

脱水処理土土塊群の長期圧密一面せん断試験

国土交通省九州地方整備局 石原弘一, 山中道徳, 右田宏文

(財)沿岸技術研究センター 山本修司, 佐藤哲也

(株)日建設計シビル 片桐雅明, 大野雅幸, 西村正人

(株)日建設計 寺師昌明

1. はじめに

海底から浚渫した粘性土から強制的に脱水した脱水処理土を, 嵩上げのための護岸の腹付けに用いることができるかどうか検討する試みが行われている¹⁾。この場合, 一旦脱水処理した土塊群を海中に投入するため, 脱水処理土塊群が吸水膨張して強度が低下することが懸念される。そこで, 石原らは, 水中に堆積させた脱水土塊群に, 最大8ヶ月まで載荷した後一面せん断試験を行った結果²⁾を報告している。本文では, さらに長期間載荷した脱水処理土土塊群に対して一面せん断試験を行ったので, 文献²⁾の結果とあわせて報告する。

2. 実験材料ならびに実験方法

脱水処理土は, 液性限界が約70%, 塑性指数が約40, 土粒子密度が 2.65 g/cm^3 の海底浚渫粘土に, 4 MPaならびに1 MPaの脱水圧力を加えて製造された³⁾。実験には, 文献²⁾と同様, 試験機の大きさを考慮して, 土塊の厚さが約9 mmの薄層試料で, 最大土塊径が37.5 mmの粒度に調整したものをを用いた。

一面せん断試験用の供試体は, 直径200 mm, 高さ160 mmの一面せん断箱(カラーは120 mm)に, 薄層土塊群を水中堆積させて作製した。圧密圧力は100 kPaとし, 載荷期間は, 2時間, 1週間, 1, 3, 8, 14, 31ヶ月を設定した。なお, 上載圧は, 12, 25, 50, 100 kPaと段階的に加え, 最終段階を除き, 載荷時間は20分とした。また, 載荷中に供試体が乾燥しないように, 常に水位が上部載荷板の上に位置していることを確認するとともに, 供試体の沈下量も測定した。

せん断過程では, 0.35 mm/min のせん断変位速度で, 45 mm以上の水平変位を定圧条件下で加えた。

3. 実験結果と考察

(1) 圧密挙動: 水中堆積させた状態の真の間隙比は, 文献²⁾に示されている結果と同様, 4 MPa試料で2.2~2.3, 1 MPa試料で2.6~2.7であった。図-1に示すように, 100 kPaを載荷した後10分程度までに, ほとんどの沈下が終了し, その後の沈下量は小さく, 全体の数パーセントであった。なお, 真の間隙比とは粘土粒子の体積に対する空隙の割合であり, 土塊に含まれている空隙水も空隙として換算している。

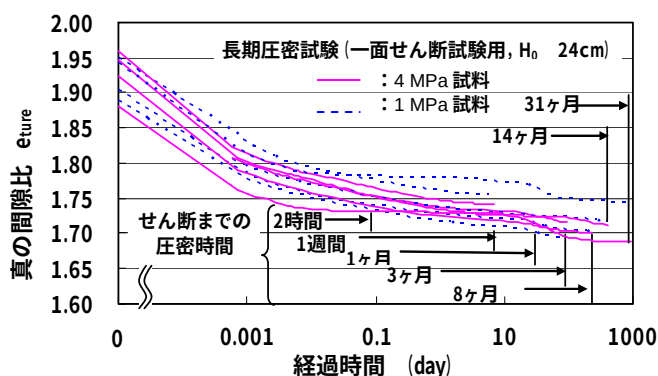
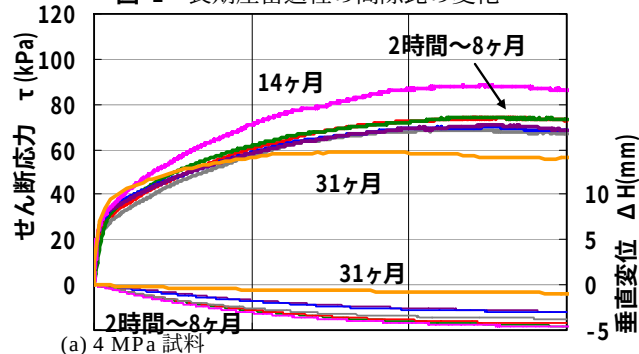
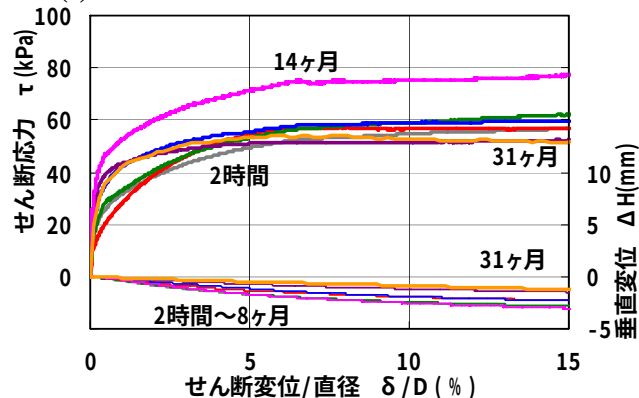


