

中央大学理工学部土木工学科 正会員 國生 剛治
 流動化処理工法研究機構 久野 悟郎
 学生会員 加藤 匡一 ○川野 涼子

1. はじめに

現在、一般廃棄物の焼却炉から排出される焼却灰は年々減少はしているものの約 780 万 t で、埋め立て廃棄物量全体の約 6 割に相当し重要な問題となっている。焼却灰は溶融固化技術により安全性の高い溶融スラグになる。一方、石炭火力発電所の増加により、石炭灰の発生量も増大している。石炭灰の年間排出量は 840 万トン(2002 年度)となっており、その約 82%が有効利用されているが、残りは海域及び陸域で埋立処分されているため、一層の有効活用への努力が必要である。

このような状況下で、建設発生土を有効に再利用する観点から注目を集めている流動化処理土においては、石炭灰と焼却灰溶融スラグを埋設処分せず有効利用出来る可能性が考えられる。本研究では、まずカオリン粘土に加水して作った泥水にセメント系固化材を添加して流動化処理土を準備した。それに石炭灰・焼却灰溶融スラグ・豊浦砂をそれぞれ添加し、フロー値試験、ブリージング試験、一軸圧縮試験を行い、物理・力学特性にどのような影響があるのかを調べた^{1) 2) 3)}。

2. 試験方法

カオリン粘土($I_p=23$, $\rho_s=2.737\text{g/cm}^3$)に水道水を加え泥水密度を $\rho_f=1.30\text{g/cm}^3$ と一定にした泥水を作成した。そしてこの泥水 1m^3 当りの固化材(一般軟弱土用セメント系)添加量を 100、150、200kg とした流動化処理土を作成した。固化材添加量 100kg/m^3 と一定にした流動化処理土では、石炭灰を 100、200 kg/m^3 と添加した試料と、焼却灰溶融スラグを 0、200、400 kg/m^3 と添加した試料、豊浦砂の混合割合 p 値(p 値=泥水質量/砂の室乾質量)により変化させた試料をそれぞれ作成した。焼却灰溶融スラグは粒径 2mm 以下に粒度調整したものを使用した。また配合条件が p 値=1.0、泥水密度 $\rho_s=1.30\text{g/cm}^3$ 、溶融スラグ添加量=0 kg/m^3 である試料において、豊浦砂の配合部分を溶融スラグに置き換えた試料を作成した。配合条件は表-1 に示す。これらは現在使われている実際の流動化処理土の配合条件を参考に現実的な値の範囲として決めた。その後フロー試験とブリージング試験を行い、材齢 7 日において各試料とも一軸試験を行なった。流動性を調べるフロー試験では、一般的に使用されている日本道路公団規格(JHIS 313-1992)による方法にしたがって行った。また材料分離率を調べるブリージング試験には、土木学会規準「プレパックドコンクリートの注入モルタルのブリージング率及び膨張率試験方法(JSCE-1986)」による方法を準用した。

表-1 配合条件

p値	泥水密度	セメント添加量	焼却灰添加量	石炭灰添加量	配合量(kg)					
	(g/cm^3)	(kg/m^3)	(kg/m^3)	(kg/m^3)	カオリン粘土	水	セメント系固化材	焼却灰溶融スラグ	豊浦砂	石炭灰
∞	1.30	150,200	0	0	473	827	150,200	0	0	0
∞	1.30	100	0	100,200	473	827	100	0	0	100,200
∞	1.30	100	0,200,400	0	473	827	100	0,200,400	0	0
∞	1.30	100	1300	0	317	554	67	871	0	0
1.0	1.30	100	0	0	317	554	67	0	871	0
2.0	1.30	100	0	0	379	664	80	0	522	0
5.0	1.30	100	0	0	430	753	91	0	237	0
10.0	1.30	100	0	0	451	788	95	0	124	0

キーワード 建設発生土 流動化処理土 焼却灰溶融スラグ 石炭灰

連絡先 〒112-8551 東京都文京区春日 1-13-27 Tel 03-3817-1799 中央大学理工学部土木工学科土質研究室

3. 試験結果

図-1 は試料作成時に測定した密度とブリージング率の関係を示した図である。現場で多く実施されているブリージング率の許容範囲は 1%未満である。焼却灰溶融スラグ添加量=1300kg/m³の試料において多少のブリージングが発生した。その他の試料においてはブリージング率がほぼ 0%であった。全ての試料においてブリージング率は 1%未満であった。

