

脱水処理土盛土から採取したブロック試料の一面せん断特性に関する一考察

日建設計シビル ○片桐雅明 山崎誓也 加藤亮輔

沿岸技術研究センター 森晴夫 井上吉弘

国土交通省九州地方整備局 林和司 西野智之 川端稔教 立石悠貴

1. はじめに 新門司沖土砂処分場(3工区)では、浚渫土砂の受入容量を拡大させる方策の一つとして、浚渫粘土から強制的に間隙水を絞り出して作製した機械脱水処理土を用いて、H22～H26年度にかけて嵩上げ堤体を構築した¹⁾。今回、構築してから10年経過した堤体から採取したブロック試料に対して、定圧ならびに定体積一面せん断試験を行い、構築後10年の脱水処理土群の一面せん断強度特性を求めたので報告する。

2. 機械脱水処理土による盛土の構築ならびに調査の概要 機械脱水処理土は、周囲に濾布を敷設した濾室(25mm幅)に高含水比の粘土スラリーを高圧で送り込み、濾過脱水させて作製したものである。この原理は浸透圧密と同じで、盛土に必要な特性を有する強度が得られる排水速度(体積ひずみ速度:0.7%/分)となる時点まで粘土スラリーを送り込むという基準で作製され、その品質は土塊の含水比と針貫入勾配で管理された²⁾。

堤体の構築に用いられた機械脱水処理土は、H22～H25年度までに作製され、全長約4000m、高さ4m、天端幅2m、のり面勾配1:1.5の堤体は、H22～H26年度にかけて構築された³⁾。土塊の大きさは、脱型から運搬・盛立によって破碎され、最大粒径70mm、平均粒径31mm、均等係数18.5という結果³⁾が報告されている。

H22, 23年度に盛り立てられた堤体のNo.1, No.9地点をモニタリングエリアと設定して、毎年、RI-CPT、表層部から採取したブロック試料による段階载荷圧密試験(供試体寸法:直径200mm,高さ70mm)、定圧一面せん断試験(供試体寸法:直径200mm,高さ140mm)を行ってきた³⁾。今回は、本盛土のせん断特性をより深く把握するために、定圧一面せん断試験と同じ寸法の供試体に対して定体積一面せん断試験も実施した。

3. 機械脱水処理土盛土の力学特性

(1) 一次元圧縮挙動 図-1は、No.1, 9地点から採取したブロック試料(No.1, No.9試料)の段階载荷圧密試験から得られた圧縮曲線(e-log p関係)である。ここで、圧密圧力1kPaの間隙比は採取時の値である。なお、ここに示す間隙比は粘土粒子に対する空隙の割合で、土塊内に含まれる水分も空隙と換算している。また、同図にはこれまで実施してきた実験結果の範囲、ならびに定圧、定体積一面せん断試験に供した試料の初期状態と圧密終了後の状態も併せて示してある。

今回実施したNo.1, 9地点の2試料のe-log p

関係は、初期間隙比が1.6程度、圧密圧力が80kPa程度でその関係が変化し、それ以降はCcが0.4程度となり、一般的な粘土の圧縮曲線と同様の関係を示した。一面せん断試験に供した供試体の初期間隙比は、No.1試料では1.3～1.5と圧密試験のものよりも低く、No.9試料は、1.45～1.75と高めであったが、これまでに実施してきたNo.1, No.9試料の初期間隙比の幅に収まっていた。また、一面せん断試験の圧密が終了した時点の間隙比は、初期間隙比に影響されていたが、初期間隙比のばらつきの範囲にあった。

(2) 一面せん断特性 図-2, 3に、No.1, No.9試料に対する定圧(実線表示)、定体積一面せん断試験(破線)のせん断応力とせん断変位の関係を示す。No.1試料では、同じ圧力で圧密した供試体のせん断応力は定体積条件下の方が定圧条件下のものよりも高く、No.9試料では逆となった。また、同じ圧密圧力下のせん断応力

