

県内産溶融スラグを粗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 ○西川 康平 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

本研究は、平成16年4月から稼動した鳥取県の西部広域行政管理組合で製造される溶融スラグ（Sスラグと表記）の有効利用として、ここではコンクリート用粗骨材への適用性を検討するため、溶融スラグを用いたコンクリートの配合設計、フレッシュおよび硬化後の物性試験を行った結果について述べる。なお、溶融スラグの品質がコンクリートの物性に及ぼす影響を考察するために栃木県産のスラグ（Tスラグと表記）を用いている。

2. 実験概要

実験要因を表1に示す。実験要因は粗骨材の種類（溶融スラグ2種類と比較用に砕石）、水セメント比、溶融スラグの置換率

（溶融スラグと全粗骨材の質量百分率）で、セメントには高炉セメントB種、細骨材には砕砂と陸砂の混合砂、化学混和剤としてAE減水剤とAE助剤を使用した。骨材の物理的性質を表2に示す。

コンクリートの試験は、フレッシュ性状として、スランプおよび空気量の経時変化、凝結時間およびブリーディング試験を、硬化性状として、圧縮と引張強度および静弾性係数を測定した。

3. 実験結果および考察

3.1 溶融スラグの物理的性質

溶融炉から排出されたままの状態のスラグは土木学会の標準粒度内には入らない。（図1参照）そのため、以下の試験では、元のスラグをできる限り廃棄しないという考えのもとに、Sスラグでは5mm以下のものを捨てて、Tスラグでは20mmと5mmふるいでふるった20～5mm粒径と20mmより大きい粒径20～25mmのものを質量比で9:1に混合調整したものをTスラグとして用いた。（図1の調整後参照）表2より、Tスラグはすべての品質がJCIの「溶融スラグ粗骨材の品質規準（案）」の規格を満たしているが、Sスラグは絶対密度が、規格を満たさない骨材であるといえる。また、溶融スラグは、BSの40tf破壊値が砕石よりも大きな値を示し、骨材自体の強度が弱いこと、吸水率が小さいことが特徴として挙げられる。

3.2 溶融スラグを混入したコンクリートのフレッシュ性状

(a)最適細骨材率の決定 W/C=55%，空気量 $6 \pm 1\%$ ，W一定の下で行った試験（図2）より、コンクリートの最

表1 実験要因

要因	水準
粗骨材の種類	Sスラグ、Tスラグ、砕石
水セメント比(%)	65, 55, 45
粗骨材への溶融スラグ置換率(%)	0, 40, 100

※配合条件・・・スランプ 8 ± 1 cm, 空気量 $6 \pm 1\%$

表2 骨材の物理的性質試験結果

骨材	種類	物性値						
		表乾密度 (g/cm^3)	絶対密度 (g/cm^3)	吸水率 (%)	F.M.	単位容積質量 (kg/L)	実積率 (%)	BS40tf破壊値 (%)
粗骨材	Sスラグ	2.43	2.40	1.03	6.60	1.36	56.6	47.0
	Tスラグ	2.80	2.78	0.60	6.78	1.57	56.5	39.0
	砕石	2.62	2.59	1.56	6.61	1.57	61.0	12.7
細骨材	—	2.64	2.59	1.84	2.78	1.72	66.6	—
砕石の品質基準	—	—	2.50以上	3.0以下	—	—	55以上	—

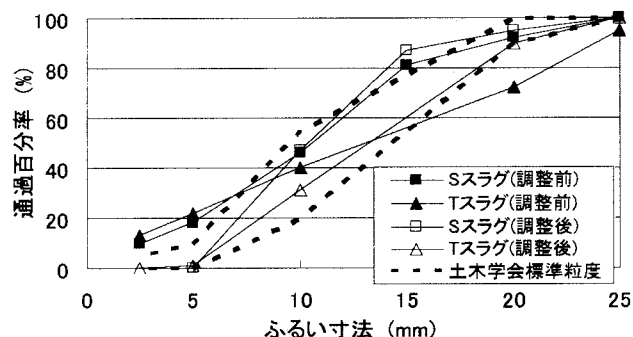


図1 ふるい分け試験結果

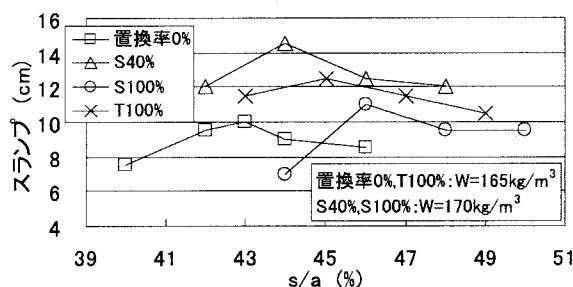


図2 スランプと細骨材率(s/a)の関係

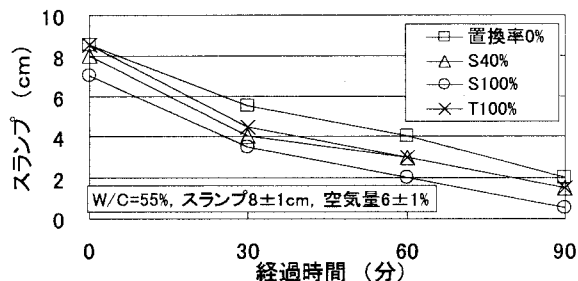


図3 スランプの経時変化

適 s/a は S スラグで 46%, T スラグで 45% となり普通コンクリートのそれよりも 2~3% 高くなった。これは, スラグの形状が碎石に比べて悪いことが一因と考えられる。