図-2 は流動化処理土の密度とフロー値の関係を示している。いずれの場合においてもフロー値の変動は通常の添加量の下では大きくはなく、現場で使われる限界値の 200mm 以上を満たしている。個別に見ていくとまず、セメント添加量を変化させた試料においてはフロー値にほとんど変化がなかった。次にセメント添加量を 100kg/m³と一定にした流動化処理土において、石炭灰あるいは焼却灰溶融スラグの添加量が増えると、前者の場合はフロー値は顕著に下がり、後者の場合はフロー値は緩やかに下がる傾向を示した。砂の混合量を変化させた場合においては、混合量が増加するにつれてフロー値が緩やかに低下した。その傾向が焼却灰溶融スラグを添加した場合と似ていることから、焼却灰溶融スラグは流動化処理土の密度調整の役割を果たしている砂と同様の働きが出来る可能性が考えられる。

図-3 は一軸圧縮試験時に測定した供試体の湿潤密度と一軸強度の関係を示している。セメント添加量を増加させた試料の一軸強度は大きな増加の傾向を示した。次にセメント添加量を 100kg/m³と一定にした流動化処理土において、石炭灰の添加量を変化させた場合においてもセメントほどではないが顕著な増加傾向を示したので、石炭灰はセメントの補助材料として利用出来る可能性が考えられる。一方、砂の混合量を変化させた試料と焼却灰溶融スラグの混合量を変化させた試料は一軸強度の変化傾向が非常に似ている。両者とも混合量が少ない場合にはほとんど一軸強度に影響を与えないが、混合量が増えてくると徐々に一軸強度は増加する。従って、焼却灰溶融スラグは流動化処理土において砂の代替試料として利用できるのではないかと考えられる。

4. まとめ

- ・流動化処理土に焼却灰溶融スラグを最大 400kg/m³、石炭灰を最大 200kg/m³まで混合した場合でも、フロー値・ブリージング率には大きく影響しないため施工条件に影響を与えない。
- ・焼却灰溶融スラグを混合した流動化処理土は砂を混合した流動化処理土と同様な湿潤密度と一軸強度の関係を示すため、密度調整の役割を担う砂の代替材料として利用できる。
- ・石炭灰を混合した場合は一軸強度がセメントほどではないが大きな増加を示し、セメント添加量を増加させた場合と似ているので、固化材の補助材料として利用できる。

<参考文献>1)久野悟郎編著：土の流動化処理工法、技報堂出版、1997. 2)國生剛治，久野悟郎，岩沢 大，吉尾泰輝：流動化処理土の地震時力学特性についての基礎的実験，土木学会論文集 No.701/III-58, 219-229, 2002.3. 3)國生・加藤・佐々木：石炭灰を用いた流動化処理土についての基礎的研究，第 31 回関東支部技術研究発表会、2004.3

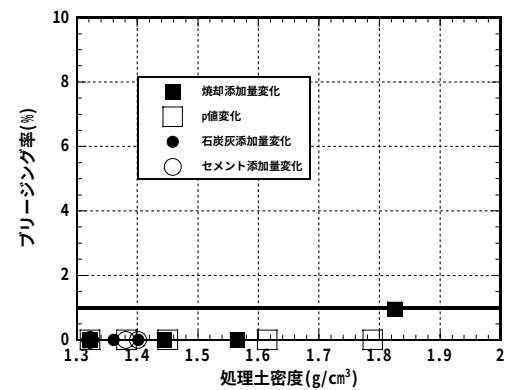


図-1 処理土密度とブリージング率の関係

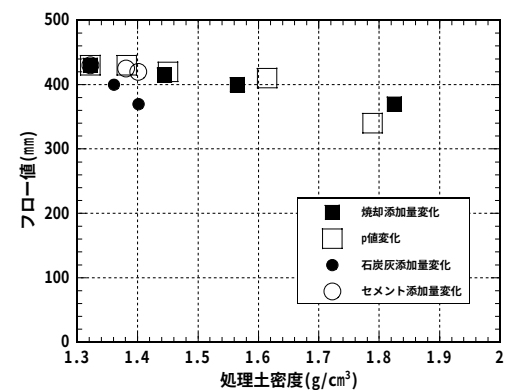


図-2 処理土密度とフロー値の関係

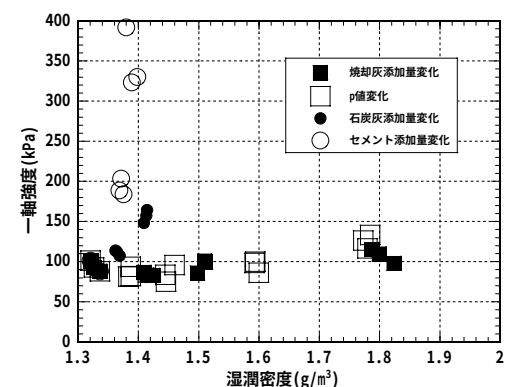


図-3 湿潤密度と一軸強度の関係