

ごみ溶融スラグ細骨材を用いたコンクリート二次製品の実用化検討

(株)ヤマックス 正会員 ○久野俊文*

JFE エンジニアリング(株)

与田昭男**

(株)ヤマックス

松田 学*

(株)ヤマックス

鵜殿 剛***

1. はじめに

コンクリート用溶融スラグ細骨材の標準情報 (TR A 0016) が制定されるなど¹⁾、溶融スラグ細骨材のコンクリート製品への有効利用が期待されているが、溶融スラグの品質によってはコンクリートの力学的特性および耐久性が著しく低下するなど、汎用性が高い材料であるとは言い難い。本研究では溶融スラグ細骨材を用いたコンクリート二次製品の実用化検討として、粗粒率、置換率および養生方法による圧縮強度への影響を明らかにすることで実用的な利用方法について知見を得た。さらに耐久性試験の実施および実規模モデル製品による実証実験を行った。

2. 溶融スラグを用いたコンクリートの基礎的性状

(1) 溶融スラグ細骨材の品質

水砕直後の溶融スラグは、比較的単粒度で金属粒や針状粒子などを含み、さらに製造方法に起因して気泡や亀裂などの脆弱部分が存在するためにコンクリート用細骨材として適さない。本研究では、長崎県諫早市に建設されたガス化改質プラント (サーモセレクト方式) によって産出されたごみ溶融スラグを用いたが、本施設では磁選処理および摩砕処理設備を有しているために、コンクリート用細骨材としての汎用性を向上させている。表1に溶融スラグの品質、表2に溶出試験結果を示す。試験結果より本サンプルは溶融スラグ細骨材 (TR A 0016) に規定する品質基準をいずれも満足した。また、化学法で実施したアルカリシリカ反応性試験結果は無害であった。

表1 溶融スラグの品質

試験項目	測定値	品質規定 (TR A 0016)	試験方法
粗粒率	2.77		JIS A 1102
微粒分量 (%)	3.12	7.0 以下	JIS A 1103
単容積質量 (kg/l)	1.934	1.45 以上	JIS A 1104
絶乾密度 (g/cm ³)	2.905	2.5 以上	JIS A 1109
吸水率 (%)	1.18	3.0 以下	JIS A 1109
安定性 (%)	0.97	10 以下	JIS A 1122
粒径判定実績率 (%)	58.7	53 以上	JIS A 5005
磁着物量 (%)	0.20	1.0 以下	TR A 0017

表2 溶出試験結果

対象	測定値	品質規定	試験方法
カドミウム	< 0.01	0.01	JIS K0102-55.1
鉛	< 0.005	0.01	JIS K0102-54.2
六価クロム	< 0.03	0.05	JIS K0102-65.2.1
砒素	< 0.0025	0.01	JIS K0102-61.2
総水銀	< 0.0005	0.0005	JIS K0102-66.1.1
セレン	< 0.003	0.01	JIS K0102-67.2
水素イオン濃度 (測定温度)	-	10.5 18.4	JIS K0102-7.2

注) 環境庁告示第46号による

(2) モルタル膨張率試験

土木学会基準 (JSCE-F522-1994) および TR A 0016 に準拠してモルタル膨張試験を実施した。配合は水 1 : セメント 2 : 細骨材 2.25 (質量比) として、天然細骨材には海砂を用い、溶融スラグ置換率 0, 25, 50, 75, 100% で測定した。測定結果を図1に示す。なお、図中にはブリーディング量も併記した。実験の結果、モルタル膨張率はいずれも規定値 2% 以下であった。一方、ブリーディング量は、溶融スラグの置換率の増加にともない、増加する結果となった。

(3) 粗粒率、置換率および養生方法による圧縮強度への影響

溶融スラグ細骨材の粗粒率、置換率および養生方法による圧縮強度への影響について検討した。実験因子として粗粒率は、2.60、2.87 および 3.35 の3水準、細骨材置換率は実用的範囲から 0, 25, 50% の3水準とし、標準養生、20 気中養生および蒸気養生の各養生方法による材齢 14 日の圧縮強度の測定を行った。図2に細骨材置換率 0% (海砂単味) に対する圧

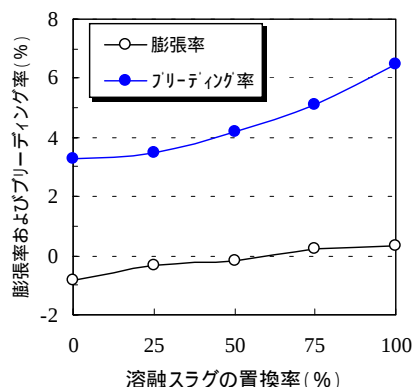


図1 モルタル膨張率試験

Keyword : 溶融スラグ、粗粒率、置換率、コンクリート二次製品

連絡先 : *熊本市水前寺 3-9-5 TEL096-383-1675、**岡山県倉敷市水島川崎通 1 TEL086-447-3255、***長崎県南高来郡国見町土黒甲 394-1 TEL0957-78-2131

縮強度の比を示す。その結果、粗粒率および置換率の増加にともない圧縮強度の低下が顕著に確認された。実用化における圧縮強度の低下を、仮に10%以内で許容する場合の置換率は、粗粒率3.35で25%程度、粗粒率2.60で50%程度、粗粒率2.87で30～40%程度に実用上の限界が存在するものと思われる。

