

脱水処理した浚渫土土塊群の一面せん断特性

武蔵工業大学 学生会員 大藤恭平 正会員 末政直晃
 日建設計中瀬土質研究所 正会員 片桐雅明 西村正人

1.はじめに：高含水比の浚渫粘土を脱水処理する技術が開発され、それを土木材料として用いるための検討¹⁾が進められている。脱水処理した浚渫土土塊は、通常の応力レベルでは過圧密状態にあり、それによって構成された地盤はマクロには砂の間隙比程度で堆積している。

本文では、このような土塊群のせん断特性を把握するために、一面せん断試験を行ったので報告する。

2.実験方法：(1) 実験試料：実験には 1, 4 MPa の圧力で脱水処理した土塊群（厚さ 9 mm）を、三段階(37.5 ~ 19.0, 19.0 ~ 4.75, 4.75 mm 以下)の粒度階にふるい分けしたものと用いた。

(2) 一面せん断試験：直径 300 mm、高さ 160 mm のせん断箱を用い、表-1 に示す条件で行った。シリーズ 1 では排水条件の影響(垂直圧力 200 kPa は定体積のみ)について、シリーズ 2 ではせん断速度の影響について検討した。手順は以下の通りである。

(i) 3 つの粒度階から図-1 に示す設定粒度となる配合の土量をはかりとり、土塊が壊れないように混ぜる。全土量は、別途行った、かさ密度試験の結果 (4 MPa = 1.150 g/cm³, 1 MPa = 1.102 g/cm³)と初期高さ 200 mm から算出する。

(ii) 水が張られている一面せん断箱に、大型漏斗を用いて試料を投入する。表面をならして、堆積した土塊群の高さを測定し、設定した値になっていることを確認する。

(iii) 上面に載荷板を載せ、所定の垂直応力を段階的に加える。

(iv) 20 分の最終加圧段階が終了した後に、シリーズ 1 では 0.35 mm/min、シリーズ 2 では 0.035, 0.35, 3.5 mm/min の速度で下部せん断箱を 45 mm まで水平に移動させる。

3.実験結果と考察：(1) シリーズ 1：図-2 に定圧試験のせん断応力、垂直変位 H-せん断変位 関係を示す。せん断応力が大きくなるにつれて増加し、一定値に収束する傾向にある。また、同じ垂直圧力下のせん断応力の最大値は、脱水圧力が大きいほど大きいことがわかる。H-せん断変位 関係は脱水圧力に関わらず同じ挙動を示し、非常に緩い砂や、正規圧密粘土のそれと似ている。

図-3 に $\sigma_v = 100$ kPa における定体積試験のせん断応力、せん断変位 関係を示す。両試料のせん断応力-せん断変位 関係は、せん断変位が 20 mm までは、ほとんど差がなかったが、その後 4 MPa 試料のせん断応力が 1 MPa 試料のそれよりも大きくなった。他の垂直圧力でも同様の結果が得られた。

表-1 実験ケース

| | シリーズ 1 | シリーズ 2 |
|------------|---------------|----------------|
| 脱水圧力(kPa) | 25/50/100/200 | 25 |
| 脱水圧力(MPa) | 4MPa/1MPa | 4MPa/1MPa |
| 試験方法 | 定体積/定圧 | 定圧 |
| 速度(mm/min) | 0.350 | 3.5/0.35/0.035 |

