

Ⅲ-A4

ベントナイト混合土の締固めおよび透水特性について

大林組技術研究所 正員 ○日笠山徹巳

松尾 龍之

正員 平間 邦興

1. まえがき

総理府・厚生省共同命令による廃棄物最終処分場の構造基準の改定において遮水工のひとつとして、土質材料による難透水層いわゆるアースライニングと遮水シートを組み合わせた遮水層の構造基準が命ぜられた。一般的にアースライニングは、現地発生土に所定の透水係数を満足するようベントナイトを混合した材料が用いられる¹⁾。著者らは、今後増加が予想されるアースライニングと遮水シートの組み合わせによる最終処分場建設工事に対応するために、アースライニングの設計や施工、品質管理法に関する研究を行っている。今回本文では、ベントナイト混合土に着目し、ベントナイトや礫分の混合率がベントナイト混合土の基本物性（締固め・透水特性）に及ぼす影響を調査した室内実験結果を示す。

2. 試料土

母材料は、細粒分（75 μ m以下）を10%程度含有する富津産の山砂を用い、礫分としてコンクリート用砕石（JIS2005）を混合した。ベントナイトは、赤城印豊順ベントナイトである。表-1にこれらの基本物性を示す。

表-1 試料土の基本物性

材料名	山砂 (富津産)	砕石 (JIS2005)	ベントナイト (#250)
土粒子密度 ρ_s (g/cm ³)	2.711	—	2.600
礫比重 G_s	—	2.688	—
礫吸水率 Q_s (%)	—	0.64	—
最大粒径 D_{max} (mm)	9.5	26.5	—
平均粒径 D_{50} (mm)	0.29	8.50	—
均等係数 U_c	4.3	3.3	—
曲率係数 U'_c	1.50	1.28	—

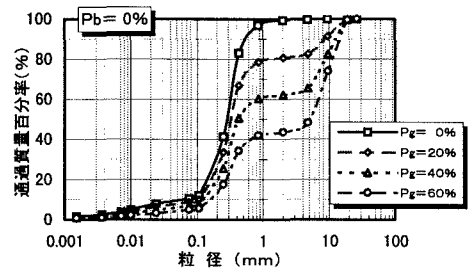


図-1 試験粒度例(Pb=0%)

3. 室内実験

3.1 試験ケース

式-1、2で定義する礫分混合率 P_g が 0、20、40、60% の4ケース（図-1）、ベントナイト混合率 P_b が 0、5、10、15% の4ケース、計16ケースの混合材料を対象にした。

$$P_g = \frac{[\text{礫分質量}]}{[\text{全質量(山砂+礫分+ベントナイト)}]} \quad \text{-----式-1}$$

$$P_b = \frac{[\text{ベントナイト質量}]}{[\text{全質量(山砂+礫分+ベントナイト)}]} \quad \text{-----式-2}$$

3.2 試験方法

締固め試験は実固め法（JGS-T-711）により、礫分を含まない $P_g=0\%$ は $\phi 10$ cm モールド（A-c 法）、それ以外は $\phi 15$ cm モールド（B-c 法）を用いた。透水試験は実固め試験後の供試体とモールドを用い、変水位法（JGS-T-311）で行った。

3.3 試験結果および考察

(1) 締固め特性 締固め試験の結果例として、図-2 にベントナイト混合率 $P_b=0\%$ および 10% のケースを示す。

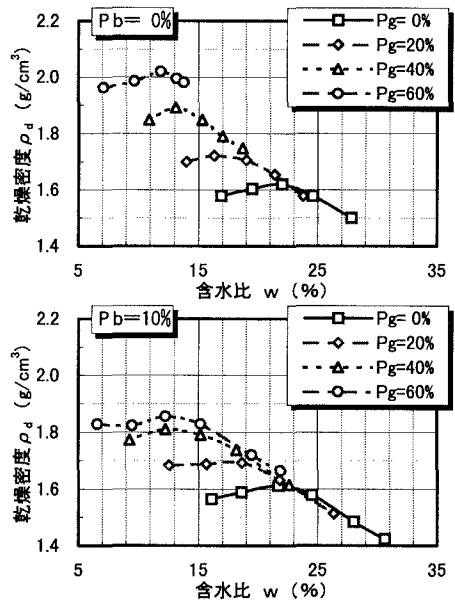


図-2 締固め試験結果例

キーワード；ベントナイト、砂質土、礫、混合土、締固め試験、透水試験、室内実験

連絡先；〒204-0011 東京都清瀬市下清戸 4-640 TEL 0424-95-0910 FAX 0424-95-0903

両ケースに代表されるように礫分混合率 P_g の増加に伴い、最大乾燥密度 ρ_{dmax} は増加し、最適含水比 w_{opt} は低下する。ベントナイト混合率 P_b が増加すると、同じ礫分混合率 P_g でも小さい乾燥密度 ρ_{dmax} を呈し、この傾向は礫分混合率 P_g が大きい程、顕著である。この礫分混合率 P_g と締固め密度 ρ_{dmax} の関係を図-3に示す。礫混合率 $P_g=0\sim60\%$ の範囲では、礫分の増加に伴いそれ以外の材料が礫分に置換されるため、密度も増大する。ベントナイト混合率 P_b の影響は、礫分が0%の場合あまり見られないが、礫分が大きくなると顕著に表れる。これは礫分に置換される材料の構成比によるものであり、ベントナイト混合率 P_b が少ないほど密度の増大が大きい。

