

ごみ溶融スラグ細骨材を用いたコンクリートの品質改善に関する研究

東海大学大学院 学生員 ○磯貝 寛幸
東洋建設(株)美浦研究所 正会員 竹中 寛
東海大学工学部 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、一般廃棄物や産業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）の有効利用を目的として、コンクリート用骨材への適用が検討されている。しかし、ごみ溶融スラグを細骨材として用いた場合、ブリーディングの増加、凝結遅延等、コンクリートの品質低下が問題となる¹⁾。そこで本研究では、細骨材にごみ溶融スラグを用いた配合において、練混ぜ方法にダブルミキシングを適用することや混和材料を添加することで、セメントペースト

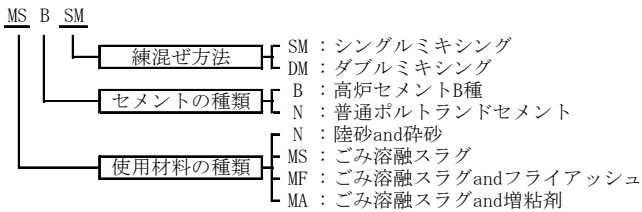
の改質を行い、細骨材にごみ溶融スラグを用いたコンクリートの品質低下の抑制手法について実験的検討を行った。

2 実験概要

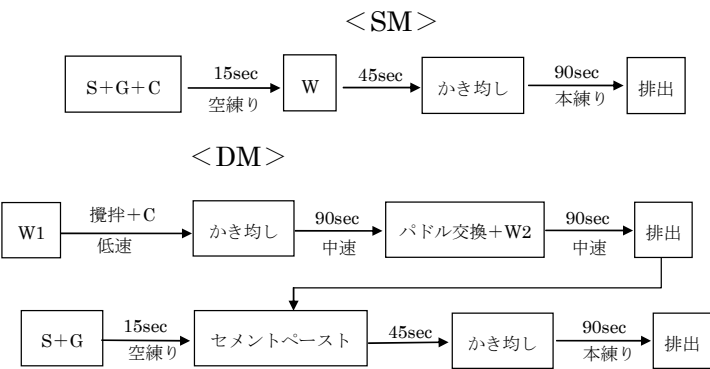
セメントは普通ポルトランドセメント(密度 3.16g/cm³，以下 N)，高炉セメント B 種(密度 3.04g/cm³，以下 BB)の 2 種類を使用した。細骨材は千葉県印西産ごみ溶融スラグ(表乾密度 2.73g/cm³)，茨城県鹿島産陸砂(表乾密度 2.54/cm³)，茨城県笠間産砕砂(表乾密度 2.57g/cm³)，粗骨材は茨城県岩瀬産碎石(表乾密度 2.66/cm³)を使用した。混和材料として，フライアッシュ(密度 2.54/cm³，JIS 外灰品，以下 FA)，リグニンスルホン剤系の AE 減水剤，セルロース系の増粘剤を使用した。コンクリートの配合表、配合名の設定方法、練混ぜ方法をそれぞれ表 1、図 1、2 に示す。なお、FA は細骨材に置換して使用した。練混ぜ方法は従来の方法に相当するシングルミキシング(以下 SM)およびモルタルミキサを使用し、ダブルミキシング(以下 DM) (DM における W1/C はブリーディングが最小となる 24%とした)²⁾でセメントペーストを練混ぜた後、コンクリートミ

表ー1 コンクリートの配合

No.	配合名	MS 混合率 (%)	W/C (%)	W1/C (%)	S/a (%)	単位量 (kg/m ³)										混和剤		
						W					S				G	増粘剤 (W×%)	AE 剤 100 倍希 (C×%)	AE 減水剤 4 倍希釈 (C×%)
						W	W1	W2	C		砕砂	陸砂	MS	FA				
A	N(B) SM	0		0			0	155			236	544	0	0	1043	0.000	0.002	0.250
B	MS(B) SM	100		0			0	155			0	0	835	0	1043	0.000	0.001	
C	MF(B) SM	100		0			0	155			0	0	726	89	1043	0.000	0.001	
D	MA(B) SM	100	50	0	43.8	155	0	155	310		0	0	835	0	1043	0.250	0.001	
E	MS(B) DM	100		24			74	81			0	0	835	0	1043	0.000	0.001	
F	MS(N) SM	100		0			0	155			0	0	838	0	1048	0.000	0.001	
G	MS(N) DM	100		24			74	81			0	0	838	0	1048	0.000	0.001	



図ー1 配合名の設定



図ー2 練混ぜ方法

キサを用いて細・粗骨材と練混ぜる方法の 2 水準で検討を行った。試験項目はブリーディング試験，凝結時間試験，圧縮強度試験，促進中性化試験を JIS 規定に準拠して行った。圧縮強度試験は供試体(φ 10×20cm)を打設から 24 時間経過後に脱型し，水中養生(水温 20±3℃)を行い，材齢 28，56，91 日で測定した。促進中性化試験は供試体(10×10×40cm)を打設から 24 時間経過後に脱型し，材齢 28 日まで水中養生(水温 20±3℃)を行った後，材齢 56 日まで気中養生(室温 20±1℃)を行い，中性化促進装置に静置し，促進期間 7，28 日でフェノールフタレイン 1%溶液を用いて中性化領域を測定した。なお，促進中性化試験は BB を用いたコンクリートのみ実施した。

