

スラグ混合浚渫土の圧密特性

九州大学工学部 学生会員○田尻 隼也 九州大学大学院 フェロー 善 功企
九州大学大学院 正会員 陳 光斉 九州大学大学院 正会員 笠間 清伸
九州大学大学院 正会員 春日井 康夫

1. はじめに

近年の廃棄物処分量の増大に伴って、既存の処分場が飽和状態となっていることから、港湾施設の整備や維持によって発生する大量の浚渫土砂を効率よく減容化し有効利用する技術が強く求められている。しかしながら、浚渫土砂は排水性が悪く高含水比であることが多いため、盛土材や埋め立て材などに直接利用することが難しく、仮置きや乾燥などの処理を経て再利用されるのが一般的である。例えば、浚渫土砂の含水比を低下させる処理として、フィルタープレスなどの加圧脱水処理があるが、一般に粘土の透水係数は非常に小さいため、含水比の低下には非常に長時間が必要になる。

一方、鉄鋼スラグは、鉄鋼の製造過程でできる副産物であり、年間全国で約 3900 万トンが生じている状況にある。鉄鋼スラグの主成分は、石灰やシリカであり、膨張して固まる性質を活かし、セメント剤や道路の路盤材、空港工事の埋立てなどのリサイクル材として利用されてきた。

以上のような背景から、本文では、結合性を有する鉄鋼スラグの特性を活用して、浚渫土砂の圧密特性、透水特性を改善するための基礎的実験を実施した。具体的には、製鋼スラグと高炉スラグ微粉末を混合した浚渫土砂を作製し、定ひずみ速度圧密試験を用いて圧密特性を調べた。

2. 実験概要

博多港で浚渫された土砂(博多港土砂)を母材とし、製鋼スラグおよび高炉スラグ微粉末を用いて実験を行った。博多港土砂の物理特性は、表-1 に示す通りである。高炉スラグ微粉末と製鋼スラグは、母材の乾燥重量に対する比率(以降、スラグ混合率と呼ぶ)で、10、20、30%添加した。また、本文では、定ひずみ速度圧密試験の載荷速度がおよぼす影響を調べるために、載荷速度を 0.05、0.1、1%/min と変化させた。実験では、軸圧縮圧力が 5MPa になるまでの経過時間 t における軸圧縮圧力 σ_t 、圧密変位量 d_t 、供試体底面の間隙水圧 u_t を測定した。実験条件を表-2 に示す。

表-1 博多港土砂の物理特性

土粒子密度 $\rho_s(\text{g/cm}^3)$	2.686
液性限界 $w_L(\%)$	68.1
塑性指数 I_p	32.5
粘土分含有率 $P_c(\%)$	15.6

表-2 実験条件

母材	博多港土砂
スラグ	製鋼スラグ、高炉スラグ微粉末
スラグ混合率	10、20、30%
初期含水比	$1.2w_L$
供試体寸法	直径60×高さ20mm
最大軸圧縮圧力	5MPa
載荷速度 r	0.05、0.1、1%/min

3. 実験結果および考察

図-1 に載荷速度 r が 1%/min でスラグ混合率を変化させた場合の e - $\log p$ 曲線を示す。スラグ混合率が高いほど間隙比が小さかった。また、スラグ混合率が 10%と 20%のグラフよりも 20%と 30%の方が間隙比の差が大きかった。

図-2 にスラグ混合率が 30%で載荷速度 r を変化させた場合の e - $\log p$ 曲線を示す。 e - $\log p$ 曲線は、載荷速度が小さいほど右寄りになった。これは、圧密中のスラグ微粉末の固化反応が影響するためと考えられる。また、載荷速度 r が 0.05 と 0.1 のグラフよりも 0.1 と 1 の方が間隙比の差が大きくなった。

以上からわかるように e - $\log p$ 曲線は、スラグ混合率および載荷速度のいずれにも影響を受けるといえる。

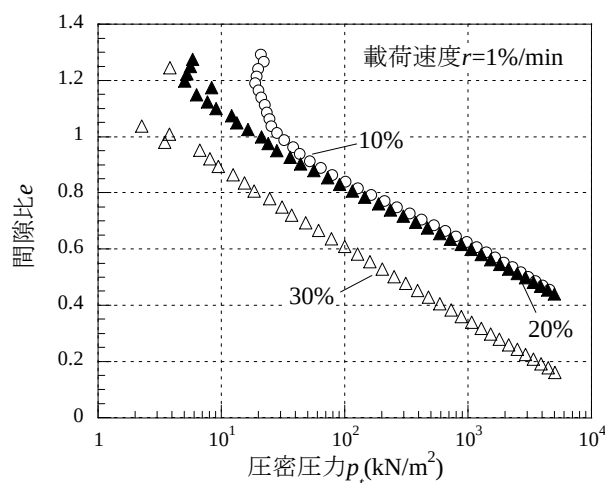


図-1 e - $\log p$ 曲線($r=1\%/min$)

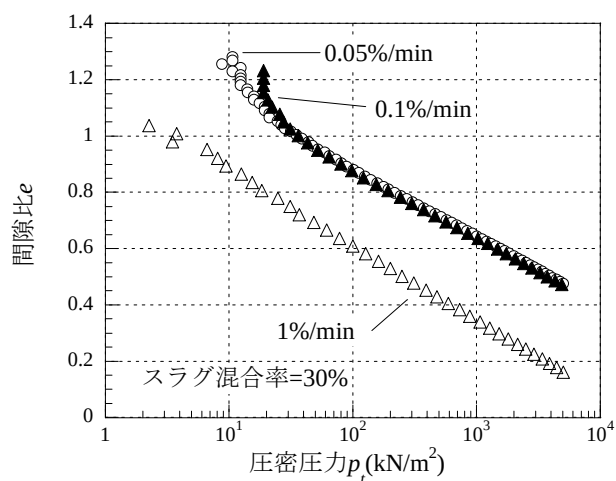


図-2 e-logp 曲線(30%)

