

県内産溶融スラグのコンクリート用細骨材への適用に関する研究

鳥取大学大学院 学生会員 ○田中 宏幸 鳥取大学 正会員 井上 正一
鳥取大学 正会員 吉野 公 鳥取大学 正会員 黒田 保

1. はじめに

一般廃棄物焼却灰の溶融固化（溶融スラグ）による、減容化・再資源化が推進されており、溶融スラグの生産量が増えている。そこで本研究では、平成14年4月から運転を開始した県内で製造されている急冷の溶融スラグ（Y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性状と物性について報告する。

表-1 物性値

骨材	F.M.	表乾密度 (g/cm^3)	絶乾密度 (g/cm^3)	吸水率(%)	単位容積 質量(kg/l)	実積率(%)	洗い損失 (%)
碎石	6.61	2.62	2.58	1.56	1.57	61	—
普通砂	2.78	2.64	2.59	1.84	1.72	66.6	—
Yスラグ	3.04	2.80	2.79	0.32	1.67	59.9	1.25
Eスラグ	2.99	2.79	2.77	0.83	1.72	62.0	1.36
TR A 0016	—	—	2.5以上	3.0以下	—	53以上	7.0以下

表-2 実験計画

スラグ置換率	W/C		
	45%	55%	65%
0%(普通砂のみ)	○	○	○
Yスラグ60%	○	○	○
Yスラグ100%	○	○	—
Eスラグ100%	○	○	○

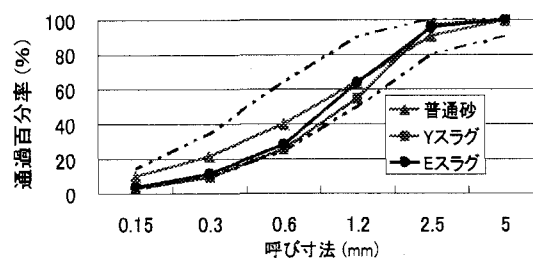


図-1 粒度分布

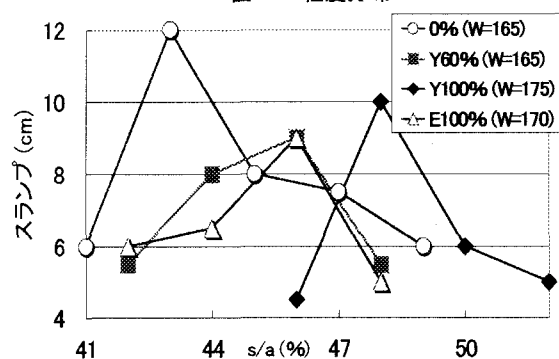


図-2 最適s/a

2. 実験概要

セメントには高炉セメント B 種を、粗骨材には碎石を、細骨材には県内産の Y スラグと、比較用に愛媛産の E スラグおよび砕砂と陸砂の混合砂（普通砂）を使用した。なお、混和剤には、リグニンスルホン酸系の AE 減水剤を用い、空気量の調整は AE 助剤で行った。スラグ骨材の物理的性質を表-1 に、実験計画を表-2 に示す。表-2 中のスラグ置換率は細骨材中に占めるスラグの質量百分率で、3 水準の置換率と水セメント比の組み合わせで 12 配合のコンクリートの試験を行った。

3. 実験結果および考察

(1) 溶融スラグの物理的性質

表-1 に示した溶融スラグの物理的性質は、Y、E スラグともに TR の品質基準を満足し、また粒度分布も土木学会の標準粒度範囲内に収まっているといえる（図-1 参照）。なお、溶融スラグの特徴としては、ガラス質のために吸水率が小さく、普通砂に比べて粒度が大きく、実積率が小さいことである。Y スラグと E スラグの相違は、E スラグは破碎と粒度調整が施されているが、Y スラグでは破碎・粒度調整がされていないため針状のものが多く、実積率が小さいことである。

