

# 水冷スラグの粒子形状、粒度構成および熔融金属粒子について

原 雄 根本久志 堤 克裕 伊藤康子

## 1. はじめに

熔融スラグ利用促進のため、2002年7月20日にコンクリート用骨材標準情報 (TR A 0016)<sup>1)</sup>、道路用骨材標準情報 (TR A 0017)<sup>2)</sup>が公表され、JIS化に向けた準備が進められている。標準情報ではスラグの品質規格として、外観、有害物質の溶出、金属鉄、骨材品質 (粒度・絶乾密度・吸水率・すり減り減量等)が規定されている。

そこで筆者らは、県内3施設において定格運転時に製造された灰熔融水冷スラグを対象として、品質規格の一部である粒度・外観 (粒子形状)・金属鉄などについて調査し、定性的記載を行った。なお、記載にあたっては熔融炉から出滓するものを熔融生成物とし、熔融生成物は熔融スラグと熔融金属からなるものとした。

## 2. 供試試料および記載方法と結果

### 2.1 供試試料

3施設 (A施設、B施設、C施設)の表面熔融炉において製造されたものを対象試料とした。それぞれをAスラグ、Bスラグ、Cスラグと呼ぶ。AおよびBスラグはストーカ炉主灰を磁選したものを原料とし、Cスラグは磁選後の主灰/飛灰混合灰 (混合比率は4:1)を原料とするものであった。A施設の磁選工程は3段階で、B施設とC施設の磁選工程は1段階で実施されていた。各施設におけるスラグ製造条件は、表1に示した。

表1 対象スラグの熔融条件

	スラグA	スラグB	スラグC
熔融原料	主灰	主灰	主灰・飛灰
原料前処理	3段磁選	1段磁選	1段磁選
熔融能力	26t/d	10.68t/d	13t/d
熔融温度	1350°C	1350°C	1300°C
出滓口温度	1360°C	1350°C	1300°C
落下距離	215cm	300cm	380cm
水冷水温	50°C	60°C	50~55°C

落下距離: 出滓口から水冷槽までの距離

試料は定格運転に達した後、Aスラグは72時間後、Bスラグは16時間後、Cスラグは40時間後に採取した。採取後、風乾ないし恒温槽内で乾燥し、以下の実験に供した。

### 2.2 ふるい分け試験

試料のふるい分けは、骨材のふるい分け試験法 (JIS A 1102) にしたがった。ふるい分け試験結果を表2に示した。AとCスラグの粒度構成は似ており、Bスラグと比べると粗粒分が多い傾向であった。Aスラグでは0.6mm以上が96%、Bスラグでは93%、Cスラグでは98%であった。AとCスラグともに2.36~4.75mmの粒度階が41.3%、40.1%というように最多構成率を占めた。Bスラグでは1.18~2.36mmの粒度階が47.4%で最多構成率を占めた。A施設の熔融温度、落下距離ともにB施設のそれに近いが、Aスラグの粒度構成はCスラグのそれに近かった。

表2 JIS A 1102によるスラグのふるい分け試験結果

		(g)								
		(mm)	<0.15	0.15~0.30	0.30~0.60	0.60~1.18	1.18~2.36	2.36~4.75	4.75~9.5	>9.5
A熔融物	スラグ	7.2	12.6	33.0	123.3	563.8	601.0	109.9	5.1	
	金属粒	—	0.19	0.69	2.18	5.72	17.03	21.27	—	
	アルミ粒	—	—	—	0.06	0.63	3.05	2.24	1.14	
B熔融物	スラグ	7.0	13.8	47.4	159.6	445.1	245.2	18.8	1.7	
	金属粒	—	0.04	0.64	4.86	10.32	4.20	—	—	
	アルミ粒	—	—	—	0.04	0.15	0.05	—	—	
C熔融物	スラグ	0.8	1.6	16.0	92.1	286.9	337.2	100.7	4.1	
	金属粒	—	—	—	0.02	0.02	—	—	—	
	アルミ粒	—	—	0.06	0.05	0.16	0.40	0.70	—	

