

宮崎県で製造されるごみ溶融スラグを用いたコンクリートの力学特性に関する検討

宮崎大学工学部 学生会員 小山 拓郎 宮崎大学工学部 フェロー 中澤 隆雄

宮崎大学工学部 正会員 尾上 幸造 宮崎大学工学部 学生会員 工藤 剛

1. はじめに

ごみの減容化・無害化の観点から、多くの自治体でごみ焼却灰を溶融し、スラグ化することが行われている。ごみ溶融スラグ(以下、溶融スラグ)は、その特性からコンクリート用骨材としての利用が期待されているが、溶融施設やごみの産出地などの違いにより物性が異なるため、データの蓄積が不可欠である。本稿では、宮崎県中央部 10 市町村で発生する一般廃棄物及び産業廃棄物のうち、可燃ごみを焼却溶融処理して得られる溶融スラグを細骨材として用いたコンクリートの基本的な力学特性として、圧縮強度、静弾性係数および長さ変化率に関する試験結果を報告する。

2. 実験概要

本施設(炉形式:プラズマ式溶融炉)で製造された溶融スラグの採取時期による物性変動の一例として、絶乾密度と吸水率の試験結果を図-1に示す。採取時期によりばらつきはあるものの、絶乾密度、吸水率ともに JIS A 5031 の規定値を満足した。

本研究で使用した材料を表-1に、コンクリートの配合条件および単位量を表-2に示す。全ての配合において水セメント比を 50%とした。配合 No.1~5 においては、単位水量を 155kg/m^3 とし、細骨材の全容積に対する溶融スラグの置換率を 0, 25, 50, 75, 100(%)と変化させた。溶融スラグを高置換率で用いる場合、ブリーディング量の増大および圧縮強度の減少が懸念される。そこで配合 No.6~8 では、フライアッシュ(以下、FA)を細骨材の一部として用いることでそれらの物性値が改善されるかどうか検討した。なお、ブリーディング量は、FA を混和することで大幅に改善されることを確認している。

供試体は打設後 24 時間で脱型し、所定の材齢まで水中養生を施したのち、コンクリートの圧縮強度、静弾性係数および長さ変化率を測定した。圧縮強度試験および静弾性係数試験については、 $\phi 75 \times 150\text{mm}$ の円柱を作製し、材齢 7,

28, 91(日)で JIS A 1108 および JIS A 1149 に準じて実施した。長さ変化試験については、 $100 \times 100 \times 400\text{mm}$ の角柱供試体を作製し、材齢 35 日まで水中養生を施したのち、室温 $20 \pm 1^\circ\text{C}$ 、湿度 $60 \pm 5\%$ の室内に静置し、その後の長さ変化率を測定した。

今回は実験設備の制約上、長さ変化率の測定を供試体中央部の表面 2 箇所に貼り付けたワイヤストレインゲージ(検長 60mm)により行った。

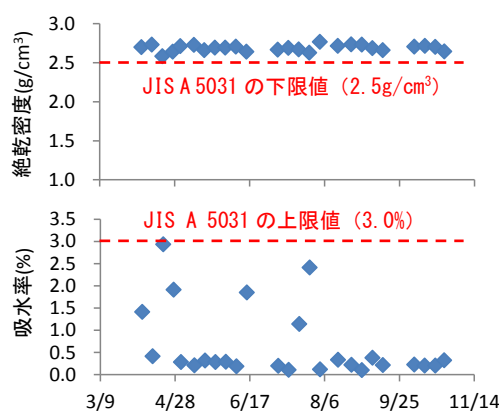


図-1 採取時期の異なる溶融スラグの絶乾密度と吸水率 (2007 年度)

