

一般廃棄物溶融スラグ細骨材の加圧締固めコンクリート製品への適用性に関する実験的検討

ジオスター(株) 正会員 ○白石 哲也 ジオスター(株) 正会員 渡辺 敬一
ジオスター(株) 小平 好美 新日本製鐵(株) 西原 信義

1. はじめに

一般廃棄物溶融スラグ細骨材（以下、溶融スラグという）は、インターロッキングブロック等の低強度コンクリート製品やアスファルト合材の骨材として有効利用されているが、高強度コンクリートに適用した例は少ない。溶融スラグの産出量は今後大幅に増加する傾向にあり、処分場不足や天然骨材の枯渇の面からも溶融スラグを積極的に利用する必要があると考えられる。また、自治体においては、公共工事におけるグリーン調達を拡大する施策としてコンクリート製品の認定を制度化しているところもあり、今後このような施策を行っていく自治体が多くなると考えられる。以上のような背景をもとに、筆者らは、溶融スラグの高強度コンクリートへの適用を目的に、加圧締固めコンクリート（以下、加圧コンクリートという）製品への適用性に関して検討を行った。

2. 実験概要

本検討では、コンクリートのスランブが3.0±1.5cmで、かつ、材齢14日設計基準強度が60N/mm²の加圧コンクリート製品への適用を想定した。細骨材の一部を溶融スラグと容積置換した配合のスランブ、VB値、空気量、圧縮強度および静弾性係数について確認し、溶融スラグの置換による影響を把握した。次に、この影響を考慮した示方配合を決定し、実物大供試体を試作して設計荷重まで曲げ載荷確認実験を行った。

使用材料を表－1に示す。細骨材の物理的性質を表－2に示す。溶融スラグは、シャフト炉式ガス化溶融炉より溶融処理されたスラグを水砕、粒度調整したものを使用した。なお、溶融スラグは、重金属の含有量や溶出など、安全性に問題の無いことが確認されたものを使用した。

表－1 使用材料

材料	種類	密度 (g/cm ³)	吸水率 (%)	粗粒率 (F.M.)	実績率 (%)
水	静岡県大井川地下水	1.00	—	—	—
セメント	普通ポルトランドセメント	3.16	—	—	—
細骨材	川砂(静岡県大井川産)	表－2			
	溶融スラグ(岐阜県多治見市産)				
粗骨材	砂利(静岡県大井川産)	2.65	0.80	6.58	64.6

加圧コンクリートの配合を表－3に示す。この配合において、スランブ、圧縮強度および静弾性係数の測定は、JISに準じて行った。硬練りコンクリートであるため、空気量は、ワシントン型エアメータを用いてJIS法および3000vpmの振動台により締固めを行い測定した。VB値は、3000vpm、振幅1mmのVB試験機により測定した。

表－2 細骨材の物理的性質

試験項目		川砂	スラグ	TR A 0016
ふるい分け	粒度分布	範囲内	範囲内	範囲内
	粗粒率	2.71	2.77	—
微粒分量	(%)	0.5	2.12	7.0以下
単位容積質量	(kg/l)	1.77	1.54	—
実績率	(%)	66.2	57.3	53以上
表乾密度	(g/cm ³)	2.64	2.71	—
絶乾密度	(g/cm ³)	2.6	2.67	2.5以上
吸水率	(%)	1.33	1.20	3.0以下
安定性	(%)	3.67	2.13	10以下
アルカリ・シリカ反応		(無害)	(無害)	

圧縮強度用供試体は、振動台で締固めた後、加圧成形機により加圧力1.0Mpa、加圧時間5分の加圧締固めを行い作製した。養生は、加圧保持状態のまま前置き無し、温度90℃で3.0時間蒸気養生を行い、蒸気養生後は、所定材齢まで温度20℃、湿度60%RHの気中養生を行った。

3. 実験結果および考察

3.1 溶融スラグ置換による影響の把握

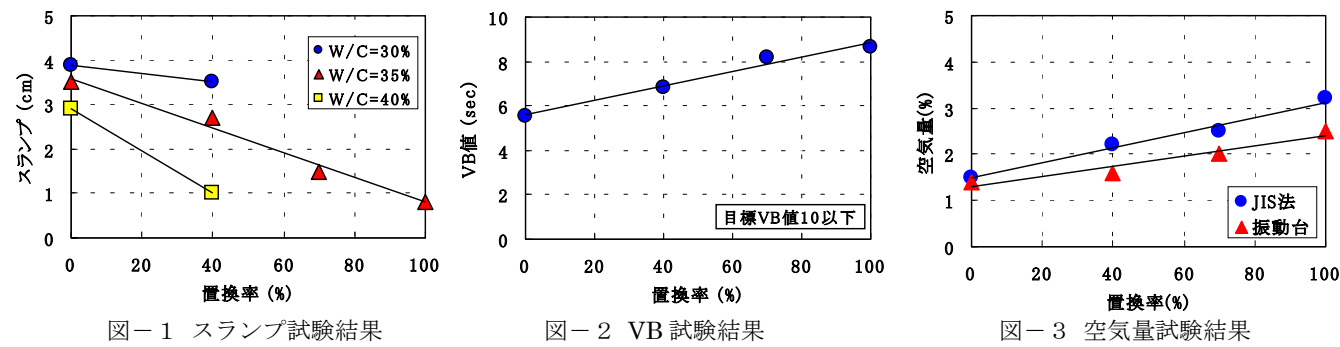
図－1は、溶融スラグ置換率とスランブの関係を示したものである。スランブは、置換率の増加にともない小さくなる傾向を示した。小さくなる要因として、溶融スラグの角ばりの程度が大きく、また、微粒分量が川砂と比較して大きいことから、骨材表面に練混ぜ水が吸着したためと考えられる。また、コンクリートに占める骨材の割合が大きくなるため、水セメント比が大きいほどスランブは、小さくなる傾向を示した。