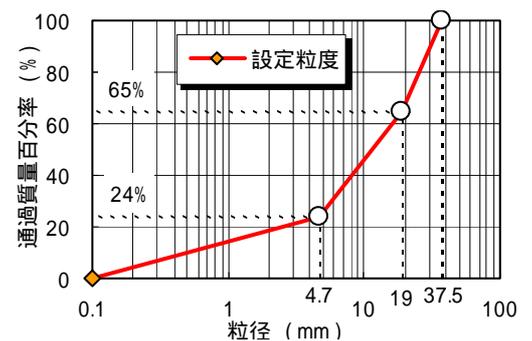
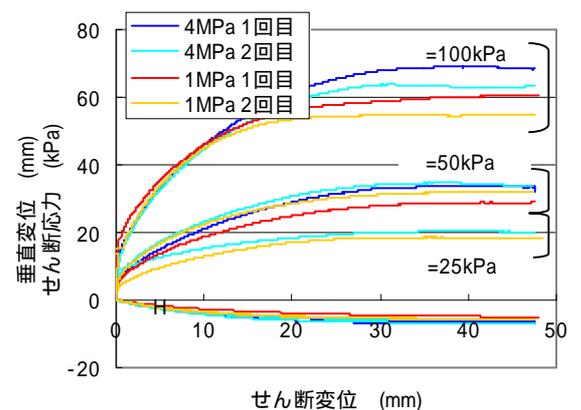
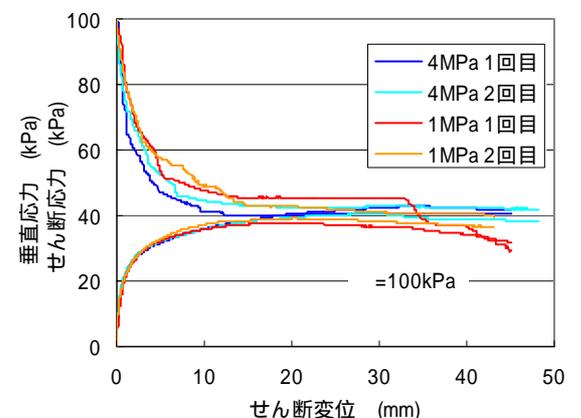


図-1 土塊群の粒度曲線

図-2 σ_v - τ 関係 (定圧試験)図-3 σ_v - τ 関係 (定体積試験)

キーワード：脱水処理、浚渫土土塊群、一面せん断

連絡先：東京都千代田区飯田橋 2-18-3 日建設計中瀬土質研究所 TEL 03-5226-3030 FAX 03-5226-3163

図-4 に定圧，定体積試験の応力経路と最大せん断応力を結んだ破壊線を示す。定体積試験の応力経路も両試料でほぼ重なったが，最大せん断応力が異なるため破壊線が重なっていないことがわかる。

4 MPa 試料の破壊線は，両試験とも 1 MPa 試料のそれよりも上位に位置し，しかもその傾きが大きいことがわかる。また，同じ試料を用いた場合には定体積の破壊線が上位に位置している。この違いは破壊時の密度の違い，破碎しやすいという材料特性などによるものと思われる。

図-5 にせん断中の e_{true} (土粒子に対する土塊群の間隙比)- 垂直応力 関係を示す。この結果より，4 MPa・1 MPa 試料ともに多少の誤差はあるものの，圧密終了後の間隙比を結んだ N.C.L(正規圧密線)が通常の粘土と同様に存在することが認められる。

一方，C.S.L(限界状態線)については，一面せん断試験機を用いたため，定圧の体積変化がせん断が集中する部分(せん断部)のものではなく，供試体全体に対するものであるため，定体積のものとは一致しなかったものと考えられる。せん断部を対象とすれば，その部分の間隙比変化分は 相當的に大きくなるため，定体積の C.S.L に近づくものと考えられる。

(2) シリーズ 2：図-6 に 4 MPa 試料($\sigma_v = 25$ kPa)のせん断速度依存性を示す。同一せん断速度における最大せん断応力 σ_{max} のばらつきは 2 kPa 程度で，全実験における σ_{max} の範囲は，5 kPa 程度であった。詳細な σ_{max} のせん断速度依存性は図-7 に示す。せん断にとともなう体積変化はせん断速度 0.35，0.035 mm/min では，ほとんど差がなく 7 mm 程度に収束している。3.5 mm/min ではそれよりやや小さく 5 mm 程度に収束した。これは，3.5 mm/min ではせん断速度が速いため，排水されにくかったことが考えられる。以上の結果は 1 MPa 試料についても同様の結果であった。

図-7 に $\sigma_{max}/\sigma_{max0.35} - d/dt$ 関係を示す。 $\sigma_{max0.35}$ とは，せん断速度が 0.35 mm/min のときの σ_{max} である。0.035 mm/min の場合，1 MPa 試料の $\sigma_{max}/\sigma_{max0.35}$ はほぼ 1.0 になったが，4 MPa 試料ではそれよりも大きくなった。しかしながら，平均値として最大でも 5%と， σ_{max} のばらつき 10% ($=2/\sigma_{max} : 20$) の半分程度で， σ_{max} のせん断速度依存性はあるものの，小さいとみなせる。また 3.5 mm/min の場合，4，1 MPa 試料ともに 0.95 程度であり，0.035 mm/min の場合と同程度の影響度である。

