

焼却灰溶融スラグを粗骨材に用いたコンクリートのフレッシュ性状と耐久性

鳥取大学大学院 学生会員 ○可児 知大 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
 福山大学 正会員 宮内 克之

1.はじめに

近年、一般廃棄物は年々増加する一方で、新規の最終処分場の立地が困難なこと、さらには、最終処分場への負担軽減や環境への配慮から、都市ごみの発生抑制とともにごみ焼却灰の減容化・再資源化への取り組みが重要視されている。その一対策として、ごみ焼却灰を溶融スラグ化する技術が開発され、その施設の設置が奨励されている。本研究では、この溶融スラグをコンクリート用粗骨材として有効に利用するための基礎的資料を得るため、溶融スラグを用いたコンクリートの配合設計と物性値について検討した結果を述べる。

2.実験概要

試験に選定した要因と水準を表-1 に示す。本研究では、セ

表-1 実験要因

要因	水準
粗骨材	碎石, 溶融スラグ
水セメント比 (%)	65, 55, 45
粗骨材への溶融スラグの置換率 (%)	0, 20, 40, 60, 80, 100

表-2 骨材の物性値

骨材	呼び名	生産地	物性値					
			表乾密度 (g/cm ³)	絶乾密度 (g/cm ³)	吸水率 (%)	FM	実積率 (%)	破砕値 (%)
細骨材	混合砂	—	2.64	—	1.57	2.82	65.4	—
粗骨材	碎石	智頭町	2.69	2.78	0.88	6.61	59.9	11.3
	溶融スラグ	栃木県	2.80	2.67	0.60	6.78	56.3	39.0
JCI基準	—	—	—	2.50以上	3.0以下	—	55以上	—

メントには普通ポルトランドセメント（密度 3.15g/cm³）を、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。粗骨材には碎石ないしは溶融スラグを単独にあるいは混合して、細骨材

には砕砂と陸砂の混合砂を使用した（表-2 参照）。なお、コンクリート試験としては、①スランプ、②空気量、③凝結時間、④ブリーディング、⑤圧縮強度、⑥凍結融解、の各試験を実施した。

3.実験結果および考察

3.1 溶融スラグの物理的性質

購入した溶融スラグはそのままでは土木学会の標準粒度内にはない。そのため、捨て分を少なくする観点から図-1 の●のように粒度調整をしたものを粗骨材として用いた。表-2 より、用いた溶融スラグは、絶乾密度、吸水率、実積率ともに JCI の基準値を満たしている。特徴として破砕値が 39.0%と大きな値を示し骨材自体の強度は弱いこと、実積率は碎石よりも小さく、形状が悪いことが挙げられる。

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

(1)最適 s/a；最適 s/a は溶融スラグの置換率の増加に伴ってやや増加する。これは、溶融スラグの置換率の増加に伴って実積率がやや減少することが主たる原因と考えられる（表-2 参照）。

以下の試験においては、配合は、s/a には図-2 に示す最適 s/a を用い、スランプ 8±1 cm、空気量 5±1%の条件下で行った。

(2)単位水量；図-3 より、目標スランプ 8cm を得るために必要な単位水量は溶融スラグ置換率の大小によらず置換率 0%の普通コンクリートと同一としてよいといえる。

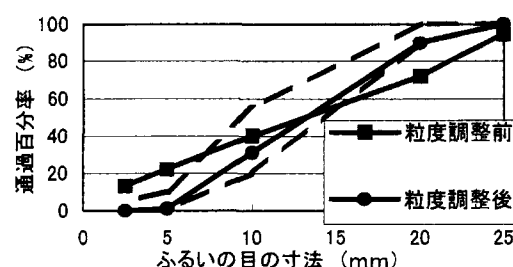


図-1 粒度分布

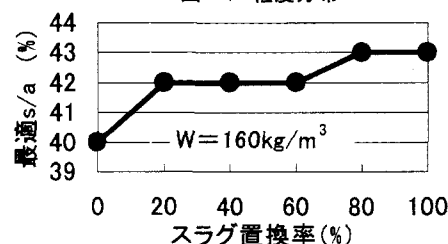


図-2 置換率と最適 s/a の関係

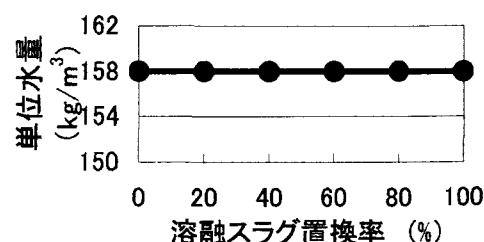


図-3 単位水量と置換率の関係

(3)凝結時間試験 (図-4); 粗骨材に溶融スラグを用いたコンクリートの凝結時間は、置換率 100%の終結時間が 40 分程度遅れることを除けば、その他の置換率においては始発、終結時間ともに碎石のみを用いたコンクリートのそれとほぼ同じで、溶融スラグの混入量の相違は凝結時間に影響を及ぼさないといえる。

(4)ブリーディング試験 (図-5); 溶融スラグを用いたコンクリートのブリーディング率およびブリーディング終了時間は、碎石のみを用いたコンクリートのそれとほぼ同じである。

