

ごみ溶融スラグを用いたコンクリートの品質改善に関する基礎的研究

東洋建設(株)美浦研究所 正会員 ○竹中 寛
 東洋建設(株)美浦研究所 正会員 末岡 英二
 東洋建設(株)美浦研究所 安田 正雪
 東海大学 正会員 笠井 哲郎

1. はじめに

近年、減容化による埋立処分場の延命や環境負荷低減の観点から、一般廃棄物の焼却残渣を溶融固化したもの（以下、ごみ溶融スラグと称す）を、資源として有効利用する傾向が高まり、コンクリート用細骨材としての利用検討も多くなされている。しかし、ごみ溶融スラグを通常の細骨材の代替としてコンクリートに使用する場合、ブリーディング増加や凝結遅延等の品質低下が問題とされ、このことが、ごみ溶融スラグの利用拡大が進んでいない原因のひとつであると考えられる。

そこで本研究では、ごみ溶融スラグの置換率がコンクリートの品質に及ぼす影響を明らかにするとともに、品質低下を抑制する練混ぜ方法や混和剤の添加について、コンクリートの配合から粗骨材を除いたモルタルを用い、基礎的な検討を行った。

2. ごみ溶融スラグの置換率がコンクリートの品質に及ぼす影響

2. 1 実験概要

使用材料を表-1に示す。細骨材は陸砂と砕砂を7:3で混合した混合砂を用い、ごみ溶融スラグを内割で置換した。

コンクリートの配合表を表-2に示す。コンクリートの配合は、目標スランプ8cm、目標空気量4.5%、練上がり温度 $20\pm3^{\circ}\text{C}$ 一定とし、水セメント比とごみ溶融スラグの細骨材中の質量百分率をパラメータとして配合を設定した。

試験項目および方法を表-3に示す。凝結時間試験は水セメント比64%の配合についてのみ実施した。

2. 2 実験結果および考察

ごみ溶融スラグ置換率とブリーディング率の関係を図-1に示す。ブリーディング率は、水セメント比の違いにかかわらず、ごみ溶融スラグの置換率の増加に伴い大きくなる傾向を示し、特に置換率が50%を超えると急激に増加した。これは、ごみ溶融スラグは密度が比較的大きく、材料の表面がガラス質でセメントペーストの保持能力が低いことより、ごみ溶融スラグの置換率が高い配合では、コンクリートの材料分離が助長されたためであると考えられる。

ごみ溶融スラグ置換率と凝結時間の関係を図-2に示す。ごみ溶融スラグの置換率の増加に伴い、始発時間の遅延が確認され、置

表-1 使用材料

種類 (記号)	産地・仕様
セメント (BB)	高炉セメントB種 密度 3.04g/cm^3 比表面積 $3880\text{cm}^2/\text{g}$
セメント (N)	普通ポルトランドセメント 密度 3.16g/cm^3 比表面積 $3280\text{cm}^2/\text{g}$
細骨材1 (S1)	茨城県鹿島産砕砂 表乾密度 2.57g/cm^3 吸水率 1.96% 粗粒率 2.32
細骨材2 (S2)	茨城県空間産砕砂 表乾密度 2.60g/cm^3 吸水率 1.53% 粗粒率 3.26
ごみ溶融ス ラグ (MS)	表乾密度 2.81g/cm^3 吸水率 0.74% 粗粒率 2.46 交流アーク式溶融炉
粗骨材 (G)	茨城県岩瀬産砕石 表乾密度 2.65g/cm^3 吸水率 0.64% 粗粒率 6.73
AE減水剤	リグニンスルホン酸系
増粘剤 (MC)	低界面活性型水溶性 セルロースエーテル