表－3 コンクリートの配合

水セメント比 (%)	置換率 (%)	単位量(kg/m ³)				
		水	セメント	川砂	スラグ	粗骨材
30	0	190	633	659	0	914
	40	190	633	396	271	914
35	0	170	486	768	0	981
	40	170	486	461	315	981
	70	170	486	230	552	981
	100	170	486	0	789	981
40	0	162	405	844	0	994
	40	162	405	506	346	994

キーワード：溶融スラグ、加圧締固め、コンクリート製品、シャフト炉式ガス化溶融炉、高強度コンクリート

連絡先 〒428-0021 静岡県榛原郡金谷町金谷河原 1617 番地 ジオスター(株)技術研究所 TEL:0547-45-3491



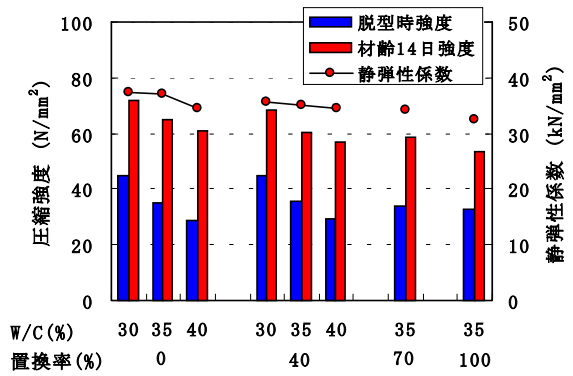
図－2は、水セメント比35%時の溶融スラグ置換率とVB値の関係を示したものである。VB値は、置換率の増加にともない大きくなる傾向を示したが、全て目標VB値10秒以下であり、スランプが小さくなる傾向ほど顕著ではなかった。この要因として、富配合であるため、コンクリートに占める骨材の割合が小さいこと。また、溶融スラグの微粒分が若干有利に寄与したと考えられる。

図－3は、水セメント比35%時の溶融スラグ置換率と空気量の関係を示したものである。空気量は、置換率の増加にともない大きくなる傾向を示した。溶融スラグの微粒分により、若干粘性が高くなったため、エントラップトエアが多くなったと考えられる。

図－4は、溶融スラグ置換率と圧縮強度および材齢14日静弾性係数の関係を示したものである。圧縮強度および静弾性係数は、置換率の増加にともない小さくなる傾向を示したが、置換率40%以下であれば、強度低下は小さい結果が得られた。

3.2 示方配合決定

表－4に示方配合を示す。示方配合の決定にあたっては、溶融スラグの製品重量に対する割合を10%以上とした。配合強度は、変動係数を5.0%と仮定して65.4N/mm²とし、脱型時強度は、川砂のみを使用した配合と同等とし30N/mm²以上とした。また、単位水量は、175kg/m³を上限値とした。



図－4 圧縮強度および静弾性係数試験結果

表－4 溶融スラグの影響を考慮した示方配合

水セメント比 (%)	置換率 (%)	細骨材率 (%)	単位量 (kg/m ³)				
			水	セメント	川砂	スラグ	粗骨材
32	35	42.8	175	547	468	259	965

3.3 実物大供試体の試作および曲げ載荷確認実験

実物大供試体は、人道橋を想定し、自重4.45kN/m²および群集荷重5.0kN/m²が作用する桁高0.18×幅1.0×長さ6.2mの加圧コンクリートスラブとした。

試作は、工場の生産設備を用いて練混ぜ、打設、加圧締固めおよび蒸気養生を行い、蒸気養生後の養生は、屋外空中養生を行った。

加圧コンクリートスラブ試作時の作業性および脱型後の供試体外観は、普通骨材を用いたコンクリートと同等の性状を有していることを確認した。また、圧縮強度は、表－5に示すとおり配合強度を2N/mm²程度上回ったが、想定した変動係数5.0%の範囲内である。

曲げ載荷確認実験は、両端自由支承、支持スパン5.8mの中央1点載荷として設計荷重まで載荷を行い、ひび割れは許容ひび割れ幅以下であった。また、たわみは、計算値と同等であることを確認した。

4. まとめ

溶融スラグは、スランプおよび圧縮強度の低下傾向を示すものの、置換率35%以下であれば、設計基準強度60N/mm²の加圧コンクリート製品への材料として適用可能であることが確認された。

参考文献

・廃棄物のコンクリート材料への再資源化に関するシンポジウム論文集 JCI-C56, pp.193