

母材が異なるベントナイト混合土の強度特性の評価

宇都宮大学 学生会員 ○上野 真誉
宇都宮大学大学院 正会員 今泉 繁良

1. はじめに

廃棄物最終処分場には、浸出水による周辺地盤や地下水が汚染されることを防ぐ目的で遮水工が設置されている。現在、土質系遮水層を作成する際に多用されているのがベントナイトを現場発生砂等と混合したベントナイト混合土¹⁾である。ベントナイト混合土に関する既往研究は多数あるものの、強度特性に関するもの²⁾は必ずしも十分とは思えない。

本研究の目的は 4 種類の母材からなるベントナイト混合土に対し、中型一面せん断試験を実施し、それらの強度特性を明らかにすることである。

2. 使用した材料の特性

母材として 2 種類の栃木県葛生産砕石砂（試料 A、試料 B）、千葉県君津産山砂（試料 C）、茨城県霞ヶ浦産山砂（試料 D）を用いた。各試料の粒度曲線を図 1 に、基本特性を表 1 に示す。これらの母材に対し、アメリカ産 Na 型ベントナイト（表 2 参照）を 10% 添加して混合土 A、B、C、D を作成した。

表 3 は混合土の最大乾燥密度と最適含水比を示したものである。最適含水比は試料 A、C、B、D の順に大きくなり、最大乾燥密度はこの順に小さくなっている。

3. 一面せん断試験

3.1 試験装置

母材の最大粒径は 9.5mm であるので、必要な供試体の大きさは 70cm となる³⁾が、粒径 4.75mm 以上の粒子の割合は 10% 程度であるため、実験の作業性などの点から、最大粒径 4.75mm に対応する縦 35cm、横 35cm、高さ 14.5cm のせん断箱とした。

この試験機では図 2 に示すように上せん断箱は外枠に固定されているが、下せん断箱はスライダ上設置され、一方向に抵抗なく水平移動できるようになっている。上載荷重としては容量 1MN/m² のエアシリンダーを介して、垂直応力を加えた。下せん断箱と引張り装置の間に容量 20kN の荷重計をつないでせん断抵抗力を計測

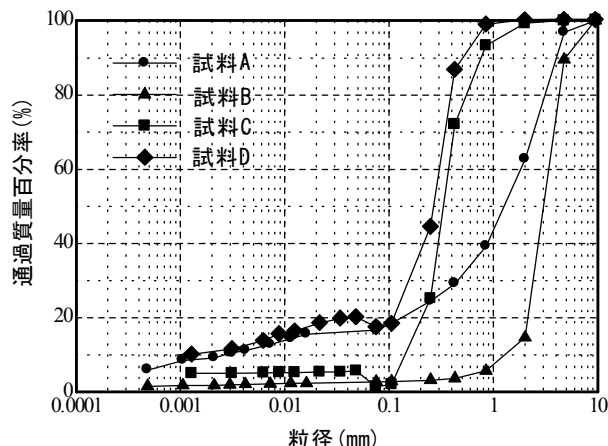


図 1 母材の粒径加積曲線

表 1 母材の基本特性

	母材A	母材B	母材C	母材D
ρ_s (g/cm ³)	2.712	2.660	2.695	2.664
最大粒径(mm)	9.5	9.5	4.75	2
U_c	237.5	2.0	2.5	230.8
U'_c	13.9	1.5	1.2	65.6
細粒分	16.6	2.6	1.2	17.2
土質分類名	(SFG)	(G-S)	(S)	(SF)

表 2 ベントナイトの基本特性

W_L (%)	W_P (%)	膨潤力	pH
581	38	38ml/2g	9.8

表 3 混合土の締固め特性

	ρ_{dmax} (g/cm ³)	w_{opt} (%)
試料A	1.850	11.5
試料B	1.659	15.0
試料C	1.721	13.8
試料D	1.580	19.3

した。

3.2 試験方法

ベントナイト混合土を最適含水比に調整し混合した後、せん断箱内で、油圧ジャッキを用いて締固め度が 90% となるように静的に締固めた。上下せん断箱間に 0.2mm 程度のすき間を設定した後、エアシリンダーに所定の空気圧を送り垂直応力として約 20, 40, 60kN/m² の 3 種類をかけた。垂直応力が安定した後、せん断速度

【キーワード】ベントナイト混合土、一面せん断試験、粘着力、内部摩擦角

【連絡先】〒321-8585 栃木県宇都宮市陽東 7 丁目 1 番 2 号宇都宮大学大学院工学研究科 TEL028-689-6218

を0.5mm/min程度として、供試体をせん断した。

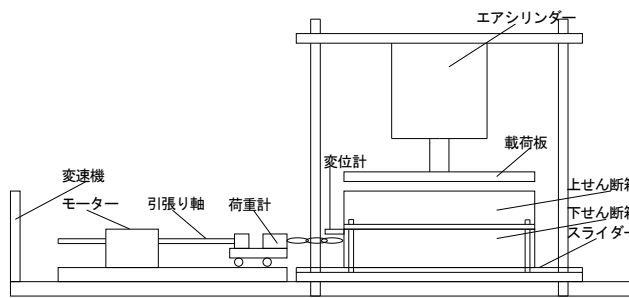


図2 中型一面せん断試験機の概略図

4. 実験結果と考察

図3はベントナイト添加率10%におけるせん断変位 δ (mm)とせん断応力 τ (kN/m²)の関係を示したものである。図3においてせん断応力が最大値を示していない場合には $\delta-\delta/\tau$ の関係に整理⁴⁾し、この近似直線の傾き m から、せん断応力の終局値を $\tau_{\max}=1/m$ として求めた。