図-1 長期圧密過程の間隙比の変化



(a) 4 MPa 試料



(b) 1 MPa 試料

図-2 せん断応力, 体積変化-変位関係

キーワード 脱水処理土, 一面せん断試験, 長期圧密

連絡先 〒102-8117 東京都新宿区下宮比町 2-23 日建設計シビル tel 03-5226-3070

(2) せん断挙動： 図-2 に、異なる圧密期間の後にせん断した時のせん断変位とせん断応力、垂直変位の関係を示す。ここで、横軸はせん断変位を供試体直径で除した正規化変位である。4 MPa 試料のせん断変位-せん断応力関係(a 図)は、正規化変位 0.5 %程度までに急激に立ち上がり、その後せん断応力は増加して、ピークを迎えて低下している。載荷期間 31 ヶ月のものはピークとなる 6 %付近までは他の関係とほぼ同じであった。一方、1 MPa 試料(b 図)では、せん断とともにせん断応力は増加していくが、正規化変位 6 %程度以降ではせん断応力はほぼ一定となっている。せん断変位-せん断応力曲線の立上りのばらつきは 1 MPa 試料の方が 4 MPa 試料のよりも大きいことも読み取れる。

また、せん断にともなう体積変化は、圧密時間が長くなると変化量が小さくなる傾向が見られる。

(3) 載荷時間の影響： 図-3 に、(a)せん断強度 τ_{max} 、(b)せん断抵抗角 ϕ 、(c)せん断応力-せん断変位曲線の初期勾配 G_{bi} と載荷時間の関係を示す。ここで、せん断抵抗角はせん断強度 τ_{max} のときの (σ, τ) と原点を結んだ直線の角度、 G_{bi} は正規化変位 0.25 %程度で求めたものである。

(a)せん断強度 τ_{max} と(b)せん断抵抗角 ϕ は、両試料とも 14 ヶ月載荷のみが大きく、その他はほぼ同じとなった。載荷時間 2 時間の τ_{max} のばらつきならびに作製した供試体密度のばらつきから、この程度の強度変化が時間効果だけによるものとは考えにくい。そのため、得られた結果から、31 ヶ月載荷までのせん断強度は 2 時間載荷のそれと同程度かそれ以上となると評価できそうである。

供試体の剛性に相当する(c)初期勾配 G_{bi} は、多少ばらつきはあるものの、圧密時間とともに増加していく傾向にある。

4. おわりに

長期間圧密した脱水処理土群の一面せん断試験から、次の知見を得た。

- (1) 31 ヶ月まで圧密した減容土群のせん断強度は、2 時間載荷のそれと同程度かそれ以上であった。
- (2) 減容土群のせん断強度は母材の強度に依存し、母材強度の大きい 4 MPa 試料の方が 1 MPa 試料よりも大きい。
- (3) 初期勾配は圧密時間とともに増加する傾向にあることが把握できた。

