

山砂を用いた遮水材の透水性評価

中央大学 学生会員 ○五十嵐 美紀
中央大学 正会員 斎藤 邦夫

1. はじめに

近年、廃棄物処分場から漏出する有害物質による環境汚染が社会問題となっている。平成 10 年には「一般廃棄物の最終処分場及び産業廃棄物の最終処分場に係る技術上の基準を定める命令」が改正され、廃棄物最終処分場の構造・維持管理基準の強化・明確化が行なわれた。この基準によると自然材料を用いた場合厚さ 5m で透水係数が $1 \times 10^{-5} \text{ cm/s}$ であることが遮水層の条件となる。しかし、このような基準を満たす土質材料は一般的に粘性土である。砂質土を母材とする土質材料を使用しない理由は「技術上の基準」を満たすことができないからである。

そこで、本研究では母材を山砂とし、これに火力発電所から排出されるフライアッシュ、さらにベントナイトを加えた混合土を調整し、その粒度分布の違いが透水係数に与える影響を実験的に検討することとした。

2. 試料および試料調整

表 - 1 試料の物理特性

2.1 試料

本研究では、母材として千葉県産山砂、フライアッシュならびに透水性調整用にベントナイトを使用した。それぞれの物理特性を表 - 1 に示す。

試験名	山砂	フライアッシュ	ベントナイト	混合土
土粒子の密度 (g/cm^3)	2.711	2.262	2.425	2.565
粒度	礫分 (%)	0	—	0
	砂分 (%)	94.81	88.52	51.43
	シルト分 (%)	0.75	2.59	27.14
	粘土分 (%)	4.44	8.89	21.43
液性限界 (%)	NP	NP	271	45.38
塑性限界 (%)	NP	NP	25	19.57
塑性指数	NP	NP	246	25.82

2.2 試料調整

山砂とフライアッシュは、流動性を持たせるように適当の水を加え、ステンレス製の圧密リングに流し込み、これを供試体とした。一方、混合土は、まず均等係数 U_c が極力大きくなるよう両者の粒径加積曲線より合成粒度を求めた。結果として山砂、フライアッシュの混合率を 7 : 3 に決定し、これにベントナイトを混合体の乾燥重量に対する比が 0.2 になるよう添加、混合した。図 - 1 は山砂、フライアッシュならびに混合土の粒度分布である。また、同図から算定される各試料の均等係数を表 - 1 に示す。混合土の粒径加積曲線は、他のものと明らかに異なり、大小粒径がまんべんなく分布しており、均等係数の数値も格段に大きな値をとる。さらに、表 - 1 中の混合土のコンシステンシー特性より、それが粘性土的なものになっていることが分かる。

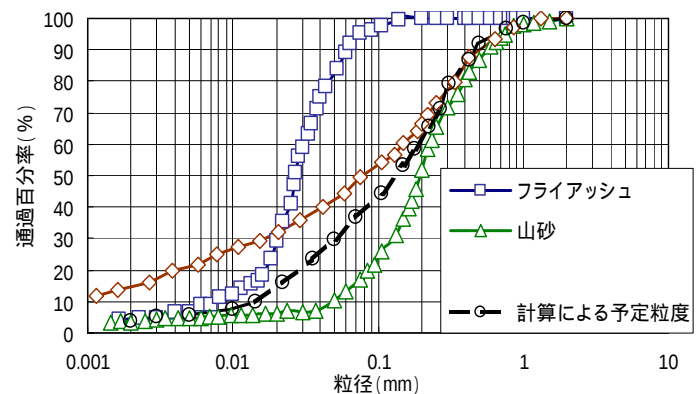


図 - 1 粒度分布

表 - 2 試料の均等係数 U_c

試料名	均等係数 U_c
山砂	4.89
フライアッシュ	4.29
混合土	360

3. 実験装置と方法

定率ひずみの圧密試験方法 (JIS A 1227) によりそれぞれの試料の透水係数を求めた。このため、混合土については、含水比を液性限界の 2 倍に含水比を調節し、ミキサーで攪拌しスラリーにしてから圧密リングに流し込んだ。また山砂とフライアッシュのひずみ速度は、「試料の塑性指数に応じたひずみ速度の参考値」によるひずみ速度より速いひずみ速度に設定し、実験を行なった。ひずみ速度は 0.5%/min である。

キーワード：透水係数 石炭灰 廃棄物処分場

連絡先：東京都文京区春日 1 - 13 - 27 中央大学理工学部土木工学科 地盤環境研究室

4．実験結果と考察

透水係数について比較、検討するため $e - \log p$ 、 $e - \log k$ 、 $\log k - \log \bar{p}$ の関係を図 - 2、図 - 3 および図 - 4 にそれぞれ示す。ただし、透水係数は定率ひずみ速度の圧密試験より得られた圧密係数 c_v (cm²/day)、体積圧縮係数 m_v (cm²/kN) から算出したものである。

3 試料の $e - \log p$ 関係 (図 - 2) より各試料の圧縮指数 C_c を求めた。混合土では 0.612、山砂では 0.02、フライアッシュでは 0.017 という結果となった。山砂とフライアッシュの C_c は、ほぼ同程度の値であり粘性土に比べかなり低い値である。しかし、山砂、フライアッシュ、ベントナイトを混ぜた混合土は、他の試料に比べて 30 倍もの値を示す。これはベントナイトの混入効果によるものである。

