

宇都宮大学 工学部 学生員 長内圭太
 宇都宮大学 工学研究科 正会員 今泉繁良
 宇都宮大学 工学研究科 学生員 三ヶ田能
 住友建設(株) 正会員 土居洋一

1 はじめに

わが国の廃棄物最終処分場の構造基準は、総理府・厚生省共同命令で定められており平成10年6月に大幅改正された。廃棄物最終処分場等の高い遮水性能が要求される構造物の遮水工のひとつとして、近年ベントナイト混合土を使用することが注目されてきている。添加されたベントナイトは、浸出水が流入した場合には膨張して遮水性を高め、浸出水の周辺地盤への流出を妨げることを期待したものである。そこで本研究では背圧を付加することができ、供試体の飽和度のチェックも可能であるたわみ性の壁を持つ変水位透水試験装置を用いて、ベントナイト混合土の透水係数を計測し、添加率と透水係数の関係や動水勾配と透水係数の関係について検討した。

2 使用試料と試験概要

(1) 試料

試料には表-1、図-1に示す土質特性を持つ山砂を用いた。この山砂にはベントナイトを5%、10%、15%と変化させて添加しベントナイト混合土供試体を作成した、この時いずれの試料も図-2に示す最適含水比で締固めた。

(2) 試験概要

図-3に変水位透水試験装置の略図を示す。流系は脱気水で満たされ、側圧、流入、流出の3つの圧力を加えられるようになっている。試験では、供試体(直径100mm、高さ127mm)をセル内のペDESTAL上に置き厚さ0.5mmのゴムメンブレンで覆う。キャップやペDESTALと供試体の間には、ポーラスストンとろ紙をはさみベントナイトの流出を防いでいる。供試体の設置後、供試体内の空気をより水に溶けやすい二酸化炭素に置換した後、通水しつつ負圧をかけた。その後供試体に側圧、流入圧、流出圧をかけて飽和させる。さらにB値を測定し値が0.95以上で、単位時間当たりの流入量、流出量がほぼ一定であるならば飽和状態と見なし透水試験を開始した。なお、B値の計測には間隙水圧計を用い流入量、流出量の測定には二重管ピュレットを用いた。透水係数の測定では、側圧よりわずかに小さい流入圧 p_{in} と流出圧 p_{out} を与え、かつ二

表-1 山砂の土質特性

土粒子密度 (g/cm^3)	2.667
最大粒径 (mm)	9.5
最適含水比 (%)	10.4
最大乾燥密度 (g/cm^3)	2.03
透水係数 (cm/s)	1.460×10^{-4}

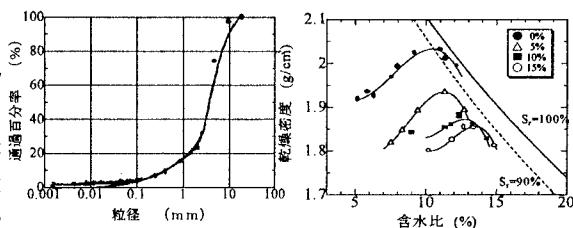


図-1 粒径加積曲線(山砂)

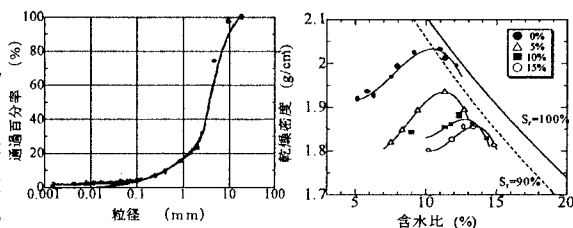


図-2 ベントナイト混合土締め固め曲線

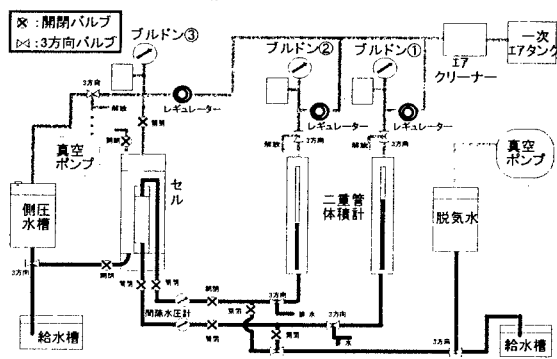


図-3 変水位透水試験装置

ベントナイト、透水係数、動水勾配

〒321-8585 栃木県宇都宮市陽東7-1-2 宇都宮大学工学部 建設学科 地域施設学研究室 TEL028-689-6218

重管ピュレット内に水位 h_{in} , h_{out} を与えた後、時間 t の経過に伴う h_{in} , h_{out} の変化を測定した。そして透水係数を次式で算出した。

