

機械脱水処理土のベンダーエレメント試験

日建シビル 片桐雅明 南野佑貴
 沿岸技術研究センター 森晴夫 古澤達也 西園勝秀
 国土交通省九州地方整備局 瀬賀康浩 南正治 末次広児 川野泰広
 応用地質 中尾邦彦 川原孝洋

1. はじめに

一昨年、機械脱水処理土を用いた嵩上げ堤体で高密度表面波探査を行った¹⁾。構築した堤体の施工基準は、湿潤単位体積重量 16.5 kN/m^3 とすることであったため、探査結果としては限られた範囲のものであった。そこで、今回、幅広い条件下の機械脱水処理土の S 波速度（以下、 V_s ）と諸特性の相関性を把握するために、室内で脱水処理土を再構成した三軸供試体にベンダーエレメント試験（以下、BE 試験）と三軸圧縮試験を行い、緩い状態の機械脱水処理土の V_s と密度、強度特性を調べたので報告する。

2. 実験材料

実験には、嵩上げ堤体に用いた際に仮置きしていた機械脱水処理土を用いた。機械脱水処理土は周囲に濾布を敷設した濾室に、高含水比の粘土スラリーを 4 MPa の高圧で送り込んでろ過脱水して作製した粘土土塊である。製作時の含水比は 46% 程度であり、土塊の圧密降伏応力は 1.5 MPa 程度であった。

写真-1 に、採取した機械脱水処理土の状況を示す。20~30 mm 程度の土塊が確認できる。図-1 に、採取した試料に対してふるい分け試験を行って求めた土塊の粒度を示す。異なる試料袋から分取した約 6 kg の 3 試料に対する結果であり、ほとんど重なった。

直径 100 mm、高さ 200 mm の三軸圧縮試験機に供する試料は、採取試料の粒度に対する 2 つの尖頭粒度（4.75 mm と 26.5 mm）とした。

3. 実験方法

ベンダーエレメントをトップキャップとペDESTAL に組み込んだ三軸圧縮試験機（供試体寸法：直径 100 mm、高さ 200 mm）を用いた。

BE 試験ならびに三軸圧縮試験の供試体は、表-1 に示す初期乾燥密度を目標に、5 層に分けて作製した。密度-1 は静的荷重を加えない最も緩い状態であり、粒度によってその値が異なった。密度-2, 3 では、静的荷重を加えて所定の密度とした。写真-2(a), (b) に、密度-2 で準備した両粒度の試料の三軸供試体の状況を示す。26.5_試料を用いた供試体の表面に間隙が確認されるが、この程度であれば三軸圧縮強さ、 V_s の測定に問題ないと判断した。

実験の手順は次のように行った。i) 三軸試験機のペDESTAL 上で所定の密度となるように供試体を作製する。ii) 供試体内に 5 kPa の負圧を与え、三軸装置を組み立てる。iii) セル水の供給後、 10 kPa のセル圧の状態、供試体を飽和させる。iv) BE 試験を行う。v) 所定の圧密圧力を加え、60 分間、圧密する。vi) BE 試験を行う。vii) 排水条件の下、軸ひずみ速度 $0.1 \text{ \%}/\text{min}$ で、所定のひずみまで軸圧縮する。



写真-1 採取した脱水処理土

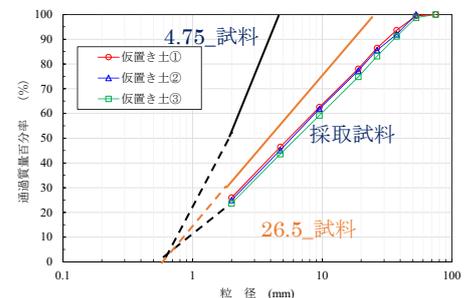
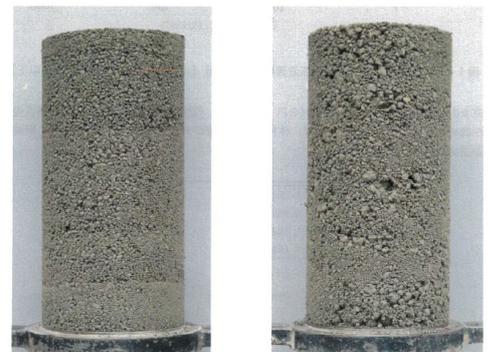


