

ガス化ごみ溶融スラグ細骨材の鉄筋コンクリート製品への適用に関する研究

宮城県農業短期大学 正会員 ○北辻 政文
建設省東北技術事務所 法人会員 大西 崇夫
建設省東北技術事務所 法人会員 浜岡 正

1. はじめに

ごみ溶融スラグ（以下スラグと記す）化技術は、焼却灰に含まれるダイオキシンの無害化、有害重金属の固定および最終埋立処分量の低減が可能であり、大きな期待が寄せられている。とくにガス化溶融炉は、ごみを直接焼却溶融するもので、焼却灰を発生することなく一つの炉でスラグを製造することが可能であり、次世代の溶融炉といわれている。このスラグを建設資材として有効利用することは、ゼロエミッション、環境保全の観点からも有益である。

発表者らは、これまでスラグのコンクリート用細骨材としての利用について、実験室における研究を行ってきた。その結果、スラグは細骨材としての物理的、化学的性質に優れ、環境に与える負荷も小さく、利用の可能性が高いことが明らかとなった¹⁻²⁾。また一部のスラグでは鉄筋コンクリート製品を試作した³⁾。本研究はガス化ごみ溶融スラグについて同様に細骨材としての利用の可能性について検討したものである。

2. スラグ骨材の品質

わが国のガス化溶融炉はコークスベッド、キルン、サーモセレクト、流動床方式の4タイプに分けられる。これらの溶融炉で製造された4種類のスラグ（以下順にスラグC、K、S、Rと記す）を試料とした。スラグはガラス質でその粒径

Table 1 スラグ骨材の物理的性質

試験項目	スラグ [※] C	スラグ [※] K	スラグ [※] S	スラグ [※] R
ふるい分け（粗粒率）	2.44	2.63	2.48	2.45
絶乾密度 (kg/l)	2.74	2.80	2.81	2.89
吸水率 (%)	0.85	0.21	0.24	0.25
単位容積質量(kg/m ³)	1,580	1,680	1,730	1,900
実績率 (%)	57.7	60.0	61.6	65.7
1.95に浮く粒子 (%)	0.5	0.0	0.1	0.1
有機不純物 (%)	淡い	淡い	淡い	淡い
安定性 (%)	0.3	0.4	0.1	0.0
微粒分量 (%)	1.8	2.0	2.4	4.4
塩化物 (%)	0.000	0.000	0.000	0.001
アルカリ・シリカ反応	無害	無害	無害	無害

Table 2 スラグ骨材からの重金属の溶出試験結果

計量物質 (mg/l)	スラグ [※] C	スラグ [※] K	スラグ [※] S	スラグ [※] R	土壌環境 基準
総水銀	ND*	ND	ND	ND	< 0.0005
カドミウム	ND	ND	ND	ND	< 0.01
鉛	ND	ND	ND	ND	< 0.01
砒素	ND	ND	ND	ND	< 0.01
6価クロム	ND	ND	ND	ND	< 0.05
セレン	ND	ND	ND	ND	< 0.01

*計量限界値以下

Table 3 コンクリートの配合および試験値

配合名	最大寸法 Gmax (mm)	水セメント比 W/C (%)	細骨材率 s/a (%)	単 位 量 (kg/m ³)							試験値	
				水 W	セメント C	細 骨 材 (S)		粗骨材 G	高性能減水剤 Ad	空気量調整剤 AE	圧縮強度 σ_{C14} (N/mm ²)	静弾性係数 E_{C14} (kN/mm ²)
						砕 砂 CS	スラグ SS					
ベースC	20	40	41.8	153	383	734	-	1,028	2.30	0.115	35.0	28.1
スラグ [※] C-C			40.8	145	363	375	375	1,068	2.18	0.054	31.2	28.9
スラグ [※] K-C			40.8	140	350	384	384	1,081	2.10	0.070	30.0	29.9
スラグ [※] S-C			40.8	145	363	380	380	1,068	2.18	0.073	37.6	31.0
スラグ [※] R-C			40.8	140	350	391	391	1,081	2.10	0.070	35.6	30.7

は、大部分が5mm以下であるが、やや粒径が大き過ぎることとスラグ中の脆弱部分(亀裂)の影響を減少させるため、廃ガラスびん破碎用のケージミルを応用して破碎処理を施した。

キーワード：ガス化ごみ溶融スラグ、細骨材、鉄筋コンクリート製品、圧縮強度、凍結融解抵抗性
〒982-0215 仙台市太白区旗立2-2-1宮城県農業短期大学, TEL.022-245-2211, FAX.022-245-1534

Table 1は骨材試験の結果を示したものである。この結果からスラグの物理的性質は、コンクリート用細骨材として優れていることがわかる。またTable 2から重金属の溶出量は、いずれのスラグも計量下限値（環境庁告示46号法）以下であり、環境への負荷はきわめて少ないと判断される。