以上の結果さらにはスランプおよび空気量試験の結果より、溶融スラグの混入の多少は、ブリーディング率、ブリーディング終了時間、スランプと空気量の経時変化などのフレッシュコンクリートの性状にほとんど影響を及ぼさないことが明らかになった。

3.3 溶融スラグ混入コンクリートの硬化後の強度

図-6 に圧縮強度と溶融スラグ置換率の関係を示す。どの W/C においても溶融スラグの置換率が増加するに伴って圧縮強度は低下している。これは、溶融スラグの骨材自体の強度が碎石に比べて弱いことに起因していると考えられ、高強度ほど低下の程度が大きい。しかし、W/C=45~65% の範囲であれば、置換率 100%においても 0%の場合の 8 割以上の強度が得られる。

3.4 溶融スラグの混入が硬化コンクリートの耐久性に及ぼす影響

図-7, 8 に、凍結融解試験の結果 (W/C=55%) を示す。相対動弾性係数は、溶融スラグの置換率が増加するとやや大きな低下を示すが、置換率 100%のものでも 60%を上回っており、一般の土木構造物であれば溶融スラグを混入しても実用上問題ないといえる。なお、質量減少率については、溶融スラグの置換率にかかわらずほぼ同じ値を示した。

W/C=45%はもちろんのこと、W/C=65%においても相対動弾性係数は置換率 100%において 300 サイクルで 60%を上回った。質量減少率は W/C によって若干異なるが、同一 W/C においては置換率によらずほぼ同じ値を示した。このことより、溶融スラグの混入の多少は、凍結融解抵抗性に影響を及ぼさないといえる。

4. 結論

溶融スラグをコンクリート用粗骨材として用いる場合、コンクリートのフレッシュ性状には影響を及ぼさない。硬化後の物性については、圧縮強度のみについていえば、碎石のみを用いたものと同様に使用できる可能性がある。凍結融解抵抗性についても、溶融スラグの混入は、影響を及ぼさない。

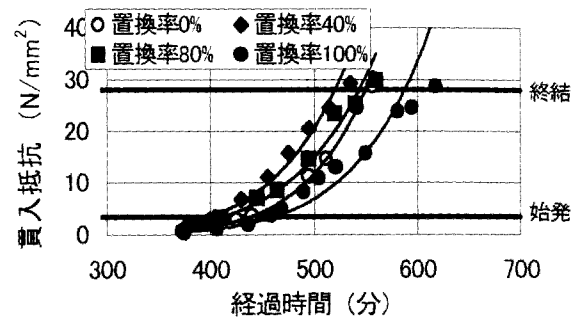


図-4 凝結時間試験結果

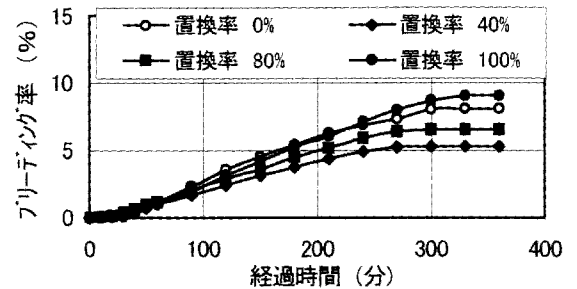


図-5 ブリーディング試験結果

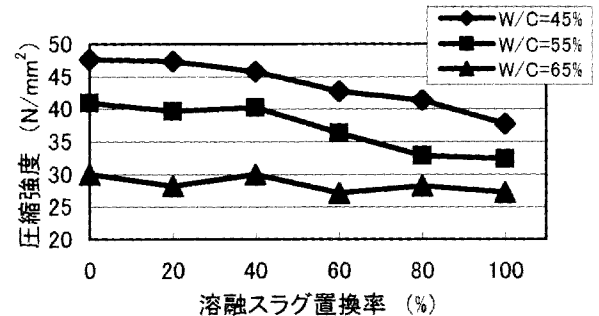


図-6 圧縮強度と溶融スラグ置換率の関係

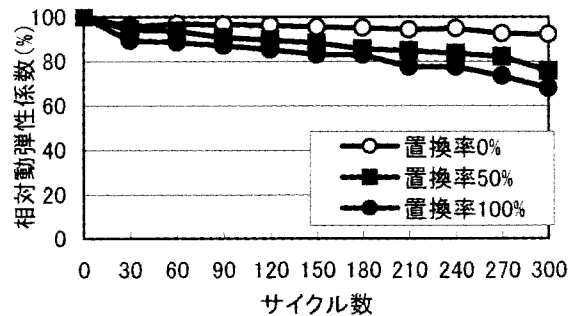


図-7 相対動弾性係数

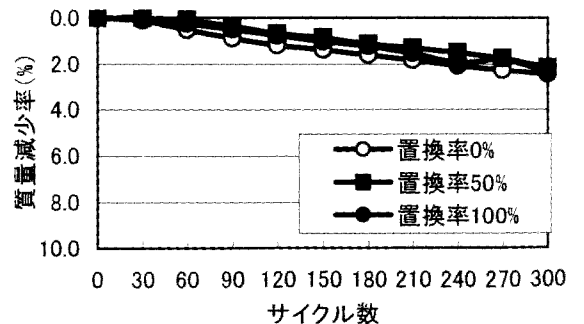


図-8 質量減少率