### 2.3 粒子形状の観察

ふるい分け試験後、粒度階毎に実体顕微鏡下において粒子形状を観察し、分類した。水冷スラグの形状は、黑色角礫状粒子、白色角礫状粒子、球状粒子、棒ないし針状粒子、扁平状粒子の5つに分類できた (図1)。黑色角礫状粒子は不規則な直方体ないし立方体状を呈し、表面は凹凸が少なく平滑なものが多数を占めた。白色角礫状粒子の形状は黑色角礫状粒子と同じであり、一部に黑色物が付着していた。球状粒子は楕円体状お

よび真球状を呈し、粒径が小さくなるにしたがって真球状を呈するものが多くなる傾向を示した。棒ないし針状粒子は直状およびカールしたものがあつた。扁平状粒子は粒径が大きい場合にはタマネギの皮状を、粒径が小さい場合は平板状を呈する粒子が多かつた。

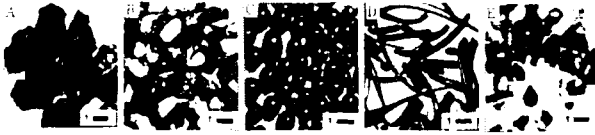


図2 スラグ構成粒子の粒子形状 A:黒色角礫状粒子 B:白色角礫状粒子 C:球状粒子 D:針状粒子 E:扁平状粒子 ケーラー:2.5mm

#### 2・4 熔融金属の分離

熔融金属粒は、実体顕微鏡下における粒度階毎のスラグ粒子観察時に肉眼により分離した。熔融金属粒は球状ないし塊状を呈し、粒径が小さくなるにしたがって真球状に近い形状を呈した(図2)。

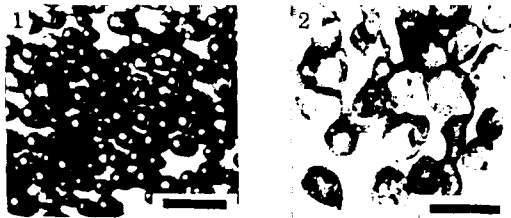


図3 熔融金属粒 1:鉄を主とした粒子 2:アルミニウム塊 スケールバー:2.5mm

A 熔融生成物では熔融生成物に占める熔融金属粒の割合は3.6%であり、アルミニウム粒はそのうちの13%であつた。B 熔融生成物では熔融金属粒が熔融生成物は2.1%であり、アルミニウム粒はそのうちの1%以下であつた。C 熔融生成物にはほとんど熔融金属粒は含まれず、0.1%以下であつた。

熔融金属粒は原料灰の成分に影響されるとされることから<sup>3)</sup>、原料灰中の金属元素含有量の反映と考えられる。

#### 4. まとめ

(1) 水冷スラグは黒色角礫状粒子、白色角礫状粒子、球状粒子、棒ないし針状粒子および扁平粒子から構成されていた。

(2) 各スラグの粒度構成において、A およびC スラグはほぼ同じ傾向を示し、B スラグに比べて粗粒分が多かつた。A および C スラグでは 2.36～4.75mm の粒子が最多を占め、B スラグでは 1.18～2.36mm の粒子が最多を占めた。

(3) A 熔融生成物では熔融金属粒が熔融生成物に占める割合は3.6%であり、アルミニウム粒はそのうちの13%であつた。B 熔融生成物では熔融金属粒が熔融生成物は2.1%であり、アルミニウム粒はそのうちの1%以下であつた。C 熔融生成物にはほとんど熔融金属粒は含まれず、0.1%以下であつた。

今後の課題として、水冷スラグの粒径の起源を明らかにすることが必要である。

#### 参考文献

- 1)日本工業標準調査会 標準部会:一般廃棄物、下水汚泥等の熔融固化物を用いたコンクリート用骨材(コンクリート用熔融スラグ細骨材)TR A 0016, 日本規格協会(2002)
- 2)日本工業標準調査会 標準部会:一般廃棄物、下水汚泥等の熔融固化物を用いた道路用細骨材(道路用熔融スラグ細骨材)TR A0017, 日本規格協会(2002)
- 3)加藤孝太郎, 鮫島良二, 古角雅行:窒素プラズマによる特別管理一般廃棄物の熔融処理, 第7回廃棄物学会研究発表会講演論文集, pp.445-447(1996)