

ごみ溶融スラグ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

東海大学

東洋建設(株)美浦研究所

東海大学

〇磯貝 寛幸

大木 翼

正会員 竹中 寛

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、またはMS と称す）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、凝結遅延やブリーディング水の増加等、コンクリートの品質低下が問題となる。

そこで本研究では、細骨材にごみ溶融スラグを 100%使用した配合において、ブリーディング増加等の品質低下が生じることを把握した上で、練混ぜ方法や混和剤の添加によるペーストマトリックスの改質が、ごみ溶融スラグを用いた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、スラグ混入率増加に伴う品質低下を抑制させる方法について検討を行った。

2 実験概要

使用材料、コンクリートの配合および配合名の設定方法を表-1、表-2 および図-1 に示す。配合は、水セメント比(50%)を一定にし、セメントに N を用いた配合では、練混ぜ方法にシングルミキシング(以下,SM と称す)およびダブルミキシング(以下,DM と称す)を適用した配合の 2 水準とした。BB を用いた配合として、MS を使用しない普通配合、練混ぜ方法に SM およびDMを適用した配合、練混ぜ方法を SM とし、FA を用いた配合および増粘剤を添加した配合の 5 水準とした。なお、FA は細骨材に置換して使用した。また、配合名を簡略化するため、図-1 の法則に従い、配合名を設定した。

練混ぜ方法を図-2 に示す。練混ぜ水を一度に加える SM、およびモルタルミキサを使用し、DM でセメントペーストを練混ぜ、コンクリートミキサを用いて細・粗骨材と練混ぜる 2 水準とした。

試験項目として、ブリーディング試験、凝結試験、圧縮強度試験を JIS 規定に準拠して行った。圧縮強度試験は、脱型後 27 日間の水中養生(水温 20±3℃)後に、圧縮強度試験機を用いて強度試験を行った。

表-1 使用材料

種類 (記号)	産地・仕様
セメント (N)	普通ポルトランド, 密度: 3.16g/cm ³ , 比表面積: 3280cm ² /cm ³
セメント (BB)	高炉セメントB種, 密度: 3.04g/cm ³ , 比表面積: 3880cm ² /cm ³
フライアッシュ (FA)	JIS II 種灰
細骨材・陸砂 (S1)	茨城県鹿島産陸砂, 表乾密度: 2.54g/cm ³ , 吸水率: 1.27%
細骨材・砕砂 (S2)	茨城県笠間産, 表乾密度: 2.57g/cm ³ , 吸水率: 2.50%
ごみ溶融スラグ (MS)	千葉県産, 表乾密度: 2.73g/cm ³ , 吸水率: 1.12%
粗骨材 (G)	茨城県岩瀬産2005碎石, 表乾密度: 2.66g/cm ³ , 吸水率: 0.62%
AE剤	変性アルキルカルボン酸化および物系陰イオン界面活性剤
AE減水剤	リグニンスルホン酸系
増粘剤 (A)	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

配合名	使用セメント	練混ぜ方法	W/C (%)	W1/C (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)										混和剤		
						W					S					増粘剤 (W×%)	AE剤 100倍希釈 (C×%)	AE減水剤 4倍希釈 (C×%)
						W	W1	W2	C		砕砂	陸砂	MS	FA	G			
配合-1	BB	SM	50	43.8	155	0	0	155	310	236	544	0	0	1043	0	0.002	0.250	
配合-2		SM				0	0	155		0	0	835	0	1043	0	0.001		
配合-3		SM				0	0	155		0	0	726	89	1043	0	0.001		
配合-4		SM				0	0	155		0	0	835	0	1043	0.250	0.001		
配合-5		DM				24	74	81		0	0	835	0	1043	0	0.001		
配合-6	N	SM				0	0	155		0	0	838	0	1048	0	0.001		
配合-7		DM				24	74	81		0	0	838	0	1048	0	0.001		

