

## 生コンに用いるごみ溶融スラグ細骨材の物理的性質に関する検討

ものつくり大学 ○(正)中田善久  
 (株)内山アドバンス (正)齊藤丈士  
 日本大学大学院 (学)大塚秀三  
 ものつくり大学大学院 (学)鈴木大介

## 1. はじめに

JIS A 5308附属書1(レディーミクストコンクリート用骨材)に規定される細骨材には、砂、砕砂、人工軽量細骨材およびスラグ骨材があり、普通コンクリートには、砂、砕砂およびスラグ骨材を使用できる。これらの物理的性質に関しては、それぞれのJISにおいて品質規定が示されており、この規定に適合するものが使用されている。一方、ごみ溶融スラグ細骨材は、TR A 0016(コンクリート用溶融スラグ細骨材)において粒度区分のほか、絶乾密度、吸水率、安定性、粒形判定実積率および微粒分量についてそれぞれの範囲が物理的性質として規定されており、ごみ溶融スラグ細骨材を副産するごみ処理施設においては、この規定に適合するような品質管理がなされていると推察できる。既往の調査においても、各ごみ処理施設から副産されるごみ溶融スラグ細骨材の品質がこの規定を概ね満足できることが明らかである。しかし、レディーミクストコンクリート(以下、生コンと称する)に用いる細骨材は、品質および量に関して安定的に供給されることが前提であるものの、ごみ溶融スラグ細骨材の物理的性質に関しては、年間を通じて検討された事例が少ない。筆者らは、前報<sup>1)</sup>においてごみ溶融スラグ細骨材の物理的性質について検討し、品質変動は比較的小さいことを示した。ただし、これは1年程度の検討であり、それよりも長い期間における安定性や、その他の様々なごみ処理施設において同様の品質管理がなされているかは不明といえる。

そこで、本検討は、前報における調査期間を拡大し、ごみ溶融スラグ細骨材の物理的性質を29ヶ月間にわたって調べ、この物理的性質における変動ならびに現状で副産されているごみ溶融スラグ細骨材のコンクリート用細骨材の品質規格への適合性を検討したものである。なお、(社)日本産業機械工業会エコスラグ利用普及センターより発行されたデータ集<sup>2)</sup>の一部において、本調査とほぼ同時期に12ヶ月以上継続的に調査されたデータが示されているため、これを含めて検討を行った。

## 2. 検討の概要

地方自治体のごみ処理施設において稼働している溶融設備から副産されたごみ溶融スラグ細骨材を月に1回ストックヤードより採取し、物理的性質に関する試験を行った。また、文献データ集<sup>2)</sup>に示されているデータより、ごみ溶融スラグ細骨材の物理的性質のうちコンクリート用細骨材を対象とした項目について12ヶ月以上の継続的な調査が行われているものを選び出した。これらのデータをもとに、生コンに用いるごみ溶融スラグ細骨材のTR A 0016への適合性ならびに物理的性質の変動に関して検討を行った。

## 2.1 対象としたごみ溶融スラグ細骨材

本検討で対象としたごみ溶融スラグ細骨材を表1に示す。ここでは、それぞれのごみ溶融スラグ細骨材

表1 対象としたごみ溶融スラグ細骨材

呼び名	製造方法				調査期間	試験回数(回)
	溶融方式	冷却方式	破碎処理	ふるい選別		
A	シャフト炉式ガス化溶融炉	水冷	あり	なし	2003. 7~2005. 11	29
B	交流アーク式灰溶融炉	水冷	あり	なし	2002. 12~2005. 3	28
C	回転式表面灰溶融炉	水冷	あり	あり	2003. 7~2005. 3	21
D	ガス化溶融一体方式炉	水冷	なし	あり	2003. 12~2005. 8	20
E	ガス化溶融分離方式炉	水冷	あり	なし	2003. 4~2005. 3	20
F	回転式表面灰溶融炉	水冷	あり	あり	2003. 6~2004. 8	15
G	プラズマ式灰溶融炉	空冷	あり	あり	2003. 12~2005. 9	22
H	ロータリーキルン直接溶融炉	水冷	あり	なし	2002. 1~2005. 8	35

[連絡先] 〒361-0038 行田市前谷333番地 ものつくり大学 技能工芸学部 建設技能工芸学科

中田善久 Tel:048(564)3856 Fax:048(564)3856 E-mail:nakata@iot.ac.jp

キーワード: ごみ溶融スラグ細骨材, 物理的性質, 変動, レディーミクストコンクリート

について便宜上、呼称をA～Hとした。なお、試験によりデータを得たAは、千葉県のごみ処理施設より副産されたものであるが、その他のごみ溶融スラグ細骨材を副産する設備の所在地は不明である。いずれも同一の試験方法により得られたデータであるものの、Aとは若干の試験誤差が生じる可能性があるが、溶融炉の形式による長期に渡る物理的性質の違いを俯瞰することにおいて有効であるものと考えた。