(b)スランプおよび空気量の経時変化 図3, 4より, 溶融スラグを用いたコンクリートのスランプおよび空気量の経時変化は普通コンクリートとほぼ同じ挙動を示し, 溶融スラグの種類や置換率の大小における影響はほとんどない。

(c)凝結時間試験 図5より, 溶融スラグを用いたコンクリートの凝結時間は普通コンクリートとほぼ同じ値を示し, 溶融スラグの種類や置換率の大小が凝結時間に及ぼす影響はないと言える。

(d)ブリーディング試験 図6より, 普通骨材および溶融スラグを用いたコンクリートのブリーディング率, ブリーディング終了時間はほぼ同じ値を示し, 溶融スラグの種類や置換率の大小における影響はほとんどない。

3.3 溶融スラグを混入した硬化コンクリートの物性

図7より, 溶融スラグを用いたコンクリートにおいても圧縮強度と C/W との間に直線関係が存在すること, C/W が大きいほど溶融スラグの使用による強度低下が大きくなることがわかる。溶融スラグの使用によって圧縮強度が低下する原因は, スラグの破碎値が碎石よりも大きく, もろいことが原因になっていると考えられる。なお, Tスラグの方がSスラグよりも大きいと想定されるが, 両者のコンクリートの圧縮強度には差がなかった。

土木学会では, 普通コンクリートに対して, 圧縮強度 (f_c) から引張強度 (f_t) を予測する式 (図8参照) を提示している。図8より, 溶融スラグを用いたコンクリートの引張強度は土木学会の予測式によって, やや安全側の値 (実験値の方が大きい) で予測が可能であるといえる。

一方, 図9より, 溶融スラグを用いたコンクリートの静弾性係数は, 圧縮強度が増加してもほぼ一定で, 圧縮強度の増加に伴って土木学会のコンクリート標準示方書における規定値よりも小さな値を示している。

4. 結論

溶融スラグを粗骨材として用いたコンクリートのフレッシュ性状は溶融スラグの使用による影響がほとんどないといえる。一方強度に関しては, 溶融スラグの使用によって圧縮強度が低下すること, 圧縮強度が増加しても弾性係数がそれに見合って増加しないことなどが特性として挙げられるが, 溶融スラグの品質は強度性状に影響を及ぼさず, コンクリート用粗骨材に適用できるといえる。

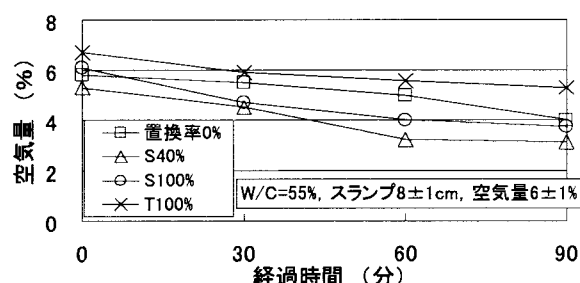


図4 空気量の経時変化

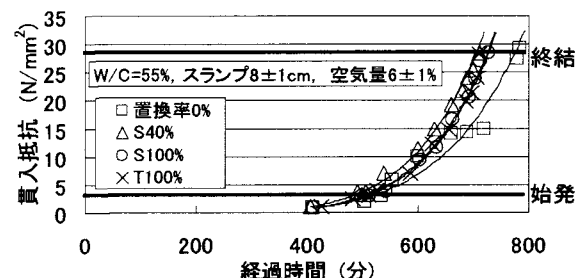


図5 凝結時間試験

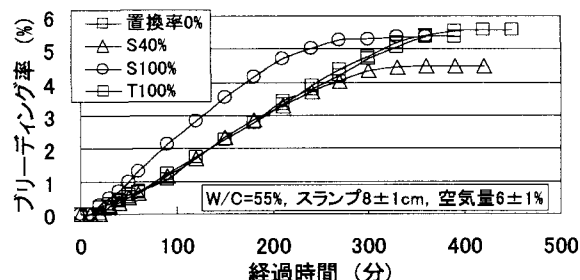


図6 ブリーディング試験

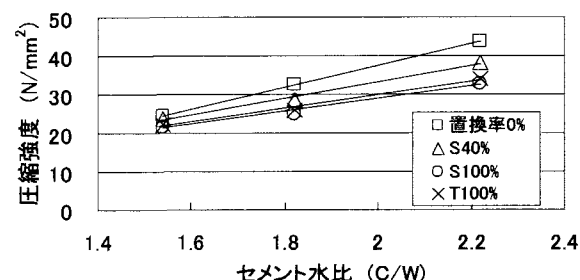


図7 材齢28日における圧縮強度とセメント水比の関係

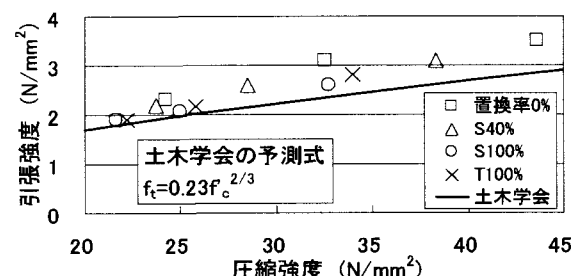


図8 材齢28日における圧縮強度と引張強度の関係

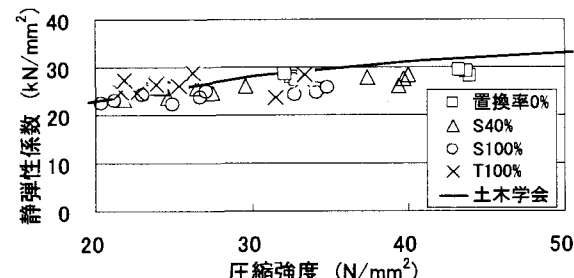


図9 材齢28日における静弾性係数と圧縮強度の関係