

焼却灰溶融スラグの単粒子破碎特性及びせん断・変形特性について

中央大学 学生会員 ○浅子 隼輔
小原 亜沙美
中央大学 正会員 齋藤 邦夫

1. はじめに

循環型社会の推進が叫ばれる中、膨大な量が排出される廃棄物を有効利用する事は重要な課題の一つである。我が国では平成 18 年度実績で、一般廃棄物は約 5200 万 t/年にも達する。東京都 23 区内に限ると、年間 367 万 t/年の一般廃棄物が排出され、その内の約 80% の 290 万 t/年は焼却処理されている。焼却灰溶融スラグとは一般廃棄物を焼却処理した際に排出される焼却灰の減用化を図るため溶融処理した際に発生する副産物である。そこで本研究では、焼却灰溶融スラグの地盤材料としての適用拡大を目指し、スラグの単粒子破碎特性とせん断・変形特性に着目し、両者の関連性について検討した。

2. 試料及び試験方法

2-1. 試料の溶融方法による物理的性質

表-1 試料の物理的性質

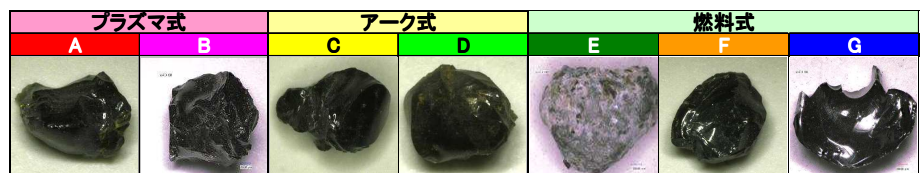
対象とした試料は、東京都 23 区内の焼却処理場でさまざまな方法により生成された 6 種類のスラグ及び某

溶融方法	プラズマ式		アーク式		燃料式			自然試料
試料名	A	B	C	D	E	F	G	珪砂2号
土粒子密度: $\rho_s(\text{g/cm}^3)$	2.87	2.90	2.89	2.75	3.00	2.95	2.90	2.65
最小密度: ρ_{dmin}	1.43	1.38	1.50	1.33	1.40	1.46	1.52	1.46
最大密度: ρ_{dmax}	1.76	1.86	1.88	1.62	1.87	1.79	1.91	1.65

下水処理溶融スラグの計 7 試料である。また、比較対象として自然試料である珪砂 2 号を用いた。各スラグの溶

表-2 試料粒子の拡大写真

融処理方法はアーク式、プラズマ式、燃料式の 3 つに区分される。表-1 に 7 つの試験試料の物理的性質を、表-2 に粒子写真を示す。



2-2. 単粒子破碎試験方法

対象とした粒径は、各試料とも 2.00 mm~4.75 mm である。試料を単粒子破碎試験機の載荷板上に置き、これ 0.02 mm/秒の変位速さで加圧、破碎した。また、変位量の測定には、非接触型の変位計を用いた。

2-3. 三軸圧縮試験方法

今回の三軸圧縮試験では、初期相対密度を約 60%、拘束圧を 50、100 及び 200kPa の条件を採用した。このほか、密度増・拡大に伴うせん断抵抗角 ϕ' の変化を把握するため、拘束圧を 100kPa の下で相対密度を 30、60、90% に変化させた試験も併せて実施した。また、両試験共、供試体寸法は $\phi=50 \text{ mm} \times h=100 \text{ mm}$ であり、圧密排水条件(CD 条件)にてせん断を行った。

3. 試験結果と考察

表-3 各試料の単粒子破碎強度

3-1. 粒子形状と単粒子破碎特性

対象とした試料の粒子形状を把握するため、一粒に対して 6 ヶ所の径を測定した。測定径のうち、最短径を a、最長径を b として縦横比 $A_r=b/a$ を求めた。次いで、縦横比 A_r より真円度 R_c を(1)より算出した。

$$R_c = \frac{1 + (A_r)^2}{2A_r} \quad (1)$$

その結果は、約 90% の粒子が $1.0 \leq R_c \leq 1.1$ となった。すなわち粒子形状は、ほぼ球状であるとの仮定が成り立つと考えた。

試料名	中央値(MPa)
A	11.2
B	13.8
C	17.5
D	18.0
E	4.7
F	7.7
G	9.2
珪砂2号	7.6

キーワード 焼却灰溶融スラグ 単粒子破碎 せん断

連絡先 〒112-8551 東京都文京区春日 2-1-12 中央大学 土木工学科 地盤環境研究室 TEL03-3814-1812

以上のような検討を背景とし、次の(2)式にて単粒子破砕強度 S_s を評価した。

$$S_s = \frac{2.8P}{\pi d^2} \text{ ----- (2)}$$

ここで d は、 $d=(d_1+d_2+\cdots+d_n)/6$ で求めた粒子径の平均値である。また、 P (kN) は、単粒子破砕試験で得た圧縮荷重～変位関係の最初のピーク値と定義した。各スラグ試料について、約80個の単粒子破砕荷重試験を実施し、統計処理を施して表-2のような中央値を求めた。また、単粒子破砕強度を各溶融方式別にヒストグラフとしたものが図-1である。図-1より、アーク式>プラズマ式>燃料式の順に単粒子破砕強度の大小関係を確認する事ができた。