(2) 溶融スラグを用いたコンクリートのフレッシュ性状

1) 最適細骨材率の決定

空気量（ $6 \pm 1\%$ ）と単位水量 W を一定とし、s/a を変化させた場合のスランブを図-2 に示す。図より、溶融スラグの置換率が大きくなるに伴って最適細骨材率も大きくなり、さらに所定のスランブを得るための単位水量も大きくなる様相が伺われる。

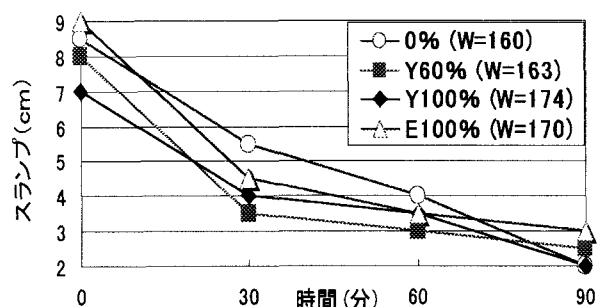


図-3 スランブの経時変化

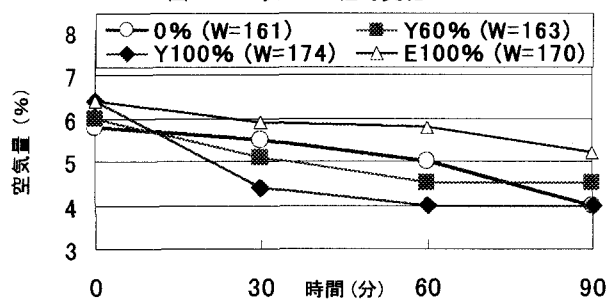


図-4 空気量の経時変化

2) スランプおよび空気量の経時変化

図-3, 4 にスランプと空気量の経時変化を示す。普通砂（置換率 0%）に比べて溶融スラグを用いたコンクリートのスランプの低下は、最初の 30 分間で大きい、その後スランプロスは小さく、60 分経過以降では普通砂のスランプと同程度となった。図-4 より、空気量では E スラグでは大きな経時変化はないが、Y スラグを用いた場合には置換率 0% よりも大きな減少があった。

3) 凝結時間

図-5 より、凝結時間は溶融スラグを用いると普通砂を用いたコンクリートよりも長くなること、Y スラグの凝結時間は E スラグよりも長くなること、Y スラグにおいては置換率の増加に伴って凝結時間が長くなり、特に Y スラグで 100% 置換した場合には始発・終結が普通コンクリートより 3~4 時間程度遅延すること、などのことがわかる。

4) ブリーディング

ブリーディング試験の結果を図-6 に示す。図より、溶融スラグの置換率が大きくなると、ブリーディング率およびブリーディングの終了時間が長くなることがわかる。この原因としては、溶融スラグは微粒分量が少ないことや、ガラス質であるために保水能力が小さいことが考えられる。また、Y スラグと E スラグではブリーディング率、ブリーディングの終了時間はあまり変わらなかった。

5) 溶融スラグを用いた硬化コンクリートの物性

図-7 に圧縮強度とセメント水比の関係を、図-8 に置換率と圧縮強度の関係を示す。図-7 より、セメント水比と圧縮強度との間には線形関係のあり、また、図-8 より圧縮強度は、Y スラグが E スラグを用いたコンクリートより小さいこと、Y スラグでは置換率の増加に伴って強度が低下することがわかる。これは、Y スラグが E スラグに比べて弱いことが原因の一つであると考えられる。また、図-9 より、圧縮強度が同一の場合における溶融スラグを用いたコンクリートの引張強度は普通コンクリートよりも小さいものの土木学会の予測式からほぼ予測可能である。

4. まとめ

Y スラグをコンクリート用細骨材として用いる場合、特に Y スラグを 100% 用いた場合、ブリーディング量が増加し、凝結時間が遅延することに特別な配慮すればコンクリートへ適用することが可能であり、置換率を適切に設定すればブリーディング、凝結時間の問題も解消できる。