参考として、31 ヶ月載荷後にせん断した供試体の状況を把握するために、直径 50 mm のサンプラーで試料を採取し、深さ方向に求めた含水比分布を参考図に示す。図中の赤線は脱水処理土そのものの平均含水比³⁾であり、4 MPa 試料で土塊そのものと思われるデータも得られた。また、採取試料を切り取る際に最大直径 20 mm の土塊も含め、多くの土塊が含まれていたことを確認している。サンプリング中に土塊間の間隙水が流出したため、得られた含水比はせん断中の飽和された値ではないが、1 MPa 試料では土塊そのものの値付近の 61 %に、4 MPa 試料では土塊そのものの含水比よりも大きい 53 %付近に分布した。

<謝辞> 本研究にあたり、多くの貴重なご意見を賜りました「関門航路浚渫土砂減容化検討委員会（委員長：善功 九州大学大学院教授）」の委員の方々に厚く感謝いたします。

参考文献 1) 村山ら(2004)：脱水処理した浚渫粘土土塊ならびに土塊群の力学特性，第 49 回地盤工学シンポジウム，pp.91-98.
2) 石原ら(2005)：水浸した脱水処理土ならびに土塊群の力学特性の経時変化，第 50 回地盤工学シンポジウム，pp.171-176. 3) 山本ら(2004)：機械脱水処理した処理土塊群の水中における基礎特性，第 49 回地盤工学シンポジウム，pp.119-126.

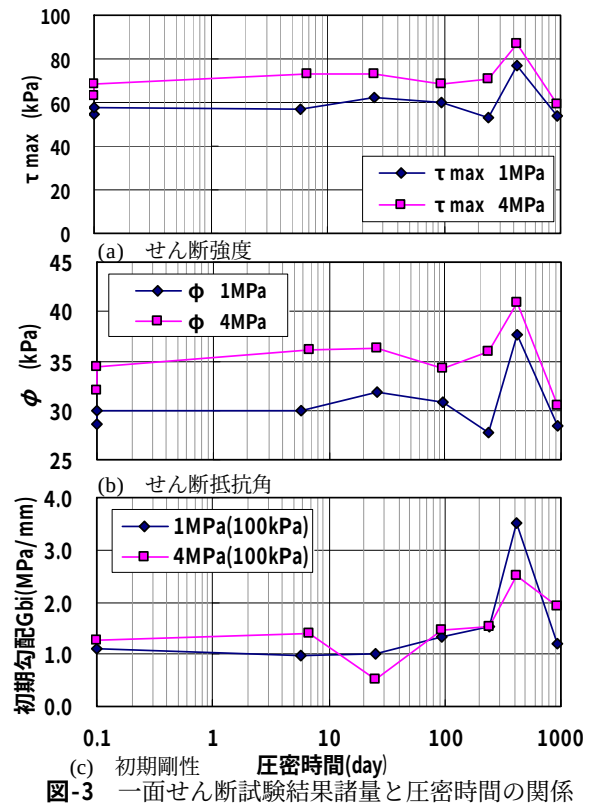
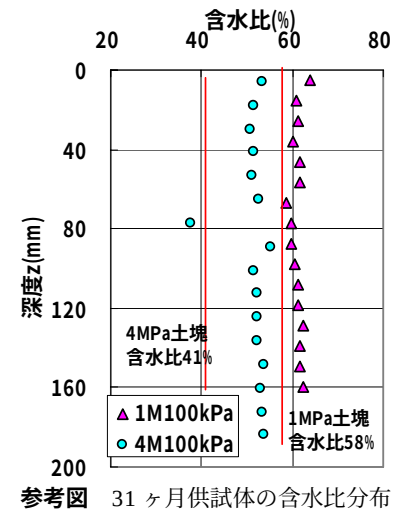


図-3 一面せん断試験結果諸量と圧密時間の関係



参考図 31 ヶ月供試体の含水比分布