図-1 脱水処理土と試験試料の粒度

表-1 設定した三軸試験の初期乾燥密度

試料	密度-1	密度-2	密度-3
4.75_試料	0.59	0.80	0.95
26.5_試料	0.66	0.80	0.95

(単位: g/cm^3)



(a) 4.75 試料

(b) 26.5 試料

写真-2 作製した三軸供試体の状況

キーワード 機械脱水処理土, 三軸圧縮試験, ベンダーエレメント試験

連絡先 〒112-0004 東京都文京区後楽 1-4-27 日建設計シビル TEL 03-5226-3070

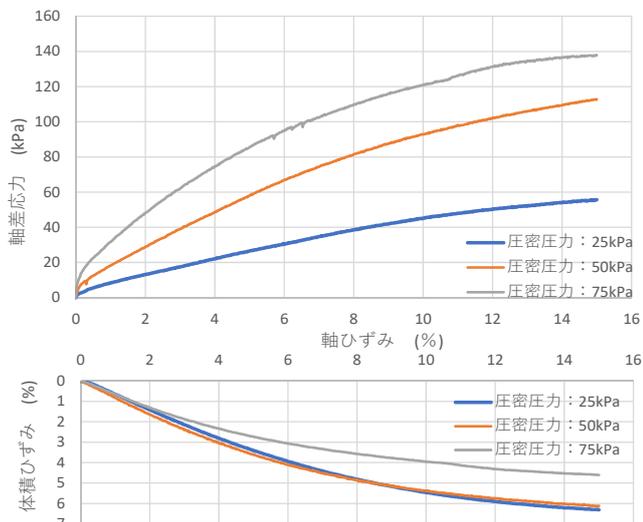


図-2 三軸圧縮 CD 試験の結果例 (4.75 試料, 0.8 g/cm³)

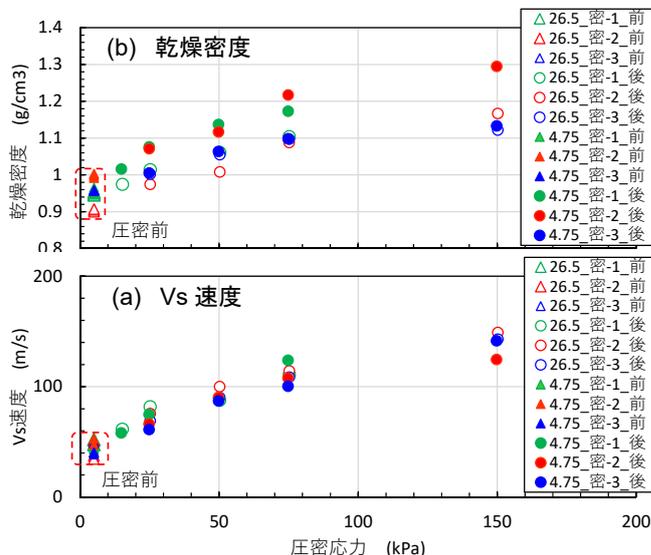


図-3 圧密応力と(a)乾燥密度, (b)Vs の関係

4. 試験結果と評価

図-2 に、乾燥密度 0.8 g/cm³ で準備した 4.75_試料の三軸圧縮試験の結果を示す。軸圧縮とともに供試体が収縮、軸差応力が上昇する挙動を示した。また、軸ひずみ 15% の時を破壊と定義して破壊線を描くと、粘着力成分 c が 1~3 kPa, せん断抵抗角が 27~32° となり、低密度で作製したものほど c が低く、 ϕ が高くなる傾向を示した。