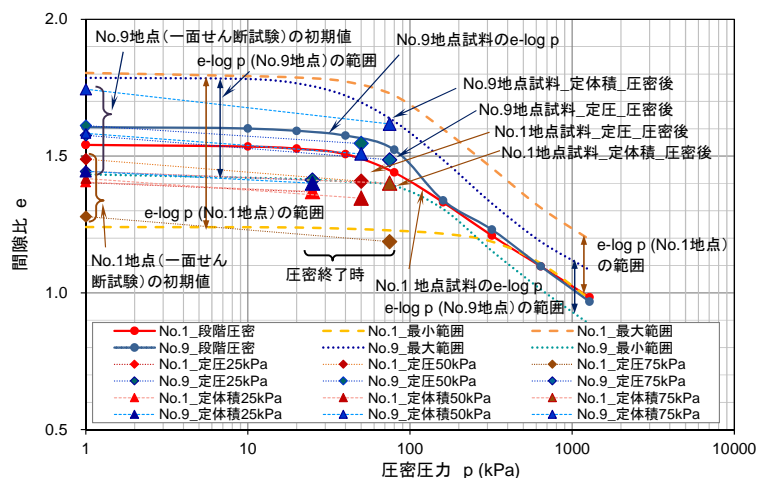


図-1 各試料のe-log p関係と一面せん断試験の初期値

キーワード 機械脱水処理土, 定圧一面せん断試験, 定体積一面せん断試験, 段階载荷圧密試験

連絡先 〒112-0004 東京都文京区後楽1-4-27 日建設計シビル エンジニアリング部門 TEL03-5226-3070

は No.1 試料の方が No.9 試料よりも高くなった。

図-4 は両試料の定圧条件下の垂直ひずみの変化である。低圧密圧力下の No.1 試料はせん断中に膨張し、No.9 試料では同じ圧密圧力の No.1 試料の圧縮量よりも大きい圧縮量を示した。

図-5 は、破線で示した定体積条件下の、実線で示した定体積条件下の各応力経路である。最大せん断応力時を破壊点とした包絡線も示している。No.1 試料の圧密圧力 25 kPa の定体積条件下の応力経路は、せん断直後から垂直応力が増加する方向に進行する過圧密的な挙動を示し、図-4 に示す No.1 試料 25 kPa 定圧試験の垂直ひずみとの挙動と対応していることが確認できる。圧密圧力が高い他の No.1 試料では一旦垂直圧力が低下し、その後増加するやや過圧密的な挙動を示した。一方、No.9 試料の定体積条件下の応力経路は、圧密圧力が低いものはせん断中に垂直圧は変化せず、過圧密的な挙動を、圧密圧力が高くなるにつれて、垂直圧が低下する正規圧密的な挙動を示した。これは図-4 の定圧条件下の垂直ひずみ挙動と矛盾していない。また、破壊点は、定圧条件、定体積条件にかかわらず、ほぼ同一の直線の領域に位置した。

図-6 は、圧密終了後からのせん断過程での垂直応力と間隙比の関係である。定圧条件では間隙比が、定体積条件下では有効垂直応力に変化して破壊に至る。それぞれの各実験シリーズの破壊点は狭い領域に位置した。しかしながら、No.9 試料の定体積試験のようにせん断前の間隙比が圧密圧力の大きさの順と逆になった場合がある。この場合、破壊状態量が影響されるものと思われる。そこで、段階荷重圧密試験の $e\text{-log } p$ 関係に、せん断前の間隙比と圧密圧力を合わせた。その結果が図-7 である。定体積条件下におけるそれぞれの破壊時の (p', e) は狭い領域に位置し、定圧条件下のものはそれよりも広く、定体積条件下の結果よりも下方に位置した。

4. まとめ 構築後 10 年の機械脱水処理土盛土から採取したブロック試料に対して、定体積、定圧条件下で行った一面せん断試験の結果を間隙比の変化を踏まえて、破壊時の状態量を評価してみた。その結果、機械脱水処理土は、砂や粘土のような一般の地盤材料と同じように間隙比も含めた状態量で破壊状態を表現できる材料と考えてよいといえる特性を示した。今後、試験条件によって破壊状態の位置や範囲が異なった理由を、一面せん断試験での変形メカニズムと合わせて検討していこうと考えている。

参考文献 1) 中道正人ら(2014)：新門司沖土砂処分場の受入容量拡大プロジェクト，第 59 回地盤工学シンポジウム論文集，pp.667-674. 2) 森木亮ら(2011)：浚渫土砂を利用した嵩上げ築堤の設計手法，地盤工学会誌，59 巻，第 7 号，pp.22-25. 3) 國田淳ら(2018)：機械脱水処理土で構築した堤体の地盤特性，海洋開発シンポジウム，pp.181-186.