図4は最大せん断応力 $\tau_{\max}$ と垂直応力 σ の関係を示したものである。なお、図4には母材Bに対してベントナイトを0, 8%添加した場合の結果も示してある。表4は、図4から評価された粘着力 c と内部摩擦角 ϕ の値を示している。

表4よりベントナイト添加率10%の試料では、均等係数 U_e が大きく細粒分が多い試料AとDは粘着力 c の値が大きく、内部摩擦角 ϕ の小さい粘性土の傾向を示し、逆に均等係数が小さく細粒分も少ない試料BとCは粘着力 c が小さく、内部摩擦角 ϕ が大きい傾向を示した。

図5は試料Bにおけるベントナイト添加率 α と粘着力 c 、内部摩擦角 ϕ の関係を表したものである。内部摩擦角はベントナイト添加率の増加と共に小さくなり、粘着力は大きくなる傾向がある。ベントナイト添加率が0%のとき、 $\sigma=0$ kN/m²としたときのせん断応力は $\tau=4.5$ kN/m²であり、 $\sigma=20, 40, 60$ kN/m²の結果を直線近似されて評価される粘着力(12.5kN/m²)より、かなり小さな値となっている。

5. まとめ

中型一面せん断試験機を用い4種類の母材で一面せん断試験を実施した結果、母材の均等係数が大きく、細粒分が多い場合に、粘着力が増加し、内部摩擦角が減少することになり、ベントナイト混合土の強度定数が粘性土に近づくことが分かった。

参考文献

- 1) NPO 最終処分場技術システム研究協力：廃棄物最終処分場遮水システムハンドブック, pp.38-45, 2008

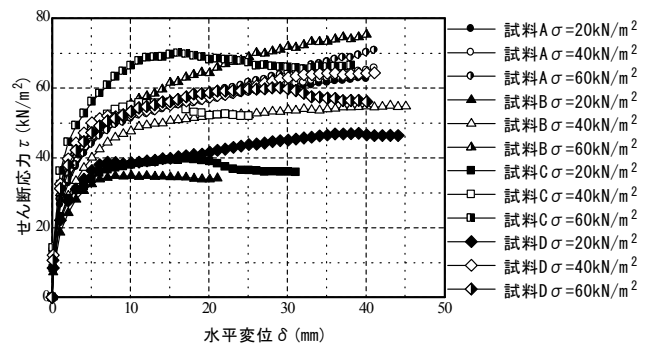


図3 $\delta-\tau$ 曲線

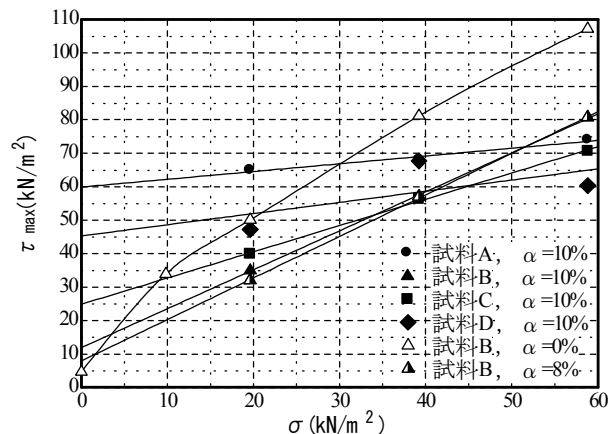


図4 $\sigma-\tau_{\max}$ 曲線

表4 母材別にみた混合土の c , ϕ の関係

	U_e	c (kN/m ²)	ϕ (°)
試料A	237.5	59.9	13.1
試料B	2.0	11.8	49.4
試料C	2.5	24.7	38.2
試料D	230.8	45.2	18.5

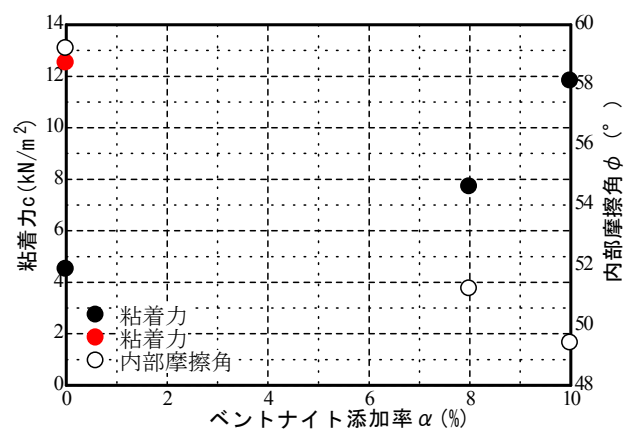


図5 α と c , ϕ の関係

- 2) 例えば, 勝見武, 中尾彰秀, 酒向孝明, 深川良一: まさ土を用いたベントナイト混合土の透水・強度特性, 第37回地盤工学研究発表会 D-10, 2002
- 3) 地盤工学会: 土質試験の方法と解説(第一回改訂版), pp.574-587, 2000
- 4) 山口柏樹: 土質力学(全改訂), 技報堂出版, pp.254-255, 1980