表-1 使用材料

使用材料	種類および物性
セメント	普通ポルトランドセメント(密度: 3.16g/cm^3)
細骨材	溶融スラグ(表乾密度: 2.77g/cm^3 , 吸水率: 0.12%)
	石灰石砕砂(表乾密度: 2.66g/cm^3 , 吸水率: 1.28%)
粗骨材	石灰石砕石 2005(表乾密度: 2.70g/cm^3 , 吸水率: 0.14%)
フライアッシュ	JIS II 種(密度: 2.28g/cm^3)
AE減水剤	リグニンスルホン酸化合物とポリオールとの複合体(配合 No.1~5) / リグニンスルホン酸化合物とポリカルボン酸エーテルの複合体(配合 No.6~8)
AE剤	アルキルエーテル系(配合 No.1~5) / 高アルキルカルボン酸系(配合 No.6~8)

表-2 コンクリートの配合条件および単位量

配合 No.	溶融スラグの置換率	W/C (%)	単位量 (kg/m ³)								スランプ (cm)	空気量 (%)
			水	セメン ト	細骨材相当			粗骨 材	AE減 水剤	AE剤		
					溶融 スラグ	砕砂	FA					
1	(溶融スラグ:砕砂)=(0%,100%)	50	155	310	0	840	0	1042	0.97	0.62	13.0	3.7
2	(溶融スラグ:砕砂)=(25%,75%)	50	155	310	213	630	0	1048	0.97	0.62	5.0	3.9
3	(溶融スラグ:砕砂)=(50%,50%)	50	155	310	427	420	0	1053	0.97	0.62	5.5	3.3
4	(溶融スラグ:砕砂)=(75%,25%)	50	155	310	640	210	0	1058	0.97	0.62	7.0	3.2
5	(溶融スラグ:砕砂)=(100%,0%)	50	155	310	853	0	0	1064	0.97	0.62	5.0	4.8
6	(溶融スラグ:FA)=(70%,30%)	50	185	370	541	0	191	1009	2.81	0.31	6.5	5.0
7	(溶融スラグ:FA)=(80%,20%)	50	185	370	618	0	127	1010	2.48	0.20	5.0	4.1
8	(溶融スラグ:FA)=(90%,10%)	50	175	350	751	0	68	994	1.09	0.25	4.0	3.8

3. 実験結果および考察

3.1 圧縮強度および静弾性係数

図-2 に溶融スラグ置換率（以下、置換率）とコンクリートの圧縮強度の関係を示す。（溶融スラグ+砕砂）の圧縮強度は、置換率 25%では 0%の場合と同等かやや高く、25~75%の範囲では置換率とともにほぼ直線的に低下し、75%と 100%では後者の方がやや低い。材齢にかかわらず同様の傾向が認められる。また、同等の置換率で比較した場合、FA を混和したものは砕砂を用いたものよりも圧縮強度が増加することが分かる。

図-3 に置換率とコンクリートの静弾性係数の関係を示す。（溶融スラグ+砕砂）の静弾性係数は、置換率 25%では 0%の場合と同等かやや高くなっており、置換率 25%以上では置換率とともにほぼ直線的に低下することが分かる。また、（溶融スラグ+FA）の結果より、FA を混和した場合であっても、圧縮強度にみられたような静弾性係数の増加は認められない。

図-4 に圧縮強度と静弾性係数の関係を示す。（溶融スラグ+FA）の材齢 7 日のケースを除き、圧縮強度とともに静弾性係数は増加する傾向にある。土木学会コンクリート標準示方書（設計編）に示される標準的な数値と比較すると、今回作製したコンクリートの静弾性係数は若干高い結果となった。

3.2 長さ変化率

図-5、図-6 にコンクリートの長さ変化率の経時変化を示す。溶融スラグを細骨材として用いた場合、コンクリートの長さ変化率は普通コンクリートと同等かそれ以下となることが分かる。松山ら¹⁾は、都市ごみ溶融スラグ置換率の増大とともに乾燥収縮量が減少すると報告している。本実験結果はそれとは多少異なる傾向にあるが、溶融スラグの混入は長さ変化を助長するものではないと考えられる。その原因については今後の究明が必要である。

