

県内産溶融スラグを細骨材として用いたコンクリートの物性

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

現在、ゴミの減容化・再資源化が推進されており、一般廃棄物焼却灰の溶融固化によって製造される溶融スラグの発生量は今後ますます増加すると考えられる。そこで、本研究では、県内の施設において製産される水砕溶融スラグに注目しこれ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および硬化性状について述べる。

2. 実験概要

使用材料として、細骨材には県内産のYスラグと、愛媛産のEスラグを、比較用として砕砂と陸砂の混合砂（普通砂と称す）を使用した。また、粗骨材には砕石ないしは県内で製造された除冷溶融スラグ（Y_Gスラグ）を用いた。セメントは高炉セメントB種、AE減水剤はリグニンスルホン酸系、AE助剤はアルキルアリルスルホン酸系を使用した。なお、スラグ置換率は、細骨材のみにスラグを用いる場合には0%（普通砂のみ）、30%、60%、100%（溶融スラグのみ）を、細・粗の両骨材ともにスラグのみ（細骨材にY、粗骨材にY_Gスラグを使用）を使用するものをYY100と表記し、細骨材に普通砂を粗骨材にのみY_Gスラグを使用したものをY_G100と表す（表1参照）。なお、W/Cは45%、55%、65%の水準を選定し合計26配合を選定した。

3. 実験結果および考察

3.1 溶融スラグの物理的性質

表2より、溶融スラグの物性値として、絶乾密度と吸水率は、Y、EスラグともにTR基準を満足している。溶融スラグのその他の特徴として、ガラス質のため吸水率が1%未満と低いこと、実積率が普通砂より小さいこと、Yスラグの実積率はEスラグのそれよりも小さいこと、が挙げられる。これは、Eスラグは破碎・整粒が行われているのに対してYスラグは製造されたままで、針状のものを含み、形状が悪いことが実積率を小さくしたと考えられる。

3.2 フレッシュコンクリートの性状

3.2.1 最適細骨材率（最適 s/a）

単位水量を一定（W=165kg/m³ 前後）とし、s/aのみを変化させた場合のスランブの測定結果を図1に示す。このような試験を通して最適 s/a を決定し、その最適 s/a をもとに試し練りに基づいてスランブ 8±1 cm、空気量 6±1%

表1 実験計画			
	種類	置換率	記号
細骨材にスラグ置換	Yスラグ	30,60,100%	Y30,Y60,Y100
	Eスラグ	30,60,100%	E30,E60,E100
粗骨材にスラグ置換	Y _G スラグ	100%	Y _G 100
細・粗骨材にスラグ使用	YスラグとY _G スラグ	100%	YY100

表2 骨材の物理的性質							
		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 (%)
細骨材	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
	Eスラグ	2.99	2.79	2.77	0.83	1.72	62.0
	TR基準値			2.5以上	3.0以下		
粗骨材	砕石	6.61	2.73	2.70	0.80	1.61	59.3
	Y _G スラグ	6.60	2.43	2.74	1.03	1.36	56.6
	JS基準値			2.5以上	3.0以下		55%以上

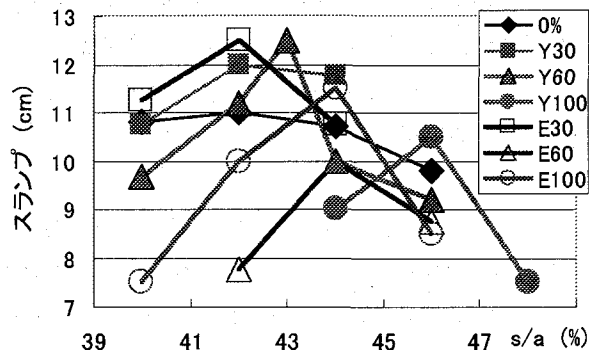


図1 スランブとs/a

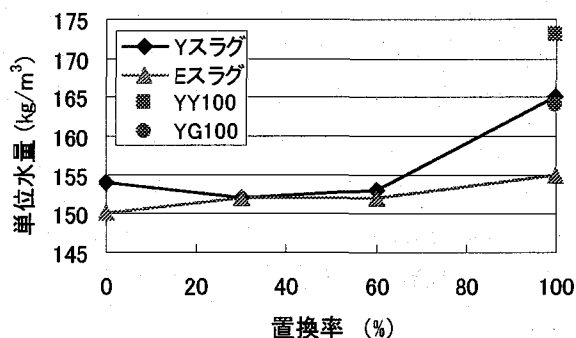


図2 各配合の単位水量(W/C=55%)

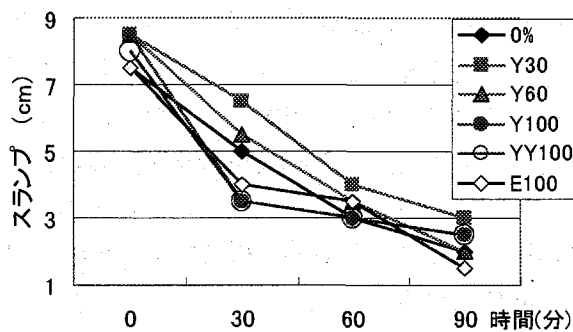


図3 スランブの経時変化

のコンクリートが得られたときの単位水量を図2に示す。
図1より、最適 s/a は Y, E スラグとも溶融スラグの置換率が大きくなるに伴って増加することが分かる。最適 s/a は 0%, Y30%, Y60%, Y100% で 42%, 42%, 43%, 46% となり、最適 s/a は溶融スラグの置換率が大きくなるに伴って増加することが分かる。また、図2から、所定のスランブを得るための単位水量は置換率 60%程度までは普通砂用いた場合とほとんど変わらないが、Y, E スラグとも置換率 100%になると YY100 も含めて単位水量が大きく増加することが分かる。