図-3 に、圧密応力と乾燥密度, Vs の関係を示す。圧密による乾燥密度の増加, Vs の上昇が確認できる。また, Vs と拘束圧の関係は粒度の違いに依存していないようである。

図-4 に、乾燥密度と Vs の関係を示す。圧密前の乾燥密度が 0.9~1.1 g/cm³, Vs は 40~50 m/s にあった。供試体が圧密されて密度増加し、それに伴って Vs が上昇した。本実験での決定係数は 0.7 程度となった。

図-5 は、石原が示した間隙比と剛性の関係に、今回得られた Vs と密度の関係 ($G = \rho_t \cdot Vs^2$) を加筆したものである。今回の実験では圧密圧力が最大 150 kPa (1.5 kgf/cm²) であり、既存の検討結果よりも低い範囲にあり、得られたせん断剛性 G は 50 kPa (0.5 kgf/cm²) とした経験式の値程度からやや低めの値となった。

5. まとめ

ゆるく詰めた機械脱水処理土に対して、バンダーエメント試験と併せて、三軸圧縮試験 CD 試験を行った。その結果、圧縮過程では供試体が収縮し、軸差応力は増加する挙動を示した。乾燥密度と S 波速度との相関性は正の相関関係となり、その決定係数は 0.7 以上となった。また、測定された弾性波速度と密度をせん断剛性に変換して既往の計測結果と比較したところ、機械脱水処理土のせん断剛性は既往の結果と同等からやや低めの値を示すことがわかった。

参考文献 1) 國田ら(2018)：機械脱水処理土で構築した堤体の調査結果と相関性, 第 73 回年次学術講演会, 第 3 部, III-158. 2) 石原研而(1976)：土質動力学の基礎, 鹿島出版会, pp.155-160.

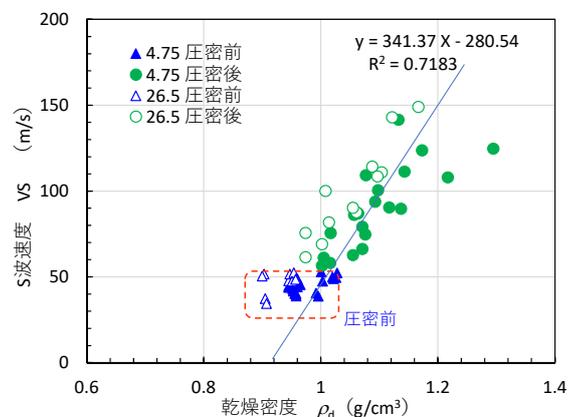


図-4 乾燥密度と Vs の関係

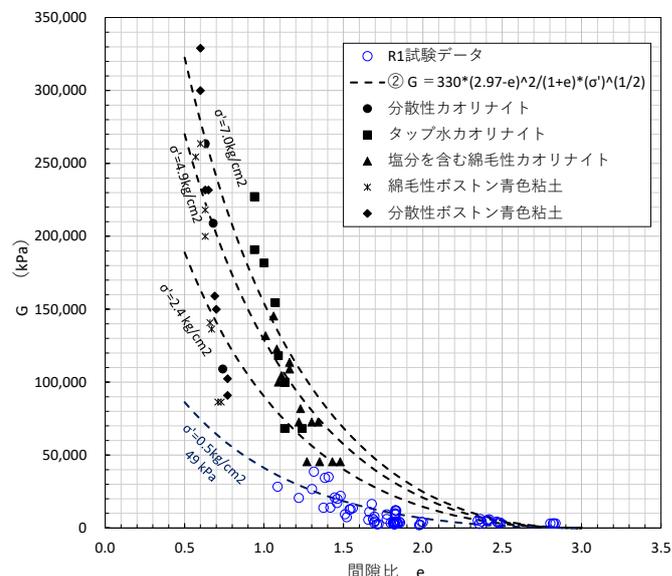


図-5 既往のせん断剛性と機械脱水処理土のとの比較