(2) 透水特性 透水試験の結果例として、図-4にベントナイト混合率 $P_b=0\%$ および5%のケースを示す。

両図より、ベントナイトの混入により最小透水係数 k_{min} が低下することがわかる。ベントナイト混合率 P_b と各ケースから得られた最小透水係数 k_{min} をまとめて図-5に示す。この図より各礫分混合率 P_g においても $P_b=10\%$ までは急激な透水係数の低下を示すが、それ以上はその傾向が小さい。一方、礫分混合率 P_g に着目すると、一定のベントナイト混合率 P_b の条件では礫分混合率 P_g が大きいほど透水係数 k_{min} が大きい傾向があるが、ベントナイト混合率 P_b の因子に比較して急激な変化ではない。この範囲 ($P_g=0\sim60\%$) では、礫分以下の材料（山砂、ベントナイト）が混合材の骨格構造をなし、構造的にも安定しており²⁾、山砂・ベントナイト混合体の透水性に支配されているためと考えられる。

図-6は、混合材の細粒分含有率 F_c で最小透水係数 k_{min} を整理した。混合材の細粒分は山砂の細粒分とベントナイトで構成されており、ベントナイトの膨潤による透水係数の低下効果も勘案しなければならないが、この図によれば混合材の細粒分含有率 F_c が $0\sim20\%$ の範囲において透水係数は右下がりの直線（縦軸対数）の関係である。

4. まとめ

ベントナイト混合土を用いたアースライニングの研究の内、今回は基本となる締固め特性と透水特性を室内モールド実験により確認した。今後は、ベントナイト混合土の支持力特性や力学特性を明確にするとともに、現場発生土を有効利用した合理的なアースライニングの設計法や施工法の提案をしていく予定である。

【参考文献】

- 1) 檜垣；新しいしゃ水工を持つ大型最終処分場工事、最近の土木工事における技術的問題点とその対策講習会講演資料（地盤工学会）、p. 74～88、1998.10、2) 日笠山ら；粗粒材料の締固め特性に関する研究（その1）、大林組技術研究所報N0.51、p. 39～42、1995.8

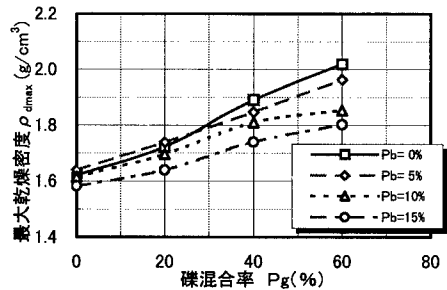


図-3 礫混合率と締固め密度

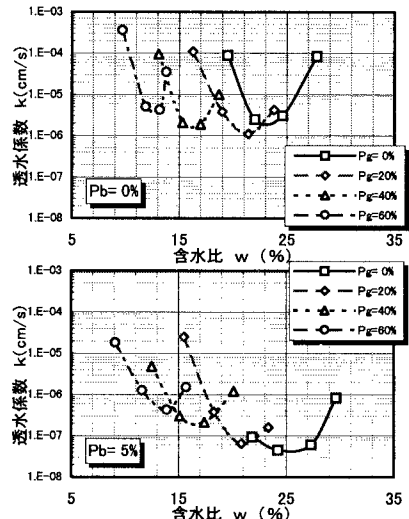


図-4 透水試験結果例

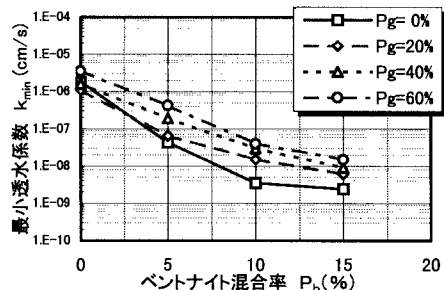


図-5 ベントナイト混合率と最小透水係数

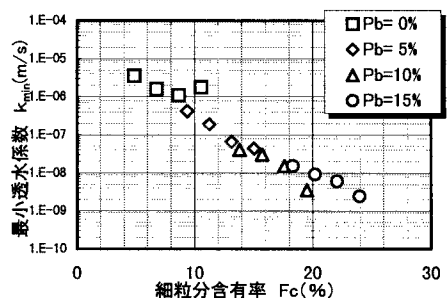


図-6 細粒分含有率と最小透水係数