表-2 コンクリートの配合表

No.	細骨材比率		F.M.	配 合							混和剤 AE 減水剤 (C※)		
	MS (%)	混合砂 (%)		W/C (%)	s/a (%)	Gvol (ℓ/m ³)	空気量 (%)	単位量(kg/m ³)					
								W	C	S		MS	G
No.1-1	0	100	2.60	64	46.8	383	4.5	155	242	839	0	1015	0.25
No.1-2				57	45.3	388		155	272	801	0	1028	
No.1-3				50	43.8	392		155	310	762	0	1039	
No.2-1	25	75	2.56	64	46.8	382		156	244	846	216	1012	
No.3-1	50	50	2.53	64	46.3	384		158	247	437	438	1018	
No.3-2				57	44.8	389		158	277	418	418	1031	
No.3-3				50	43.3	393		158	316	396	397	1041	
No.4-1	75	25	2.49	64	46.3	383		159	248	225	676	1015	
No.5-1	100	0	2.46	64	45.8	386		160	250	0	913	1023	
No.5-2				57	44.3	391		160	281	0	871	1036	
No.5-3				50	42.8	394		160	320	0	826	1044	

表-3 試験項目および方法

試験項目	試験方法
スランプ	JIS A 1101
空気量	JIS A 1128
凝結時間	JIS A 1147
ブリーディング	JIS A 1123

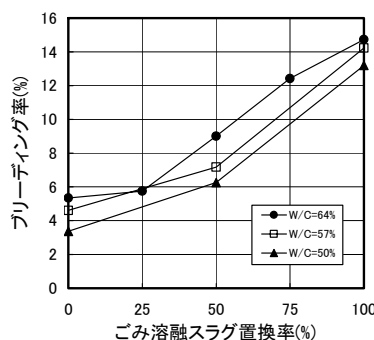


図-1 ごみ溶融スラグ置換率とブリーディング率の関係

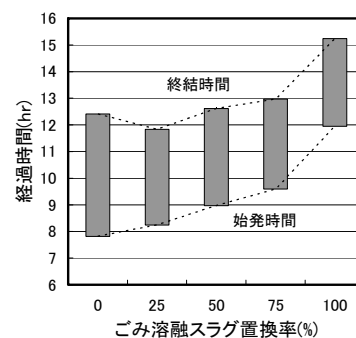


図-2 ごみ溶融スラグ置換率と凝結時間の関係 (W/C=64%)

キーワード ごみ溶融スラグ、ブリーディング、凝結時間、ダブルミキシング、増粘剤

連絡先 〒300-0424 茨城県稲敷郡美浦村受領 1033-1 TEL 029-885-7511 FAX 029-885-7766

換率が0%のコンクリートに比べ50%のもので1時間、100%のもので4時間、それぞれ遅くなった。

以上のコンクリートによる物性確認実験により、ごみ溶融スラグの50%以上の置換では、ブリーディングの増加、および凝結遅延が確認された。そこで、これらのコンクリートの品質を改善するため、コンクリートの配合から粗骨材を除いたモルタルを用い、品質低下の抑制に関する基礎実験を行った。

3. コンクリートの品質改善のためのモルタルによる基礎検討

表-4 モルタルの配合

3. 1 実験概要

基礎実験のモルタルの配合を表-4に示す。
CASE1では高炉セメントB種および普通ポルトランドセメントを用いた場合について検討し、CASE2ではセルローズ系の増粘剤を練混ぜ水に対し内割で添加した。水セメント比は64%とし、練混ぜ方法は、CASE1は練混ぜ水を一度に加えるシ

ングルミキシング¹⁾（以下、SMと称す）と、練混ぜ水を二度に分割（一次水：W1（攪拌トルクが最小となるW1/Cより設定）、二次水：W2）して加えるダブルミキシング（以下、DMと称す）の2水準で検討した。

試験項目および方法を表-5に示す。凝結時間試験は、CASE1の高炉セメントB種をSMおよびDMで練り混ぜた配合と、普通ポルトランドセメントをDMで練り混ぜた配合についてのみ実施した。