## 2.2 検討した項目

検討した項目は、TR A 0016に示されている絶乾密度、吸水率、微粒分量および粒形判定実積率、ならびに粒度の指標となる粗粒率である。

## 3. 結果および考察

### (1) 絶乾密度

絶乾密度を図1に示す。絶乾密度は、製造方法の違いにかかわらず全てが $2.5\text{g}/\text{cm}^3$ 以上であり、TR A 0016に示される品質規定の範囲を超えるものはなかった。また、最大はBにおける $3.01\text{g}/\text{cm}^3$ 、最小はHにおける $2.62\text{g}/\text{cm}^3$ であったが、溶融方式などの製造方法の違いによる明確な傾向は見られなかった。なお、絶乾密度の平均値とTRの規定値との差は、各ごみ溶融スラグ細骨材とも標準偏差の3倍以上であった。これより、現状で副産されているごみ溶融スラグ細骨材の絶乾密度は、概ねTRの品質規定に適合すると考えられる。

### (2) 吸水率

吸水率を図2に示す。吸水率は、製造方法の違いにかかわらず全てが3.0%以下であり、TR A 0016に示される品質規定の範囲を超えるものはなかった。また、吸水率は全体に小さいが、その中でもHにおいてやや大きく、D、EおよびGにおいて小さくなる傾向を示していた。Hにおいて吸水率が大きめとなる要因として、ロータリーキルン式溶融炉は、融液が常時攪拌されるため気泡を巻き込み、これが固化後のごみ溶融スラグ細骨材に残存して空隙となっている可能性がある。なお、吸水率の平均値とTRの規定値との差は、各ごみ溶融スラグ細骨材とも標準偏差の5倍以上であるため、現状で副産されているごみ溶融スラグ細骨材の吸水率がTRの品質規定を超える可能性は極めて小さいと考えられる。

### (3) 微粒分量

微粒分量を図3に示す。ただし、Fについては微粒分量のデータがないため記載していない。微粒分量は、Cにおいて比較的多く、DおよびGにおいて比較的少ない傾向にあった。また、微粒分量のばらつきは、Cを除き全体に小さかった。Cにおいてばらつきが大きくなったのは、2003年10月に微粒分量が著しく多かつたためであるが、この原因は明確でない。なお、微粒分量の平均値とTRの規定値との差は、Cを除く各ごみ溶融スラグ細骨材において標準偏差の5倍以上であるため、現状で副産されているごみ溶融スラグ細骨材の微粒分量がTRの品質規定を超える可能性は小さいと言える。さらに、製造方法の違いによる傾向は明確でなかったが、微粒分は概ね破碎処理の工程において粒度調整に伴い副産されると考えられる。