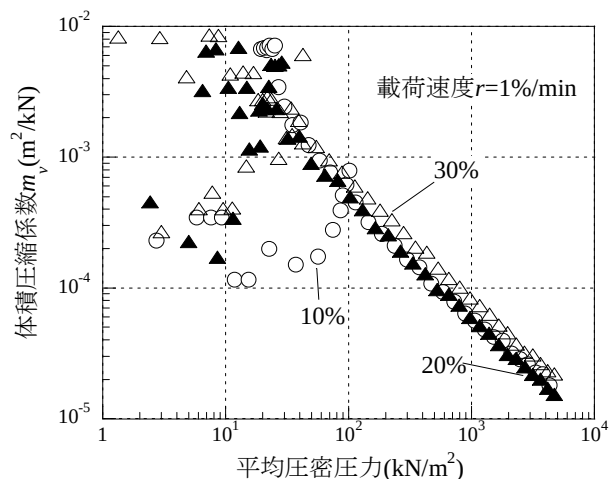


図-3 体積圧縮係数(r=1%/min)

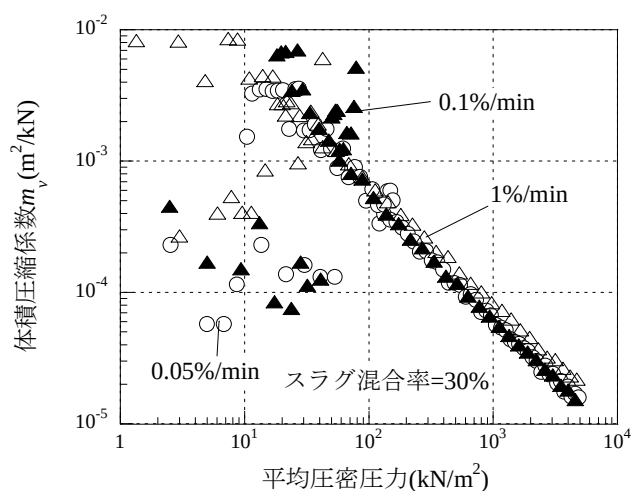


図-4 体積圧縮係数(30%)

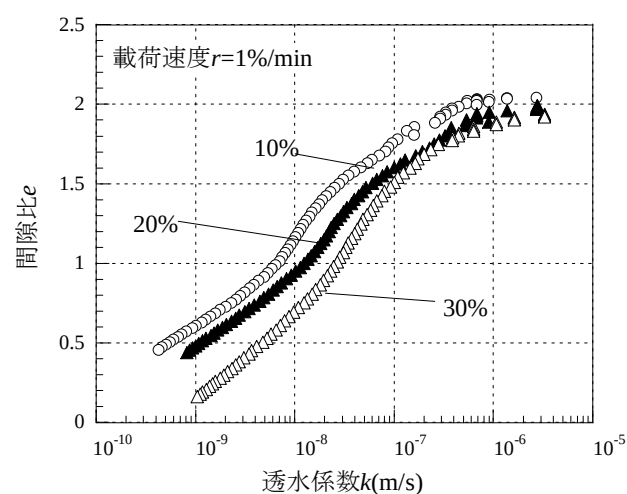


図-5 透水係数(r=1%/min)

図-3 に載荷速度 r が 1%/min でスラグ混合率を変えた場合の体積圧縮係数を、図-4 にスラグ混合率が 30%で載荷速度を変えた場合の体積圧縮係数をそれぞれ示す。図-3、図-4 とともに平均圧密圧力が大きい部分では体積圧縮係数がほぼ一致した。その他の条件についても同様に一致していたことから、体積圧縮係数は、載荷速度およびスラグ混合率のいずれにもあまり影響を受けないといえる。

図-5 に載荷速度 r が 1%/min でスラグ混合率を変化させた場合の透水係数と間隙比の関係を示す。スラグ混合率を大きくすると透水係数が大きくなった。また、間隙比が大きい部分ではスラグ混合率の変化による透水係数の差は小さかった。

4. まとめ

今回の研究より得られたスラグ混合浚渫土の圧密特性をまとめると以下のようになる。

1. e-logp 曲線はスラグ混合率が大きく載荷速度が小さいほど右側に移動した。これは、圧密中の製鋼スラグと高炉スラグ微粉末の固化反応による影響が原因と考えられる。
2. スラグ混合浚渫土の体積圧縮係数 m_v は、スラグ混合率および載荷速度 r による影響をあまり受けずほぼ等しくなる。
3. スラグ混合浚渫土の透水係数は、スラグ混合率が大きいほど大きかった。

参考文献 1) 木曾英滋, 辻井正人, 伊藤公夫, 中川雅夫, 五明美智男, 永留健: 転炉系製鋼スラグの混合による浚渫土の固化改良技術, 海洋開発論文集, 第 24 巻, pp327~332, 2008. 2) 那須智彦, 善功企, 笠間清伸, 林晋: 定ひずみ速度圧密試験によるセメント混合浚渫粘土の高圧脱水特性, 第 35 回地盤工学研究発表会, pp1249~1250, 2000.