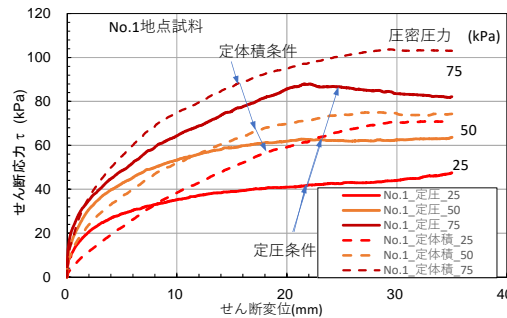


図-2 No.1 試料のせん断変位—せん断応力関係

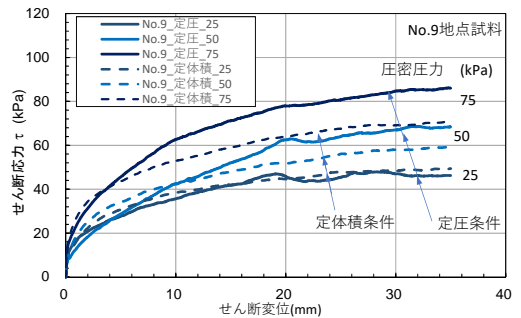


図-3 No.9 試料のせん断変位—せん断応力関係

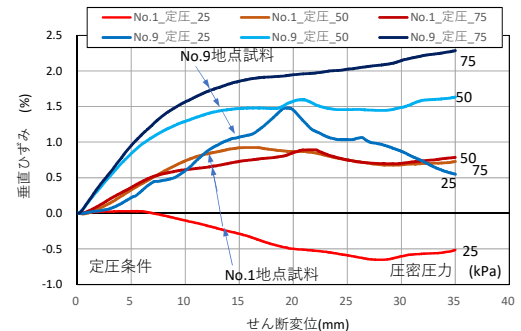


図-4 定圧試験のせん断変位と垂直ひずみの関係

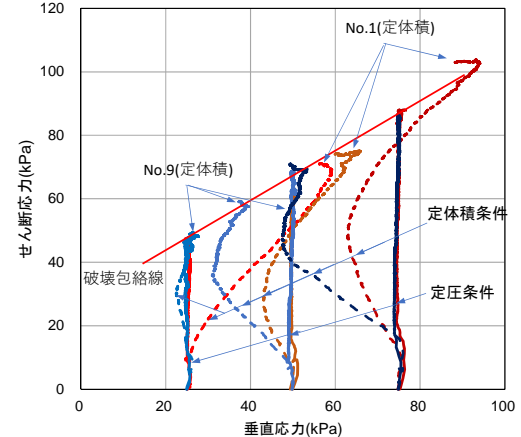


図-5 各試料の応力経路と破壊点

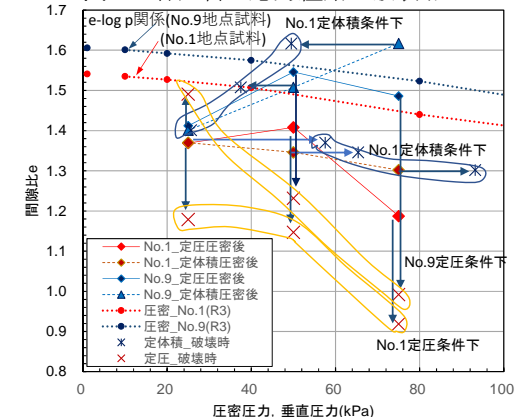


図-6 せん断中の間隙比と垂直圧の関係

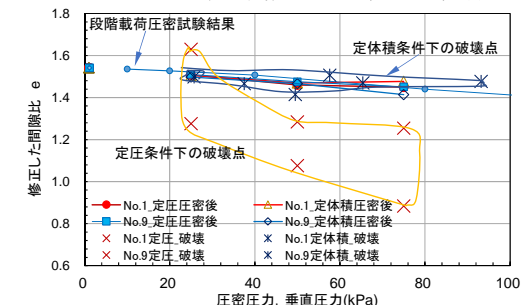


図-7 せん断中の補正した e と垂直圧の関係