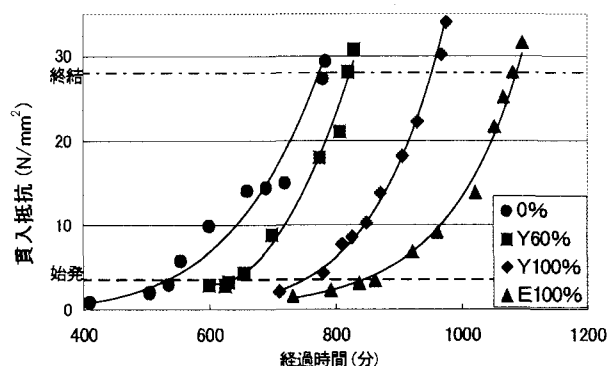


図-5 凝結時間

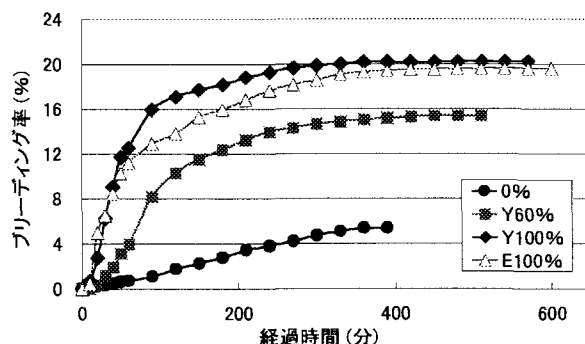


図-6 ブリーディング率

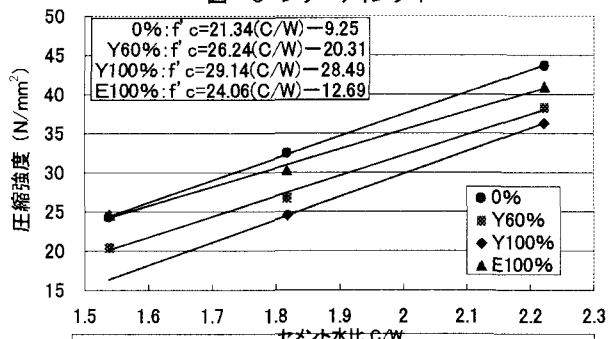


図-7 圧縮強度とC/Wの関係

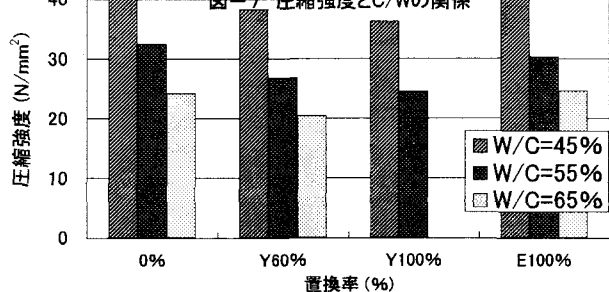


図-8 置換率と圧縮強度の関係

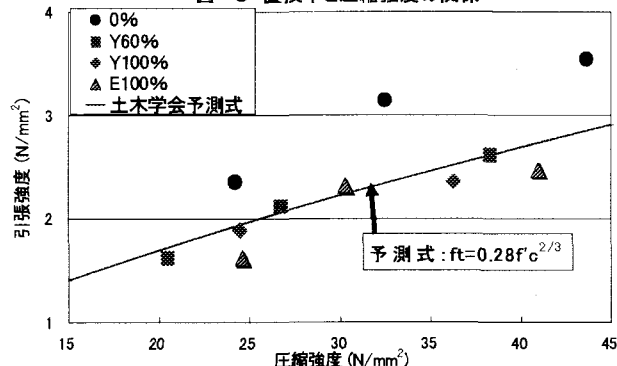


図-9 圧縮強度と引張強度