

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ついての研究

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

表-1 用いた試料の物性値

試料	徳山港粘土	ワイオミング産ベントナイト
土粒子密度 ρ_s [g/cm ³]	2.616	2.898
液性限界 w_L [%]	110.6	510.6
塑性限界 w_P [%]	40.0	44.0
塑性指数 I_P	70.6	466.6

表-2 配合パターン

試料名	ベントナイト添加量(粘土スラリー1m ³ あたり)	混合粘土の含水比 w [%]
T0	-	165.9
T25	25kg	192.6
T50	50kg	205.64

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。海面処分場は波浪、地震動などの外力や地盤沈下等を受けた場合、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せん断試験機を用い、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

本研究では海成粘土として徳山港粘土、透水係数を低下させるためにベントナイトとしてワイオミング産ベントナイトを用いた。表-1 に試料の物性値を、表-2 に本研究で用いた供試体の配合パターンを示す。表-2 のベントナイト添加量とは液性限界の 1.5 倍の含水比の徳山港粘土 1m³ に対する添加量である。

まず、海成粘土とベントナイトを配合し、含水比を液性限界の 1.5 倍に調泥したものを 12.3kPa, 24.5kPa, 49.0kPa の三段階で予備圧密し、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変化させ、供試体断面積が変化しないように 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、鉛直応力の最終値とした。

ここで、試料の上面と下面は非排水境界となっており、図-4 に示すように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図-1

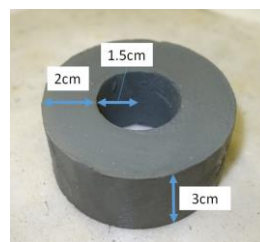


写真-1 粘土供試体 写真-2 ゴムスリーブと

ドレーンペーパー

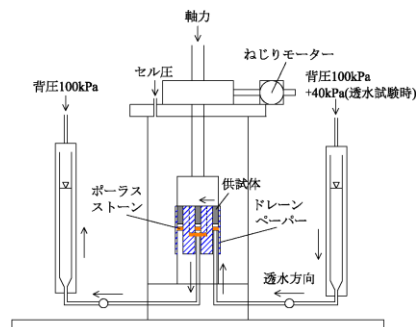
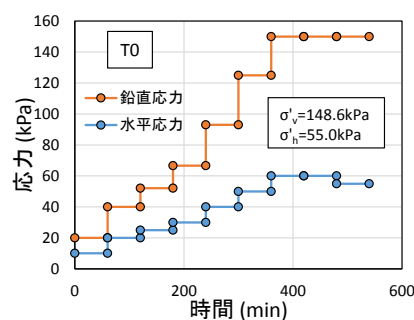


図-1 中空試験機模式図

図-2 K_0 圧密中のセル圧と鉛直応力の変化

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 〒739-8527 広島県東広島市鏡山 1-4-1 TEL 090-8604-4645

に示す二本の二重管式ビュレットにそれぞれ排水するようにした。

K_0 圧密後、二本のビュレットに 100kPa の圧力を与えた。水平方向の透水試験を行う際は、外側面に通じるビュレットの背圧を 140kPa まで上げ、外側面から内側面に水平方向に透水させた。以上の条件では透水係数は次式(1)を用いて計算できる。

$$k = \frac{\Delta q}{2\pi H t \Delta P_B} \cdot \frac{10333}{101.325} \cdot \ln \frac{R}{r} \quad (1)$$

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水頭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。

3. 実験結果

図-5 に供試体に与えたせん断ひずみと k_h の関係を示す。ここに、図-5 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 を載せている。

k_v 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はっきりと見て取れる。それと比較して k_h はせん断ひずみによって低下する傾向を示しており、実験方法の違いはあるが、鉛直方向と水平方向とでせん断変形を受けた後の透水係数の挙動が異なることが分かる。

4. 結論

- 図-6 に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 と標準圧密試験によって求めた鉛直方向透水係数 k_v を比較した図を示す。 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いるため、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。
- 供試体に 20% のせん断ひずみを与えたとき、 k_h は 0.8~0.9 倍程度に低下した。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。以上の結果から、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。

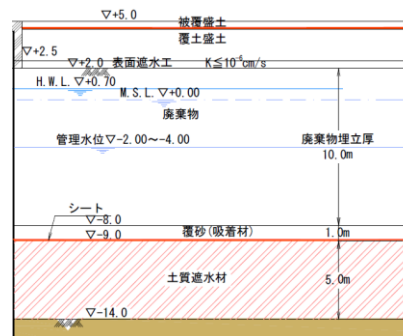


図-3 廃棄物埋立部の模式図

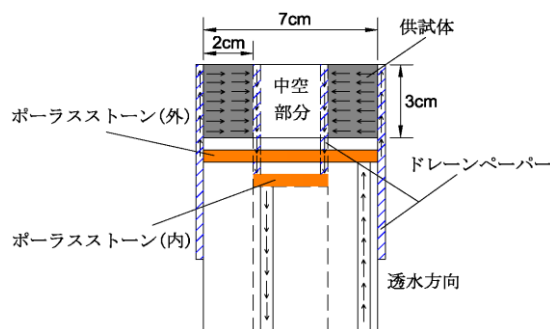


図-4 透水方向

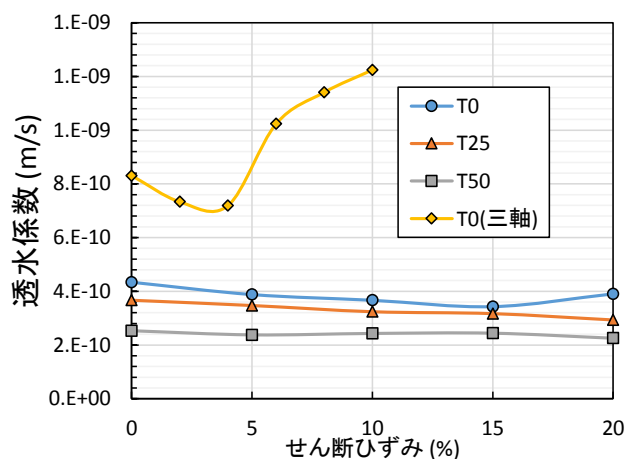


図-5 せん断ひずみを与えた供試体の水平方向透水係数

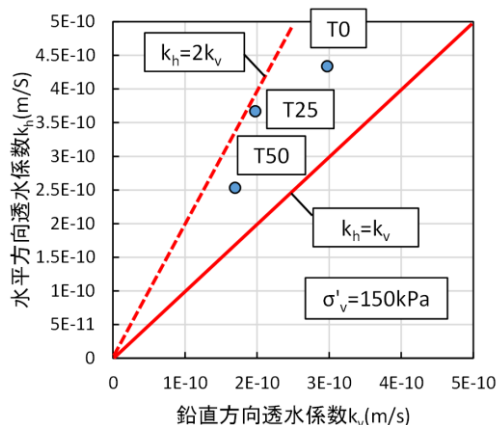


図-6 鉛直方向透水係数と水平方向透水係数