3. 2 実験結果および考察

ごみ溶融スラグ置換率とブリーディング率の関係を図-3に示す。高炉セメントB種を用いた配合や普通ポルトランドセメントを用いてSMで練り混ぜた配合は、ごみ溶融スラグの置換率が大きいほどブリーディング率が増加した。一方、それぞれDMで練り混ぜた配合でも、ごみ溶融スラグの置換率の変化に伴いブリーディング率は増加したが、SMと比較してブリーディング率は小さくなる傾向がみられ、特に普通セメントを用いた配合では各置換率で半分以下まで減少した。さらに、高炉セメントB種を用いた配合では、増粘剤の添加によるブリーディングの抑制効果は大きく、ごみ溶融スラグの置換率が100%のブリーディング率は、無置換のものと比較しても小さい結果となった。これは増粘剤の添加によりセメントペーストの保水性が向上し、ブリーディングの発生を抑制したためと考えられる。

高炉セメントB種をSMおよびDMで練り混ぜた配合と、普通ポルトランドセメントをDMで練り混ぜた配合のごみ溶融スラグ置換率と凝結時間の関係を図-4に示す。高炉セメントB種の場合、ブリーディング率の傾向と類似し、凝結時間は練混ぜ方法の違いによる影響を殆ど受けなかった。一方、普通ポルトランドセメントをDMで練り混ぜた配合では、置換率100%において、凝結時間が高炉セメントB種のDMのものと比較して大幅に短縮しており、ブリーディング率の増加が凝結遅延の要因であると仮定すると、セメントの種類によってはDMにより凝結遅延を抑制できると考えられる。

4. まとめ

ごみ溶融スラグを細骨材として用いた場合、置換率が50%を超えるとブリーディングが増加し、凝結時間が遅延するが、DMでの練混ぜや増粘剤の添加、セメントの種類の選定により、これらの品質低下を低減できる。

参考文献 1)田澤栄一・笠井哲郎:フレッシュセメントペーストのダブルミキシング効果,土木学会論文集, No.396/V-9,pp.134-142,1988.

CASE	練混ぜ 方法	細骨材比率		W/C	W1/C	配 合								混和剤	
		MS	混合砂			W	W1	W2	単位量 (kg/m ³)				MS	AE	
									C1 (BB)	C2 (N)	S	減水剤		増粘剤	
		(%)	(%)	(%)	(%)								(C%)	(W%)	
CASE1	SM/DM	0	100	64	24	259	97	162	404	—	1401	0	0.25	—	
		50	50			264	99	165	413		731	733			
		100	0			296	101	195	420		0	1532			
		0	100			259	100	159	—	421	1401	0			
		50	50			264	104	160		430	731	733			
		100	0			296	104	192		436	0	1532			
CASE2	SM	0	100	—	—	259	—	—	404	—	1401	0	0.2	—	
		50	50			264	—	—	413		731	733			
		100	0			296	—	—	420		0	1532			

※W=W1+W2

表-5 試験項目および方法

試験項目	試験方法
モルタルフロー	JIS R 5201
凝結時間	JIS A 1147
ブリーディング	JSCE - F 522

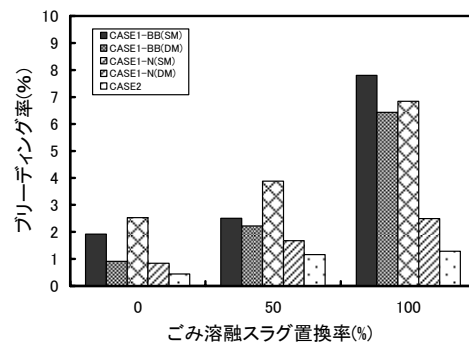


図-3 ごみ溶融スラグ置換率と

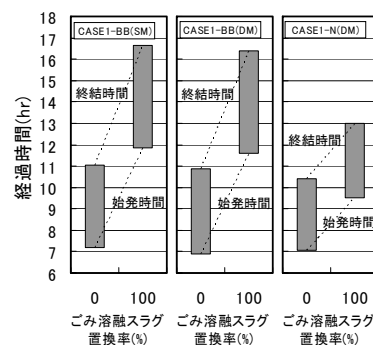


図-4 ごみ溶融スラグ置換率と凝結時間の関係