4.まとめ： 本試験から，次の知見が得られた。

- 1) 水中堆積させた脱水処理土土塊群のせん断強度は，試料作製時の脱水圧力・拘束圧に依存するが，せん断中の体積変化はすべて体積が収縮する方向で進行する。
- 2) 脱水処理された土塊群のせん断強度に対するせん断速度の依存度は小さい。

<参考文献> (1) 村山ら(2004)：第 49 回地盤工学シンポジウム論文集，pp.91-98.

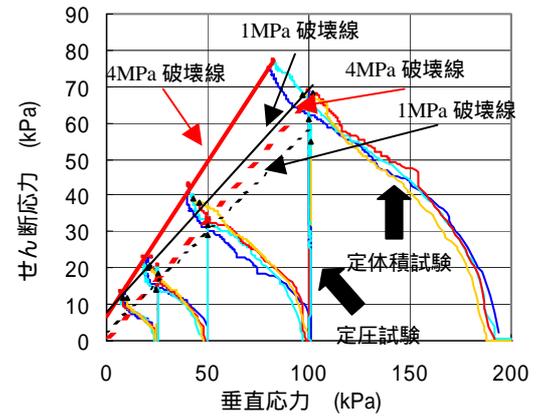


図-4 - 関係

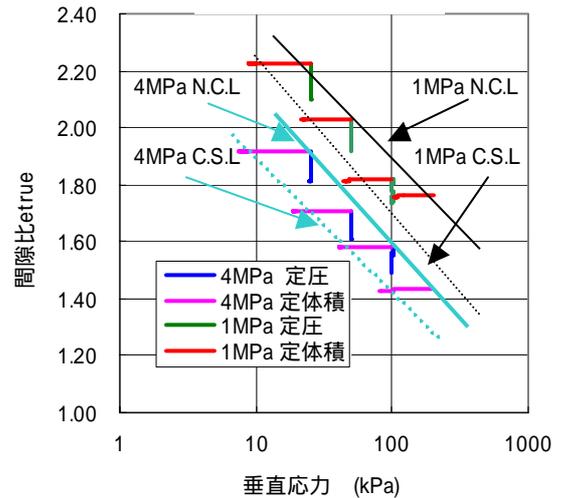


図-5 せん断中の e_{true} -log 関係

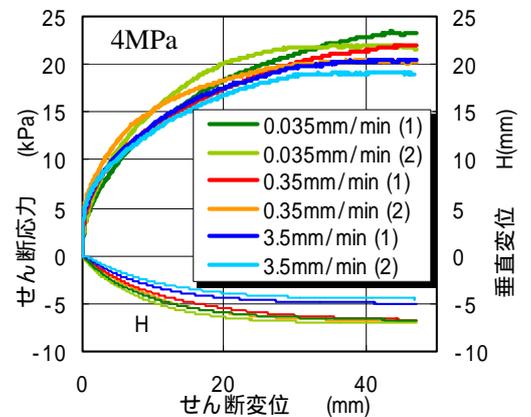


図-6 - 関係 ($\sigma_v = 25$ kPa)

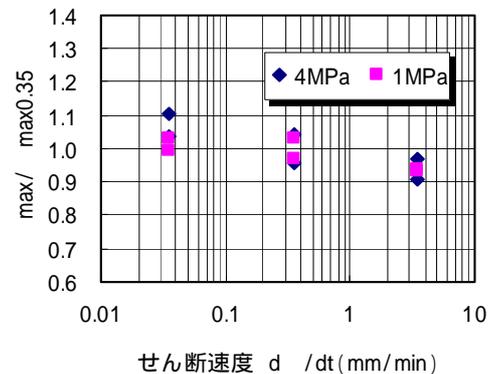


図-7 $\sigma_{max}/\sigma_{max0.35} - d/dt$ 関係