3. コンクリート製品に関する試験

(1) 試験概要

配合設計では、天然細骨材（砕砂:F.M.2.85，密度2.62kg/l，吸水率2.49%）に対するスラグ置換率を質量比内割で50%とした。粗骨材は最大寸法20mmの碎石（F.M.6.71，比重2.98，吸水率0.34%）を使用した。すべての配合において、水セメント比40%，スランプ6±1.5cm，空気量5.5±1.5%に統一した。ただし空気量においてはスラグ内部に気泡があるため，骨材修正係数を考慮している。これらの配合をTable 3に示す。試作したコンクリート製品は，ベンチフリューム400 2種（JIS A 5318）である。蒸気養生は，前置き3時間，最高温度65℃，保持2.0時間とし約24時間後に脱型して，試験材齢まで気中養生とした。試験項目は，圧縮強度（JIS A 1108），凍結融解試験（ASTM C666A:水中凍結・水中融解），製品による曲げ試験（JIS A 5318）である。

(2) 結果および考察

練上り後のフレッシュコンクリートの性状試験値は目標範囲内であり，作業性等において，スラグの混入の影響は認められなかった。スラグコンクリートの圧縮強度は，製造方法の違いにより多少の強度差があるものの，いずれのコンクリートも設計基準強度（30.0N/mm²）より高い値であった。

Fig.1は製品による曲げ試験結果を示したものである。ベンチフリュームのJIS値規定値は35.0kNであり，いずれのコンクリートも規定値を満足していることがわかる。

凍結融解試験結果をFig.2に示す。すべてのコンクリートにおいて相対動弾性係数が増加していることがわかる。これは，乾燥により水和反応が一時低下したコンクリートが試験中に水分の供給を受け，再び水和反応が促進されたためである。このため劣化による動弾性係数の低下はだけを見ることは難しいが，動弾性係数の大きな低下は認められないことから，いずれのコンクリートの凍結融解抵抗性は大きいと判断される。

これらの試験結果から，スラグ置換率50%程度までの範囲において，製造方法の違いにかかわらずガス化ごみ溶融スラグは，コンクリート製品の細骨材として利用できることが明らかとなった。

なお，スラグCCとスラグRCのベンチフリュームについては，工事現場へ各25本設置した。今後スラグ混合コンクリートの概観評価と，近傍土壌への影響を検証していく予定である。

謝辞：本研究に際し，プラントメーカ各社，東北コンクリート製品協会，前田製管㈱の協力を得た。また，本研究の一部は，（社）東北建設協会平成10年度技術開発助成金によって行われた。記してお礼申し上げます。

引用文献

- 1) 北辻政文・藤居宏一，ごみ焼却灰スラグのコンクリート用細骨材への適用に関する基礎的研究，農土論集，192号，pp.1-8，1997
- 2) 北辻政文・藤居宏一，ごみ溶融スラグを細骨材として用いたコンクリートの性質，農土論集，200号，pp.59-67，1999
- 3) 北辻政文・大西崇夫・藤居宏一，ごみ溶融スラグ細骨材の鉄筋コンクリートへの利用，農土論集，204号，pp.167-172，1999

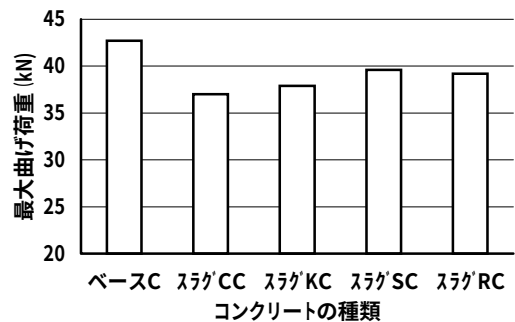


Fig.1 製品の曲げ強さ試験結果

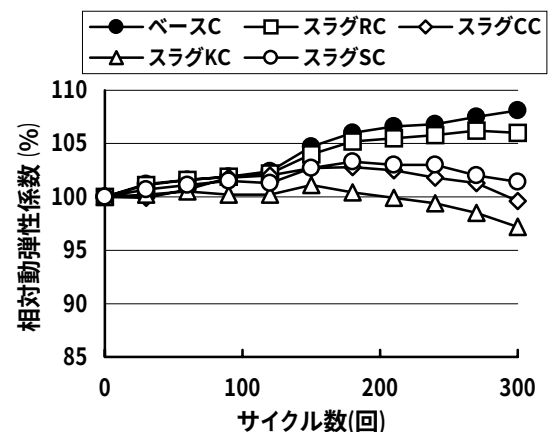


Fig.2 凍結融解試験結果