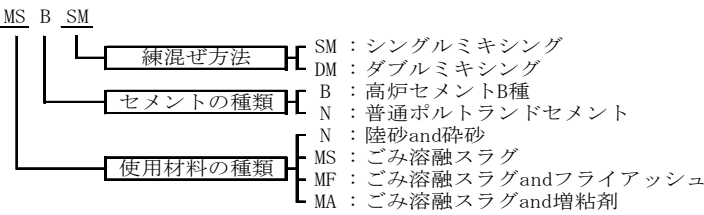


図-1 配合名の設定

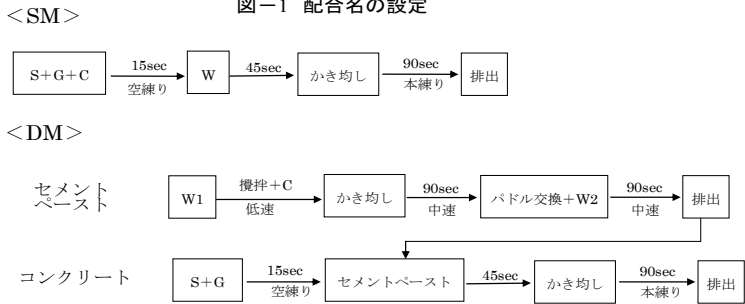


図-2 練混ぜ方法

3 実験結果および考察

図-2 に各種条件のコンクリートのブリーディング試験の結果を示す。図において、MS を使用しない NB(SM) と MSB(SM) を比較すると、発生するブリーディング量は大幅に増大している。これは MS の表面がガラス質であり、コンクリート内部の水の保持能力が低いためであると考えられる。次に、セメントに BB を用いて、SM で練混ぜた配合 MSB(SM) のブリーディング量と DM を適用した配合 MSB(DM)、細骨材に FA を使用した配合 MFB(SM) および混和剤に増粘剤の使用した配合 MAB(SM) とを比較すると、3 者とも MSB(SM) よりブリーディング量が低減している。DM を適用した場合、その低減効果は大きい。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ものと考えられる。また、FA や増粘剤を使用した場合は、セメントペーストの粘性が大きくなり、保水性が向上したためと推察される。また N を使用した場合においても DM によりブリーディングが大幅に低減した。(MSN(SM) と MSN(DM) の比較)

図-4 に凝結試験の結果を示す。NB(SM) と各配合を比較すると、MS の使用により凝結遅延が生じているが、DM を適用した場合は、凝結遅延が抑制されているが、細骨材に FA を使用またはした場合および混和剤に増粘剤を使用した場合は、凝結遅延がさらに大きくなる結果となった。MS の使用による凝結遅延は、ブリーディング量の増大と同様に、これまで推察されている MS の特性である。DM における凝結遅延の抑制は、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。増粘剤の使用により凝結遅延が大幅遅延しているが、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できる。

図-5 に圧縮強度試験の結果を示す。NB(SM) と MSB(SM) の結果から、既往の研究で指摘されている通り MS の使用により圧縮強度の低下が見られる。この強度低下の原因として、ブリーディングの増加により骨材界面に形成される遷移帯相が増加すること、および普通骨材に比べ MS の表面がガラス質でありセメントペーストとの付着が小さいこと等が考えられる。そこで、MSB(SM) と図-3 においてブリーディングが低下した MFB(SM)、MAB(SM) および MSB(DM) とを比較すると、MSB(SM) より圧縮強度が大きくなっている。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考えられる。また、MFB(SM) の場合は、FA を細骨材に置換して添加しているため、実質の水結合材比が小さくなったことも大きく影響しているものと考えられる。一方、N を用いた場合、DM による強度増加は見られなかった。この結果は、DM に関する既往の研究結果とも異なり、今後再検討する必要がある。

4 まとめ

ごみ溶融スラグ混入率に伴うブリーディング増加および凝結遅延は、練混ぜ方法にダブルミキシングを適用することにより、これらの品質低下を低減できた。また、細骨材の一部をフライアッシュで置換もしくは混和材料に増粘剤を使用すると、ブリーディング増加は低減できたが、凝結時間は大きくなる。さらに、セメントに普通ポルトランドセメントの使用または細骨材の一部をフライアッシュで置換すると初期強度が大きくなる。

参考文献 1) 竹中寛ほか: 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, No.1, 2006 2) 田澤栄一ほか: 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.

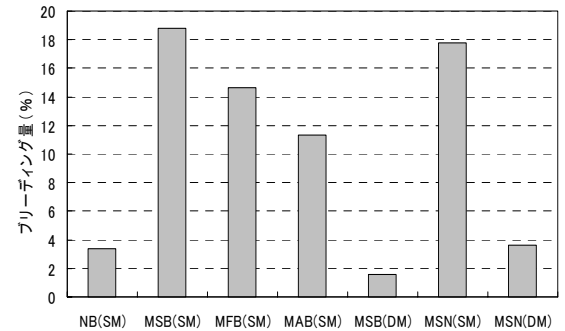


図-3 各配合のブリーディング量

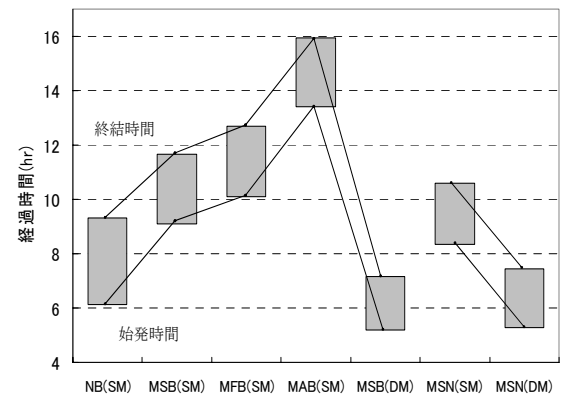


図-4 各配合の凝結時間

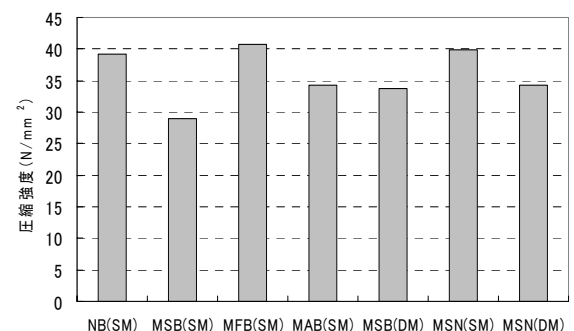


図-5 各配合の圧縮強度