3.2.2 経時変化

スランブ, 空気量の経時変化をそれぞれ図3, 4に示す。
図3より溶融スラグを用いたコンクリートのスランブロスは置換率 60%までは 0%のものと変わらないが、置換率 100%になると最初の 30 分のスランブロスが大きくなる。全てのコンクリートにおいて 0~90 分の空気量のロスは 1.5~2.0%程度で、溶融スラグの使用が空気量のロスに及ぼす影響はない。

3.2.3 ブリーディング (図5参照)

細骨材に溶融スラグを使用することで、ブリーディング率とその継続時間の増加が見られた。また、粗骨材のみに溶融スラグ Y_Gを使った Y_G100%と 0%との比較から、溶融スラグ粗骨材のブリーディングに及ぼす影響は小さいことが分かる。この原因として、溶融スラグ細骨材は微粒分量が少ないことやガラス質で、吸水率や保水能力が小さいことなどが考えられる。その他に 100%溶融スラグ置換した場合、単位水量が普通砂よりも多くなることも原因の一つと考えられる。

3.2.4 凝結時間 (図6参照)

置換率 0%と 100%における凝結時間を比較すると、始発で 220 分、終結で 180 分の遅延がみられた。また、Y_G100%と 0%との比較から、溶融スラグが粗骨材に用いられた場合には凝結時間の影響は少ないことが分かる。

3.3 硬化コンクリートの性状 (強度) (図7参照)

溶融スラグを用いたコンクリートの 3 日, 7 日圧縮強度に関して、置換率の大小に関わらず各配合間で大差ないが、28 日強度はスラグの置換率によって差が生じ、置換率が大きくなるに伴って小さくなる事が分かる。Y スラグと E スラグを比較すると、Y スラグを用いたコンクリートは E スラグを用いたそれよりも置換率の増加による圧縮強度の低下が大きい。これらの結果が得られた原因としては、普通砂よりも E スラグ, E スラグよりも Y スラグの方が強度が弱いことが挙げられる。

4. まとめ

溶融スラグを細骨材として使用すると、ブリーディングの増加や凝結時間の遅延といったフレッシュ性状に影響を及ぼすことが分かった。一方、強度に関しては低強度の場合には溶融スラグ置換率の大小の影響は小さいが、高強度になるに伴って置換率の増加とともに減少する傾向が現れることが明らかになった。

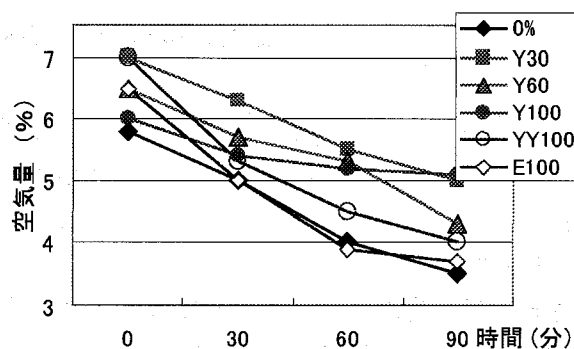


図4 空気量の経時変化

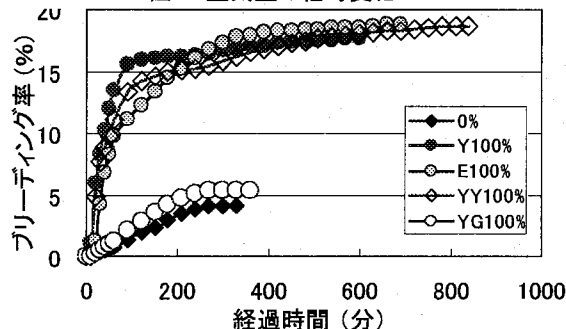


図5 ブリーディング試験

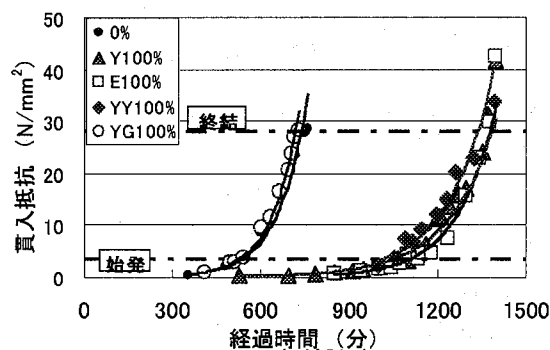


図6 凝結試験

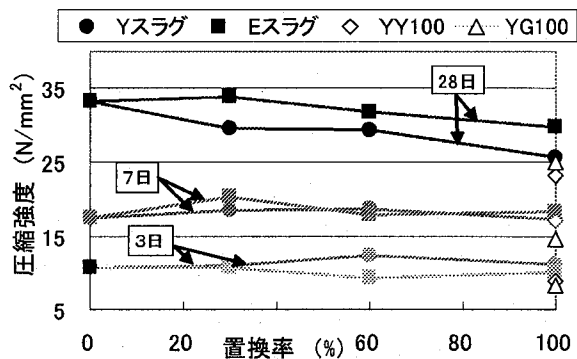


図7 置換率と圧縮強度 (W/C=55%)