3. 実用化検討

(1) 耐久性試験

図3に乾燥収縮試験結果、図4に促進中性化試験結果を示す。なお、実験に供した溶融スラグの粗粒率は2.77、細骨材置換率は約35%である（表1および表2の品質）。

溶融スラグを用いたコンクリートの乾燥収縮ひずみは、吸水率が小さく硬質であること、配合修正により従来配合より単位水量を低減（ -13kg/m^3 ）したことから普通コンクリートの約50%となった。また、中性化深さについては普通コンクリートと同等であった。

(2) コンクリート二次製品への適用実験

通常配合および溶融スラグ置換率35%のコンクリート配合によるボックスカルバート（サイズ：1200mm）JIS規格に規定する上ふた式U形側溝（300B）および片面歩車道境界ブロックAの実験体による曲げ強さ試験を実施した。表4にコンクリートの圧縮強度および製品の曲げ強さ試験結果を示す。なお、設計荷重値は各規格に規定する値を準用し、コンクリートにひび割れが発生した荷重を曲げ強さとした。実験結果から溶融スラグを用いた製品はいずれも曲げ強さが高い結果となった。これは前述した乾燥収縮ひずみの低減および溶融スラグが硬質なガラス質であることによる弾性係数の増加に起因して、曲げ強さを相対的に向上させたものと推察される。

表4 製品の曲げ試験結果（材齢14日）

W/C (%)	対象製品	圧縮強度 (N/mm^2)		曲げ強さ (kN)		
		普通	スラグ	普通	スラグ	規格
50	U型側溝	33.1	32.7	33.7	42.1	23.0
45	歩車道	38.1	36.0	27.5	29.0	17.0
40	ボックス	48.2	46.0	68.7	78.9	50.1

4. おわりに

本研究に用いた溶融スラグは、コンクリート用溶融スラグ（TR A0016:2002）に規定する基準をいずれも満足し、コンクリート二次製品に用いるコンクリート用細骨材として使用することが可能であると判断された。これにより、一般廃棄物の資源化による循環型経済社会への貢献またコンクリート用天然細骨材の一部代替材料として活用することによる自然環境への配慮等、その一端を担うことができるものと考えられる。

参考文献

- 1) 日本工業標準調査会：一般廃棄物、下水汚泥等の溶融固化物を用いたコンクリート用細骨材（TR A0016），2002

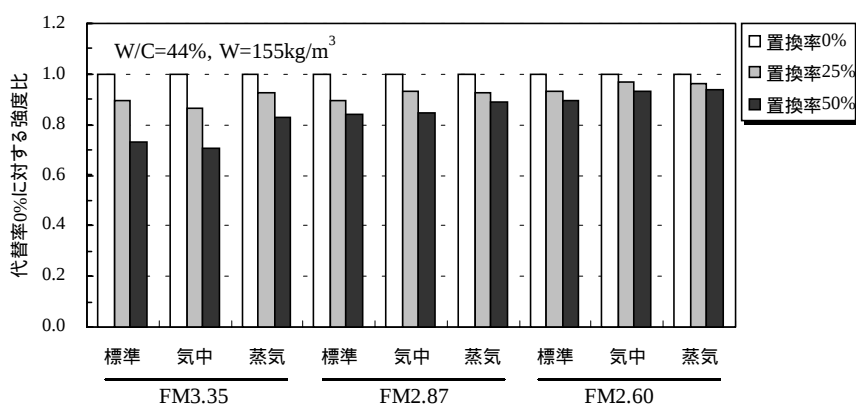


図2 粗粒率、置換率および養生方法による圧縮強度への影響

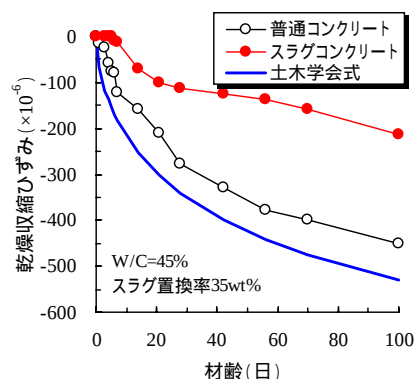


図3 乾燥収縮ひずみの試験結果

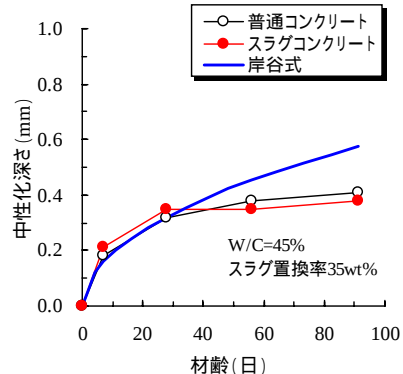


図4 促進中性化試験の結果

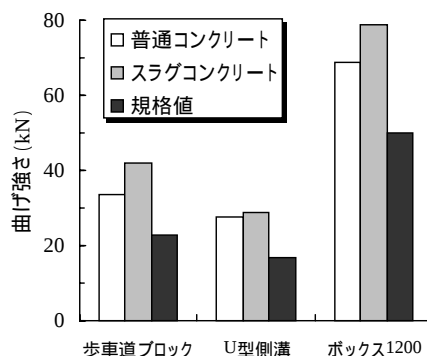


図5 製品試験結果