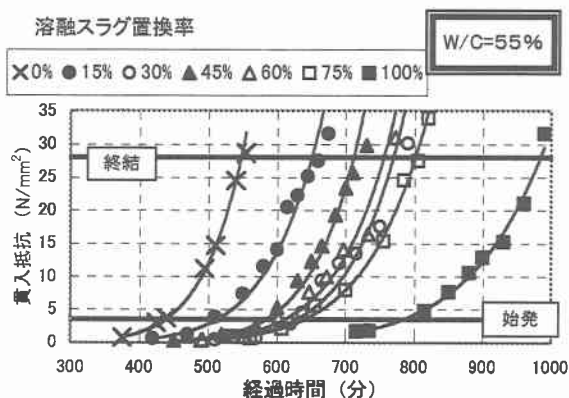


図-6 溶融スラグ置換率とコンクリートの凝結時間の関係

3.3 硬化コンクリートにおける圧縮強度 溶融スラグ置換率における材齢と圧縮強度の関係を図-7 に示す。材齢 3 日について圧縮強度は溶融スラグ置換率にほとんど影響しなかったが、材齢 28 日については溶融スラグの置換率が増加するに伴い、圧縮強度は置換率 0% のものに比べて低下した。しかし、溶融スラグの置換率を 30% 以上にした場合であっても、普通コンクリートに比べ 28 日強度は 8 割以上期待できる。

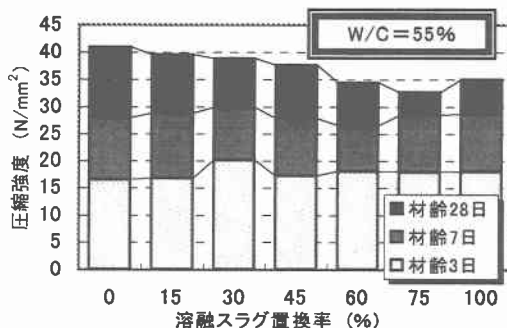


図-7 各溶融スラグ置換率における材齢と圧縮強度の関係

4.まとめ

コンクリート用細骨材として溶融スラグを用いた場合、スランプロス、空気量について溶融スラグ置換率はほとんど影響しなかった。ブリーディング率は溶融スラグ置換率が増加するに伴い増加した。凝結時間は溶融スラグ置換率が増加するに伴い遅延した。スラグの混入によるコンクリートの強度発現に及ぼす影響はない。溶融スラグ置換率が増加するに伴い圧縮強度は溶融スラグ置換率 0% に比べて低下した。