3 実験結果および考察

図-3～図-6 にコンクリートのブリーディング試験, 凝結時間試験, 圧縮強度試験, 促進中性化試験の実験結果をそれぞれ示す。

図-3 より普通コンクリートに比べ, 細骨材にごみ溶融スラグを用いたコンクリートのブリーディング率は約 6 倍と大幅に増大した。また, 細骨材にごみ溶融スラグを用いたコンクリートに FA または増粘剤の使用および DM を適用することでブリーディング率の増大を抑制できた。特に DM を適用することでブリーディング率は著しく低減した。これは, DM によりセメント粒子が, 保水性の高い凝集構造を形成し, 間隙水を凝集構造内部に拘束し, コンクリートのブリーディングが低減したことが要因であると推察される²⁾。

図-4 より普通コンクリートに比べ, 細骨材にごみ溶融スラグを用いたコンクリートの凝結時間は始発で約 3 時間, 終結で約 2 時間遅延しているが, DM を適用することで凝結遅延を抑制できた。これは DM によりセメント粒子の分散性が向上し, セメントの接水面積が大きくなり, 初期材齢における水和が促進されたためであると推察される。なお, この傾向は N を用いたコンクリートでも同様であった。しかし, FA または増粘剤を使用すると凝結遅延はさらに拡大した。特に増粘剤の影響が大きい, これは増粘剤がセメントの水和を遅延したためであると推察される。

図-5 より普通コンクリートに比べ, 細骨材にごみ溶融スラグを用いたコンクリートの圧縮強度は材齢 28, 56, 91 日でそれぞれ 26%, 24%, 23%低下した。長期材齢において圧縮強度の差が小さくなっていることより, 若干ではあるがごみ溶融スラグの潜在水硬性が寄与したと推察できる。また, 細骨材にごみ溶融スラグを用いたコンクリートに FA または増粘剤の使用および DM を適用することで強度低下を抑制できた。これは, 前述したようにブリーディングの低減により遷移帯の形成量が少なくなったためであると推察される。

図-6 より細骨材にごみ溶融スラグを用いたコンクリートの方が普通コンクリートより中性化深さは, 若干小さい。これはごみ溶融スラグの潜在水硬性によるコンクリート組織の緻密化がコンクリートの中性化を抑制したと推察できる。また, FA または増粘剤の使用および DM を適用することでコンクリートの中性化をさらに抑制できた。これらのことは, FA などの使用でブリーディングを低減させたことでコンクリートの組織が緻密化し, 中性化の原因となる二酸化炭素の進入が低減したことが要因であると推察できる。

4 まとめ

1) ごみ溶融スラグの使用に伴うブリーディング率の増加, 凝結遅延は練混ぜ方法にダブルミキシングを適用することで, これらの品質低下を低減できる。

2) 細骨材にフライアッシュを混合または混和剤として増粘剤を使用すると, ブリーディング率の増加, 圧縮強度の低下, 中性化抑制の観点では効果的であるが, 凝結遅延は大きくなる。

[参考文献]

1) 竹中寛・笠井哲郎ほか: ゴミ溶融スラグを用いたコンクリートの品質改善に関する研究, コンクリート工学年次論文集, Vol. 28.No1. 2006.

2) 田澤栄一・笠井哲郎ほか: ダブルミキシングで製造したコンクリートの圧縮強度, 土木学会論文集 Vol.408/V-11, pp.139-146, 1989.

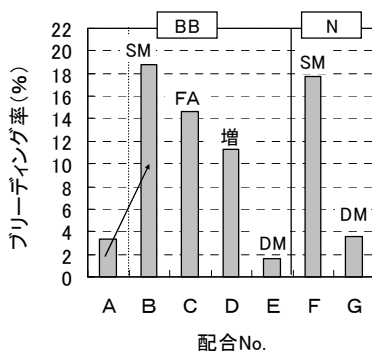


図-3 各配合のブリーディング率

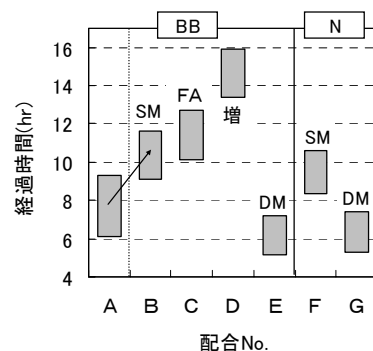


図-4 各配合の凝結時間

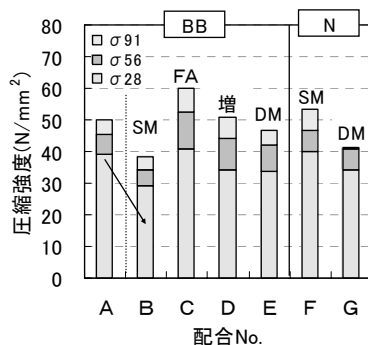


図-5 各配合の圧縮強度

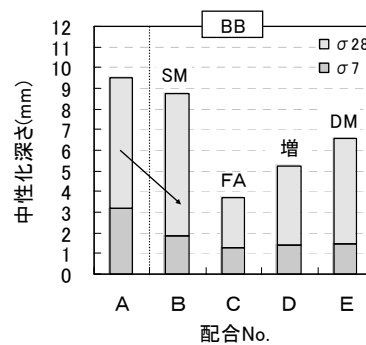


図-6 各配合の中性化深さ