3-2. 単粒子破砕強度とせん断 抵抗角 ϕ 、割線変形係数

E_t の関係

図-2 は、各溶融スラグのせん断抵抗角と単粒子破砕強度との関係である。おおよそ焼却灰溶融スラグのせん断抵抗角は $35^\circ \sim 45^\circ$ に分布して、単粒子破砕強度との明確な相関性は認め難い。さらに、図-3 に割線変形係数と単粒子破砕強度の関係を示す。この図より、単粒子破砕強度の増加と共に割線変形係数が単調に増加 していく傾向が認められる。

3-3. せん断抵抗角 ϕ に及ぼす密度の影響

図-4 は、各スラグ試料のせん断抵抗角と相対密度の

関係である。図中の珪砂、クロマイトサンドのデータは、高橋

角及びクロマイトサンドのせん断抵抗角は、相対密度が80%から90%に増大すると各々約 10° 大きくなっている。これに比べ、A、F スラグでは両者の単粒子破砕強度が大きく異なっている、相対密度の変化に対するせん断抵抗角の大きさの変化は、 $2 \sim 3^\circ$ にとどまっている。

4. まとめ

- 1) 溶融方法別で単粒子破砕強度を比較した結果、アーク式>プラズマ式>燃料式という傾向が認められた。
- 2) 溶融スラグは珪砂と比較し大きなせん断抵抗角を有している。
- 3) スラグはその他の試料に比べ、スラグは相対密度に対するせん断抵抗角の変化が小さい。

(参考文献)

- 1) 高橋彬:クロマイトサンドのせん断特性、地盤環境研究室卒業研究発表会発表概要集、2008年3月

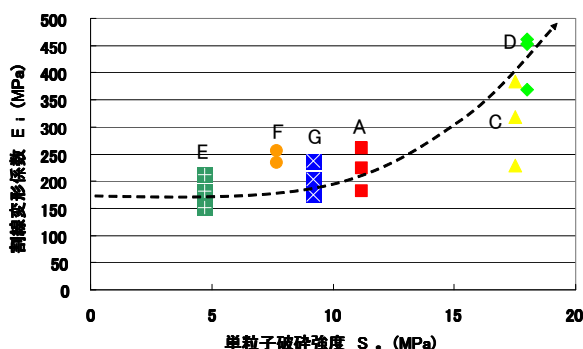


図-3 割線変形係数と単粒子破砕強度の関係

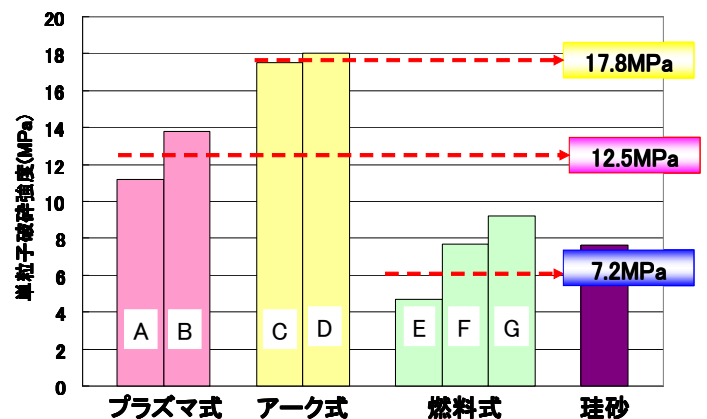


図-1 溶融方法別の単粒子破砕強度の中央値

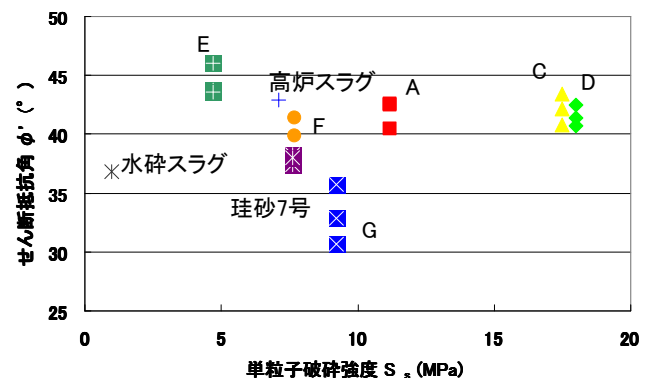


図-2 せん断抵抗角と単粒子破砕強度の関係

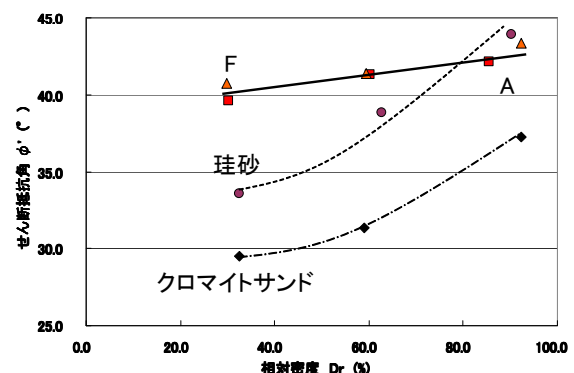


図-4 せん断抵抗角と相対密度の関係