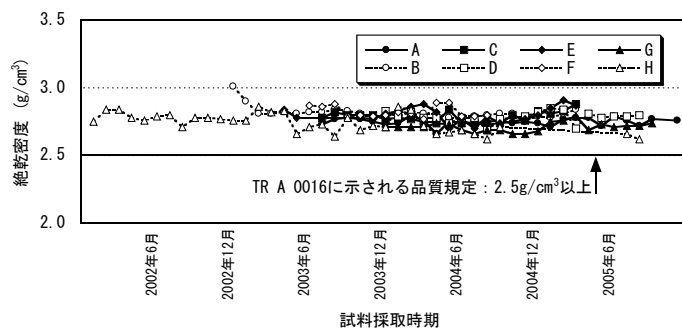


図1 絶乾密度

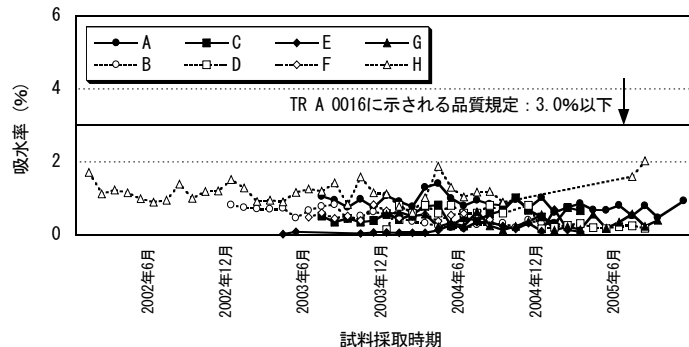


図2 吸水率

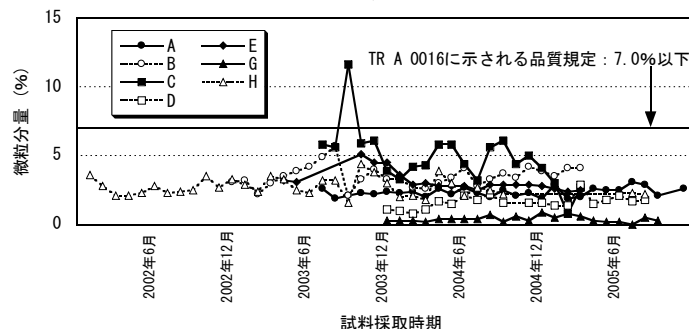


図3 微粒分量

ため、破碎処理を行わないごみ熔融スラグ細骨材では少なくなると推察できる。

#### (4) 粒形判定実積率

粒形判定実積率を図4に示す。ただし、Gについては粒形判定実積率のデータがないため記載していない。粒形判定実積率は、Aにおいて1回、Dにおいて2回、TRの品質規定よりも小さい場合があった。Aに関しては、粒形判定実積率がTRの規定値よりも小さかった時期が熔融炉のメンテナンス期間にあたり、通常は連続運転している熔融炉を停止し再稼動した直後に試料を採取したため、製造工程に何らかの変化があった<sup>1)</sup>ことがわかっている。したがって、製造工程の安定により粒形判定実積率を規定値以上に管理できる可能性が高い。しかし、Dについては、破碎処理を行っていないため粒形が変化する工程がなく、粒形は、冷却工程の水砕により決定する。したがって、破碎処理を行わない熔融設備から得られるごみ熔融スラグ細骨材は、生産ロット間のばらつきにより、粒形判定実積率がTRの規定値よりも小さくなる可能性が残されている。

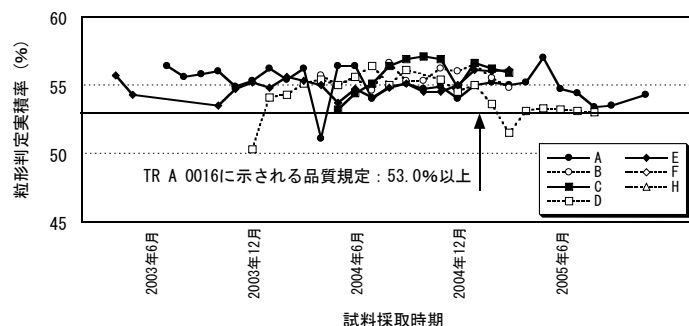


図4 粒形判定実積率

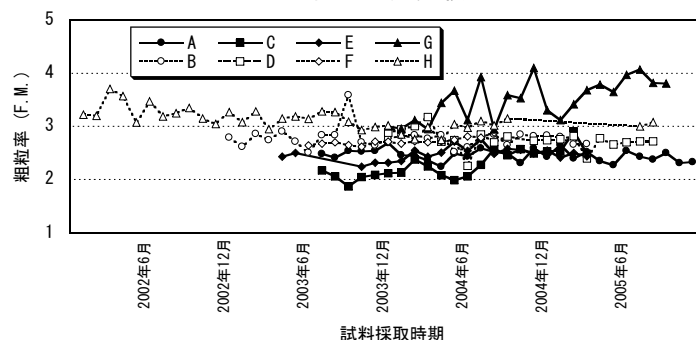


図5 粗粒率

#### (5) 粗粒率

粗粒率を図5に示す。粗粒率は、B、C、D、GおよびHにおいてばらつきが大きく、変動係数はいずれも5%を超えていた。TRにおいて、粗粒率は、購入契約時に定められた粗粒率と比べ $\pm 0.20$ 以上変化してはならないと規定されている。この規定に示される許容差の0.20は、B、C、D、GおよびHにおける粗粒率の標準偏差に対し0.5~1.1倍程度であり、これらの粗粒率が上下のいずれかに許容差を超える確率は、計算上では30~60%程度となる。したがって、これらのごみ熔融スラグ細骨材における粗粒率は、現状ではばらつきに問題があり、破碎処理やふるい選別における管理の見直しにより変動を小さくする必要があると言える。

### 4. まとめ

現状において副産されているごみ熔融スラグ細骨材の生コンへの適合性を検討するために、ごみ熔融スラグ細骨材の物理的性質に関して、TR A 0016への適合性ならびに変動について検討を行った。この結果、破碎処理を行わないごみ熔融スラグ細骨材は、粒形が生コン用細骨材に適合しない可能性があること、半数以上のごみ熔融スラグ細骨材において粗粒率のばらつきが大きく、製造工程における管理の見直しが必要となる可能性の大きいことがわかった。特に、変動が原料や熔融・固化の工程に起因する密度や吸水率などの項目ではなく、固化後の加工工程により変化する粗粒率などの項目について、今後の課題が存在していると思われる。

### 謝辞

本報告において、(社)日本産業機械工業会エコスラグ利用普及センター発行のデータ集よりデータを引用させて頂きました。また、本検討を行うにあたり、(株)内山アドバンス中央技術研究所の女屋英明課長より御指導を、向井建設(株)辻村純一氏(ものつくり大学中田研究室2004年度卒業研究生)ならびに丸山大祐氏(同2005年度卒業研究生)よりご協力を頂きました。ここに付記し、各位に感謝の意を表する次第です。

### 参考文献

- 1) 大塚秀三, 中田善久, 鈴木大介, 伊能泰夫, 長田昭一: ごみ熔融スラグ細骨材の品質変動とこれを用いた高性能AE減水剤コンクリートの性状に関する研究, 第16回廃棄物学会研究発表会講演論文集, pp. 666~668, 2005. 10
- 2) (社)日本産業機械工業会エコスラグ利用普及センター: 循環社会の輪をつなぐごみと下水の熔融スラグ(エコスラグ)有効利用の課題とデータ集(2005年版), 2005. 12