透水係数 k は、間隙の性状に強く関係する地盤パラメータである。そこで、各試料の定率ひずみ圧密試験結果より、 $e - \log k$ 関係として整理した。 e すなわち圧密圧力レベルに対応して試料ごとに k の取り得る範囲が異なっているのが分かる。山砂、フライアッシュにおける k は 1 オーダー内に止まっているが、混合土では、3 オーダーもの領域に分布する。今、三者に共通する $e=1$ に着目して、対応する k を求めると、山砂で 10^{-3} 、フライアッシュで 10^{-4} 、混合土で 10^{-8} レベルになっている。これは、間隙そのものの大きさ、したがって、透水長さの違いがこのような結果をもたらしているものと考えられる。つまり、大小粒が程良く分布する U_c の大きい混合土で、この効果が顕著に表れている。

図 - 4 は定率ひずみ圧密試験結果の整理の 1 つとして、各試料の平均圧密圧力に対する k の変化を示したものである。試料ごとに、それぞれ先に指摘した k の特徴が把握できる。また、

同図中には、遮水層の基本要件である $k = 1 \times 10^{-5}$ cm/s を書き加えて、その結果、山砂、フライアッシュでは、この数値を満足することはないが、混合土では試験の圧力レベルに対し、要件を満たすことが明らかである。つまり、粗粒材に適当量の細粒分を加えることで、透水性を大きく改善することを示唆している。今後は、ベントナイト混入量と k の関係について実験を重ねて行きたいと考えている。

<参考文献>

地盤工学会：土質試験の方法と解説、pp. 389 - 423

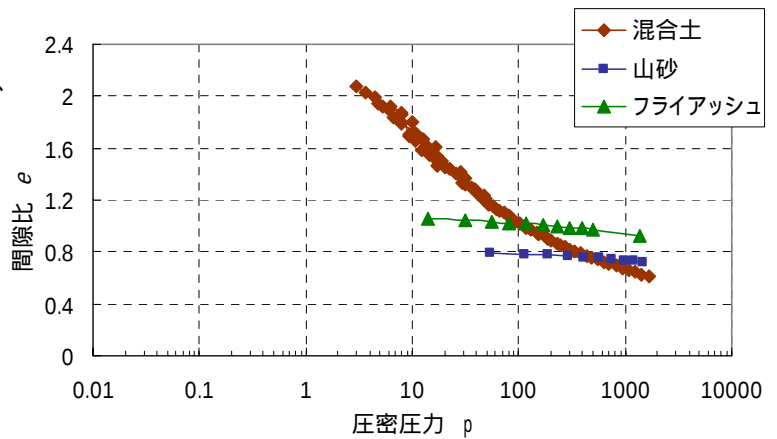


図 - 2 $e - \log p$ 関係

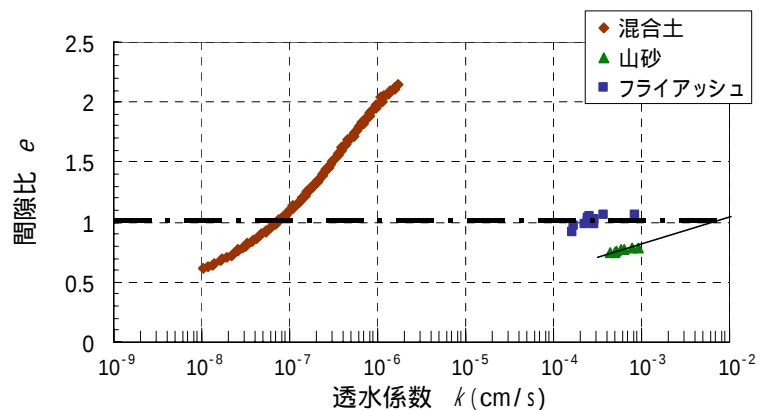


図 - 3 $\log e - \log k$ 関係

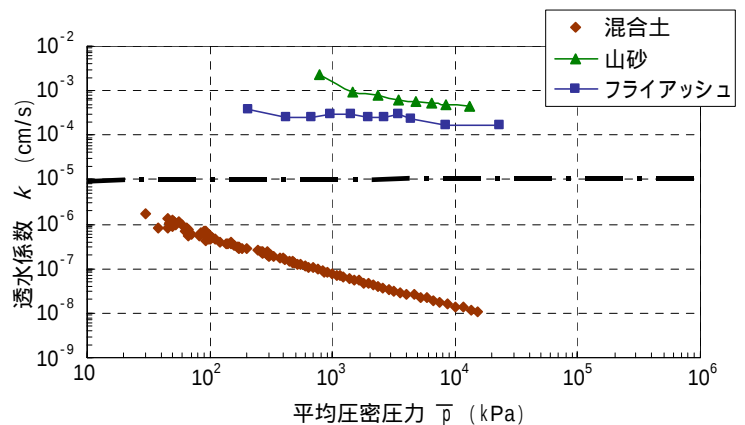


図 - 4 $\log k - \log \bar{p}$ 関係