

# 中空ねじり試験機を用いた遮水地盤材料のせん断変形後の水平方向透水係数に関する研究

広島大学 学生会員 ○片山 遥平  
 広島大学・国立中央大学 許 博皓  
 広島大学 国際会員 土田 孝  
 日本工営株式会社 村上 博紀  
 広島大学 学生会員 栗原 大

## 1. 研究の目的

廃棄物を海面の管理型処分場で処分することを想定し、処分場の底面および側面の遮水地盤材料として海成粘土及びベントナイトを混合した遮水材について検討を行った。ベントナイトは変形を与えても十分に追随し、遮水性を低下させない性質を有する。波浪や地震動などの大きな外力、地盤沈下が発生すると、遮水層に大きな変形を生じ、遮水層の遮水性が低下することが懸念される。本研究は中空ねじり試験機を用い、粘土試料を  $K_0$  圧密後およびせん断変形を与えた後に水平方向に透水を行い、せん断変形が水平方向透水係数に及ぼす影響について調べた。

## 2. 研究の内容

表-1 に本研究で用いた供試体の配合を示すが、試料として徳山港粘土( $\rho_s=2.616\text{g/cm}^3$ ,  $w_L=110.6\%$ )、透水係数を低下させるためにワイオミング産ベントナイト( $\rho_s=2.898\text{g/cm}^3$ ,  $w_L=510.6\%$ )を用いた。徳山港粘土とベントナイトを混合し、含水比を液性限界の1.5倍に調泥後、12.3kPa、24.5kPa、49.0kPaの三段階で予備圧密を行い、トリミングして写真-1のように粘土供試体を作製した。その後供試体に写真-2に示すように内側と外側にドレーンペーパーおよびゴムスリーブを取り付けた。この供試体を図-1に示す中空ねじり試験機に設置し、セル圧と鉛直応力を図-2に示すように段階的に増加させ、 $K_0$  圧密を行った。ここで、想定している海面処分場の廃棄物埋立部の模式図を図-3に示す。この図より、底面遮水層が受ける鉛直応力を約150kPaと推算し、 $K_0$  圧密の鉛直応力の最終値とした。また、図-4に  $K_0$  圧密中の透水量と変位量の関係を示す。図より、概ね  $K_0$  圧密がなされていることが分かる。試料の上下の面は非排水境界となっており、間隙水は粘土試料の外側面および内側面からドレーンペーパーを通じてそれぞれ二重管式ビュレットに排水するようにした。

$K_0$  圧密後、2本のビュレットに100kPaの背圧を加えた。水平方向透水試験は、外側面に通じるビュレットの背圧を140kPaまで上げ、図-5に示すように外側面から内側面に水平に透水させた。以上の条件では透水係数は式(1)を用いて計算できる。

表-1 試料配合パターン

| 試料名 | ベントナイト(徳山港粘土 $1\text{m}^3$ 当たり) |
|-----|---------------------------------|
| T0  | -                               |
| T25 | 25kg                            |
| T50 | 50kg                            |

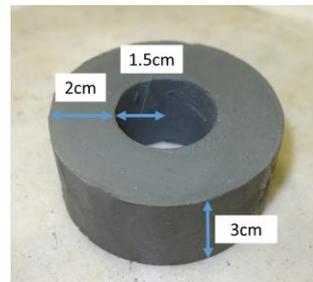


写真-1 供試体



写真-2 ゴムスリーブとドレーンペーパー

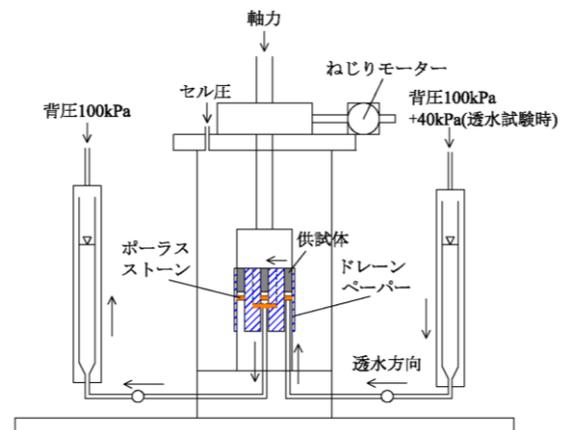


図-1 中空試験機模式図

キーワード 海成粘土, ベントナイト, せん断変形, 中空ねじり試験機

連絡先 〒739-0036 広島県東広島市西条町田口 846-2 コーポ MIYOSHI 109 号室

TEL 090-8604-4645

$$k = \frac{\Delta q}{2\pi H t \Delta P_B} \ln \frac{R}{r} \quad (1)$$

\*  $\frac{1033.3}{101.325} * 100$

ここで、 $k$ ：透水係数(m/s)、 $\Delta q$ ：透水量(mL)、 $H$ ：供試体高さ(cm)、 $t$ ：透水時間(min)、 $\Delta P_B$ ：背圧差(kPa)、 $R$ ：供試体半径(cm)、 $r$ ：中空部分半径(cm)である。