4. 結論

- (1) 圧縮強度、静弾性係数ともに、溶融スラグ置換率 25%では普通コンクリートとほぼ同等かやや高く、置換率 25%以上の範囲では置換率の増大に従って低下する傾向にある。
- (2) 溶融スラグ細骨材を高置換率で用いる場合、フライアッシュを混和することで圧縮強度の向上が期待できるが、静弾性係数についてはそのような効果は認められない。
- (3) 静弾性係数は、土木学会コンクリート標準示方書（設計編）で示される標準的な値よりもやや高い。
- (4) 溶融スラグを細骨材として用いたコンクリートの長さ変化率は、普通コンクリートと同等かそれ以下となる。

【参考文献】

1) 松山・堺・吉田・高木：都市ごみ溶融スラグを用いたコンクリートの諸特性，コンクリート工学年次論文集，Vol.23，No.2，pp.73-78，2001

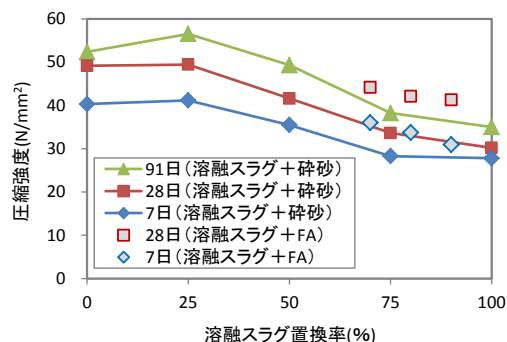


図-2 溶融スラグ置換率と圧縮強度の関係

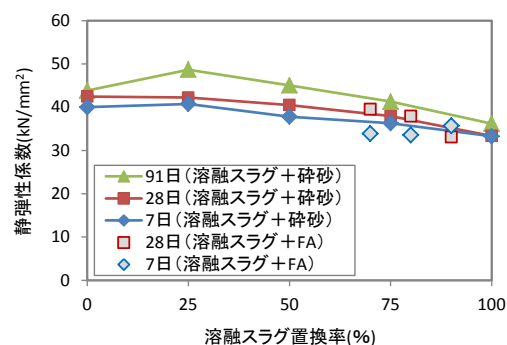


図-3 溶融スラグ置換率と静弾性係数の関係

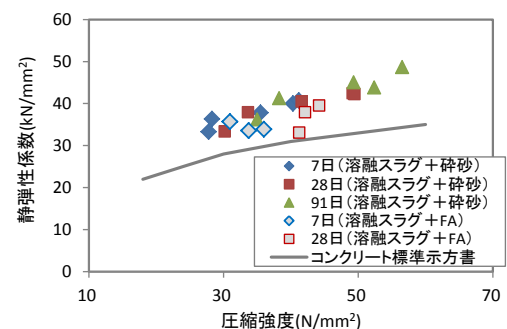


図-4 圧縮強度と静弾性係数の関係

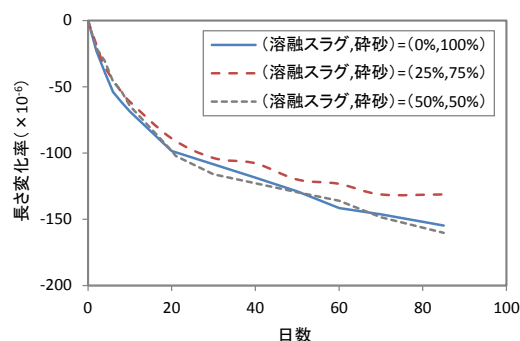


図-5 長さ変化率の経時変化（溶融スラグ+砕砂）

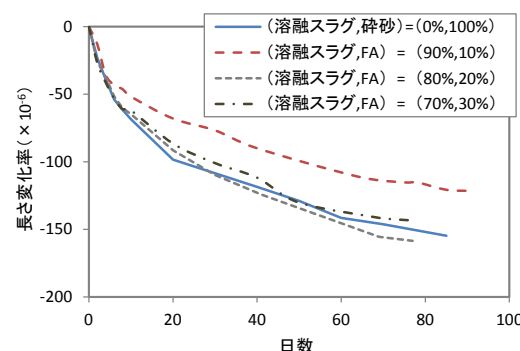


図-6 長さ変化率の経時変化（溶融スラグ+FA）