$$k = \frac{aL}{2At} \ln \left(\frac{h_1}{h_2} \right)$$

a : 流入・流出のピュレットの断面積

L : 供試体の長さ

A : 供試体の断面積

t : 計測時間 ($t_2 - t_1$)

h_1 : 時間 t_1 での損失水頭

h_2 : 時間 t_2 での損失水頭

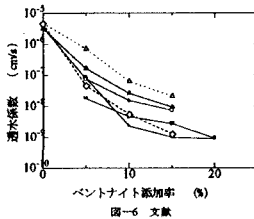


図-6 文献

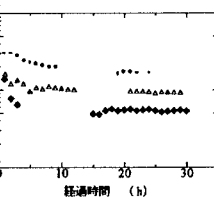


図-4 経過時間と透水係数の関係 $i=16-20$

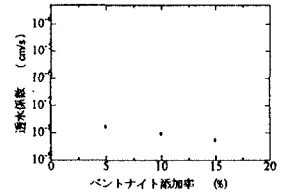


図-5 ベントナイト添加率と透水係数の関係 $i=16-20$

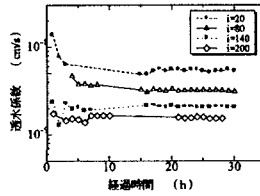


図-7 動水勾配と透水係数の関係 $i=16-20$

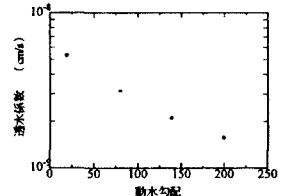


図-8 動水勾配と透水係数の関係 $B=13\%$

3 結果と考察

(1) ベントナイト添加率と透水係数の関係

図-4 に経過時間と透水係数の関係を示す。経過時間が 10 時間程度まではいずれの場合も時間の経過に伴って透水係数が $1/2$ 程度に減少し、その後一定値を示している。図-5 は一定値となった時の透水係数とベントナイト添加率の関係を示したものである。山砂単体の場合の透水係数は $1.460 \times 10^{-4} \text{ cm/s}$ であったがベントナイト 5% 添加により $1.473 \times 10^{-8} \text{ cm/s}$ となり、15% では $5.30 \times 10^{-9} \text{ cm/s}$ となった。しかしながらベントナイト添加率が 5%~15% の範囲での透水係数の低下はかなり小さい。図-6 は文献 1), 2) に示されてベントナイト添加率の変化を伴う透水係数の変化を示したものであるが、図-6 からベントナイト添加率 10~20% の範囲では、透水係数に与える影響が小さく、添加率が 10% までの影響が大きい。

(2) 動水勾配と透水係数の関係

図-7, 図-8 にベントナイト添加率 15% の動水勾配と透水係数の関係を示す。図-8 を見ると、動水勾配が増加するにつれて透水係数は、ほぼ直線的に減少しているのがわかる。当初動水勾配が増加するにつれて供試体中の微粒子の移動により水の流れができ、透水係数は増加するのではないかと考えていたが、今回の試験結果では動水勾配の増加に伴って透水係数はわずかに減少している。これは動水勾配の増加により、細粒分が流出口付近まで押し出され、流出口付近に目詰まり現象が生じる結果、透水係数が減少したのではないかと考えられる。

4 まとめ

(1) ベントナイト添加率の増加に伴い透水係数は減少するが、特に添加率が 10% までの減少が大きいように思われた。

(2) 一定のベントナイト添加率に対して動水勾配を増加させると透水係数は減少した。

今後は 5% 以内での変水位透水試験を行い、ベントナイト添加率が透水係数に与える影響について考察する。また動水勾配が大きい状態から減少させて行く方法で実験し、動水勾配と透水係数の関係を考察していく。さらに試験終了後の供試体の上部、下部について粒度試験を行い、細粒分の移動があるのかも確認してみる必要がある。

参考文献

- 1) 谷澤ら (1993) ベントナイト、砂混合土の透水特性 土木学会第 48 回年次学術講演会
- 2) 日笠山ら (1999) ベントナイト混合土の締め固めおよび透水特性 土木学会第 54 回年次学術講演会