その後、非排水条件で供試体にねじりを与えることにより段階的に5%から20%まで5%ごとのせん断ひずみを与え、各段階でせん断による排水が終了した後に同様にヘッド差を与え透水試験を行い、水平方向透水係数  $k_h$  を測定した。

ここでねじりを与える時のせん断速度は地盤工学会のJGD0551を参考にし、0.1%/minとした。今回の実験では各段階でせん断応力がピーク（破壊）に達した後までせん断変形を与えている。

図-6は、せん断ひずみを与えない段階で本試験法によって求めた水平方向透水係数  $k_h$  を標準圧密試験によって求めた鉛直方向透水係数  $k_v$  と比較した結果を示している。図のように  $k_h$  は  $k_v$  の1.5~2.0倍となっており、この比率は他のわが国の海成粘土ともほぼ一致しており、本試験方法で妥当な水平方向透水係数が得られていると考えられる。

図-7には供試体に与えたせん断ひずみと  $k_h$  の関係を示している。ここに、図-7中に三軸圧縮試験機を用いて求めたT0のせん断ひずみ2%ごとの供試体の鉛直方向透水係数  $k_{v(三軸)}$  を載せている。 $k_{v(三軸)}$  は最大で10%のせん断ひずみしか与えていないが透水係数の増加が見て取れる。 $k_h$  はせん断ひずみによって低下する傾向を示している。これはせん断によって間隙比が低下した効果であると考えられる。今回の実験の範囲では、変形に追従しやすい海成粘土およびベントナイトとの混合土はせん断変形によって透水係数が上昇する可能性は少ないと考えられる。

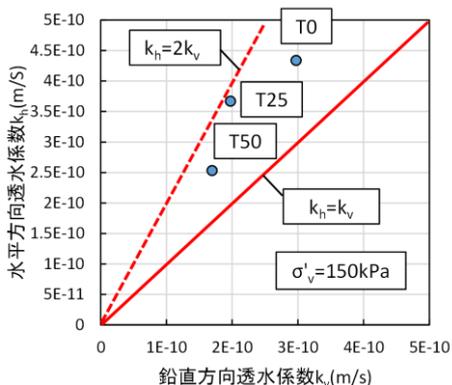


図-6 鉛直方向透水係数と水平方向透水係数

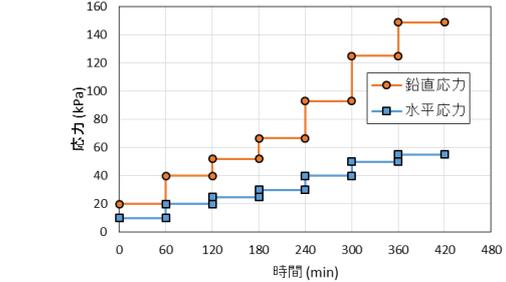


図-2  $K_0$  圧密中の鉛直応力とセル圧の関係

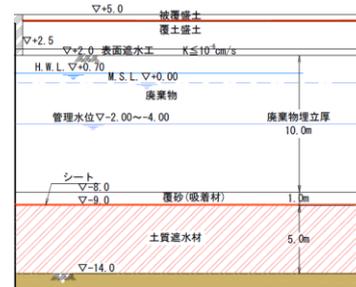


図-3 廃棄物物理立部の模式図

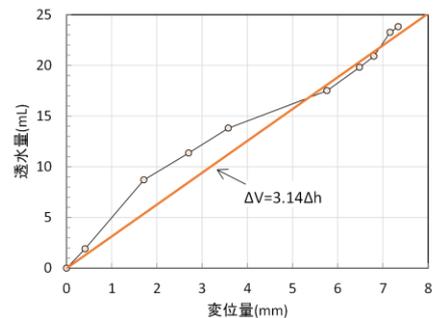


図-4 透水量と変位量の関係

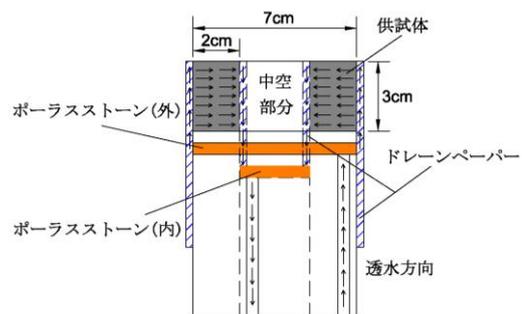


図-5 透水方向

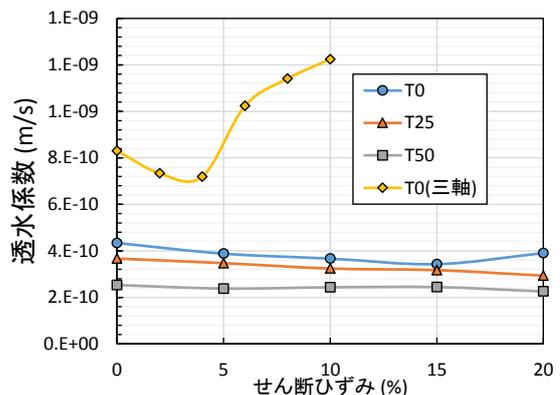


図-7 せん断ひずみを与えた供試体の透水係数