

ごみ熔融スラグのコンクリート二次製品への適用に関する研究

宮城県農業短期大学 北辻 政文
建設省東北技術事務所 浜岡 正
建設省東北技術事務所 ○吉田良勝

1. はじめに

ごみ熔融スラグ（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。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)}。そこで本研究では、実証試験の一環として二次製品工場の実機を用い、鉄筋コンクリート製品を作製し、実用の可能性について検討したので報告する。

2. スラグ骨材の品質

スラグは、東北地方で唯一製造されている釜石市清掃工場のコークスベッド方式ごみ直接熔融炉で生成されたものである。スラグはガラス質でその粒径は、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（き裂）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、試料とした。

Table 1、2は骨材試験および安全性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および安全性について、その品質が安定していることがわかる。

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.2.84、比重2.82、吸水率0.69％）に対するスラグ置換率を質量比内割で0、30、50および70％の4水準とした。粗骨材は最大寸法20mmの砕石（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45％、スランプ5±1.5cm、空気量5±1.0％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、道路用鉄筋コンクリート側溝300 A 2種(JIS A 5345)およびベンチフリューム400 2種(JIS A 5318)である。蒸気養生は、前置き2時

Table 1 スラグ骨材の物理的性質

試験項目	試験値	高炉スラグ
ふるい分け（粗粒率）	2.75	-
絶乾比重	2.79	2.5 以上
吸水率（％）	0.40	3.5 以下
単位容積質量（kg/m ³ ）	1,660	1,500 以上
実績率（％）	59.5	-
1.95 に浮く粒子（％）	0.2	-
有機不純物（％）	淡い	-
安定性（％）	0.3	-
微粒分量（％）	1.5	-
塩化物（％）	0.01	-
アルカリシリカ反応	無害	-

Table 2 重金属の溶出試験結果

計量物質	単位	スラグ骨材	土壌基準
水銀	mg/ℓ	<0.0005	≤0.0005
鉛	mg/ℓ	<0.003	≤0.01
鉛	mg/ℓ	<0.005	≤0.01
ひ素	mg/ℓ	<0.001	≤0.01
6価クロム	mg/ℓ	<0.01	≤0.05
セレン	mg/ℓ	<0.002	≤0.01

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_{c28} (N/mm ²)	曲げ強度 σ_{b28} (N/mm ²)	静弾性係数 E_c (kN/mm ²)
						砕 砂 CS	スラグ SS						
S-0	20	45	43.0	148	329	846	-	1,174	2.63	4A	42.9	6.8	41.9
S-30			42.5	145	322	590	253	1,196	2.58	2A	43.6	6.5	42.5
S-50			42.0	140	311	420	420	1,218	2.49	2A	41.9	6.0	42.7
S-70			41.5	135	300	252	588	1,242	2.40	1A	40.0	5.8	42.3

*1A=C×0.002%

間、最高温度60℃、保持2.5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)、曲げ強度(JIS A 1106)、凍結融解試験(JIS A 6204附属書2)、製品による曲げ試験(JIS A 5345および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であった。またスラグ置換率の増加に伴い単位水量が減少し、置換率70%のコンクリートでは砕砂のみに比べ、単位セメント量を約30kg節約できた。これは破碎処理によりスラグの角がとれワーカビリティが改善されたことによると思われる。

試作製品を Fig.1に示す。スラグ置換率の増加に伴いブリージング量がやや増したが、外観上とくに問題はなかった。

圧縮強度の試験結果をFig.2に示す。すべてのコンクリートにおいて圧縮強度は設計基準強度(26.5N/mm²)より高い値であった。スラグ置換率30および50%では砕砂のみと同等の強度を示し、遜色がないことがわかる。置換率70%ではやや強度低下がみられたが、その低下率は10%未満であることから、本研究のスラグコンクリートの圧縮強度は砕砂コンクリートと同等であると判断できる。

Fig.3は製品による曲げ試験結果を示したものである。側溝、ベンチフリームのJIS値規定値はそれぞれ72.0、35.0kNである。スラグ置換率70%ではベンチフリーム2本のうち1本が規定値を下回ったが、その他のコンクリートはすべて規定値以上であった。側溝では、逆にスラグ置換率70%のコンクリートの試験値が最も高い値であった。これらのばらつきは、配筋の影響によるものと考えられるが詳細は不明である。また側溝の最大曲げ荷重は、すべてのコンクリートにおいてJIS値(72kN)を大きく上回った。

凍結融解試験結果をFig.4に示す。標準、蒸気養生の双方において、各コンクリートの相対動弾性係数の低下は小さく、すべてのコンクリートにおいて良好な結果が得られた。スラグ置換率70%のコンクリートは、ブリージングがやや多く、耐久性の低下が懸念されたが問題はなかった。またスケリング量も少なく健全であった。

これらの試験結果から、スラグ置換率70%程度までの範囲においては、スラグを二次製品の細骨材として利用できると考えられる。今後、生コンを利用したコンクリート構造体への適用を計画している。本研究に際し、(株)シテイ、(株)環境保全サービス、釜石市役所、(株)新日本製鐵、三菱マテリアル(株)コンクリートセメント・長高原義範氏の協力を得ました。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・浜岡正ほか、コークスベッド方式直接ごみ熔融スラグのコンクリート細骨材および混和材への適用について、廃棄物学会第9回研究発表会講演論文集Ⅰ、pp.443-445、1998

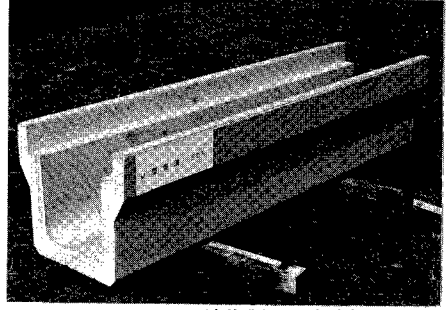


Fig.1 試作製品の概観

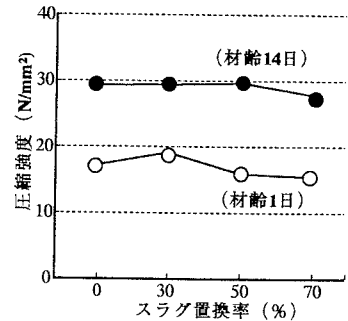


Fig.2 圧縮強度試験結果

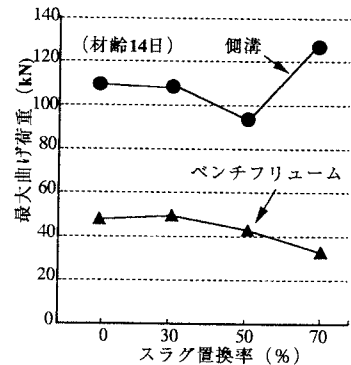


Fig.3 曲げ強度試験結果

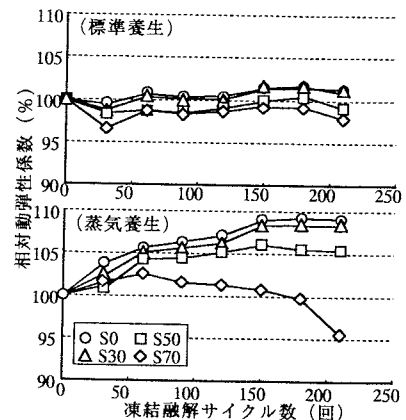


Fig.4 凍結融解試験結果