

超軟弱粘土の二次元支持力実験における地盤の変形挙動

横浜国立大学大学院 正会員 ○田中 洋輔
 横浜国立大学工学部 学生員 大平 貴之
 日建設計中瀬土質研究所 正会員 片桐 雅明

1. はじめに

海底で浚渫された粘土により埋立てられた地盤は、液性限界以上の含水比を有し、非常に軟弱である。このような地盤に対して地盤改良を行う上で、作業車が搬入可能な地盤にするため、表層処理が必要となる。この表層処理の設計では、Terzaghi の支持力理論に基づいた式が用いられているが、高含水比の粘土試料に対して明確な支持力特性が得られていないのが現状である。そこで本研究では、高含水比の粘土地盤に対する支持力特性の破壊メカニズムを把握するため、二次元支持力実験を行い、その破壊に至る変形挙動を観察し、地盤の状態、含水比の違いに対する挙動違いに関して比較・検討を行った。

2. 試料および実験方法¹⁾

実験に用いた試料は、低塑性の海成粘土である（土粒子密度 $\rho_s = 2.624\text{g/cm}^3$ 、液性限界 $w_L = 51.1\%$ 、塑性指数 $I_p = 20.8$ ）。

二次元支持力実験では、幅 50cm×奥行き 15cm×高さ 30cm の鉄製容器（前面はアクリル透明板）を用い、二次元基礎として底面が「滑」状態の幅 5cm×奥行き 15cm×高さ 5cm のアルミ製載荷板を用いた（図 1 参照）。

模型地盤は、地盤の含水比と状態に着目し、表 1 に示す実験条件を設定した。地盤の含水比は、 $1.0w_L \sim 2.0w_L$ 間に注目した。地盤の状態は、圧密地盤と練返し地盤とした。圧密地盤とは、初期含水比 $2w_L$ から所定の含水比になるよう載荷圧密したものである。練返し地盤は、あらかじめ含水比を調整した試料を容器内に敷き詰めた。また地盤の層厚は、両者とも 15cm 程度とした。含水比調整は人工海水（密度 $\rho_w = 1.025\text{g/cm}^3$ ）を用いた。なお含水比は塩分補正を行った。

載荷試験では、載荷速度 13mm/sec で二次元基礎を鉛直方向に押し込んだ。載荷中は、基礎に作用する荷重と基礎の沈下量を測定した。また地盤の変形挙動を観察するため、容器前面のアクリル板と地盤の境界に点状または線状のターゲットを設置し、デジタルカメラを用いて、載荷中の地盤の変形挙動を観察した。

3. 実験結果とその考察

図 2 は、各実験ケースの荷重沈下曲線を示す。図中の縦軸には沈下量 S を載荷幅 B で除した S/B をとり、横軸には荷重強度 q とした。圧密地盤と練返し地盤で、 $S/B - q$ 挙動が大きく異なることがわかる。圧密地盤に関しては、 $S/B = 1.0 \sim 2.0$ の間に明瞭な降伏点が観察された。練返し地盤では、明瞭な降伏点は観察されず、荷重強度—沈下量関係が単調に増加する形となった。この違いは破壊メカニズムが異なるためと考えられる。含水比の違いに着目すると、含水比が大きくなるほど、荷重強度が小さくなることがわかる。

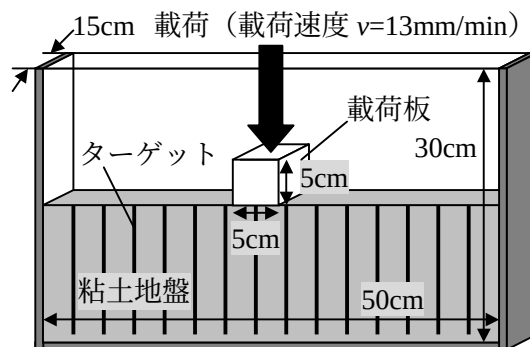


図 1. 実験装置の概要
表 1. 地盤条件

含水比	$1.0w_L$	$1.3w_L$	$1.8w_L$
圧密地盤	○	○	○
練返し地盤	○	○	○

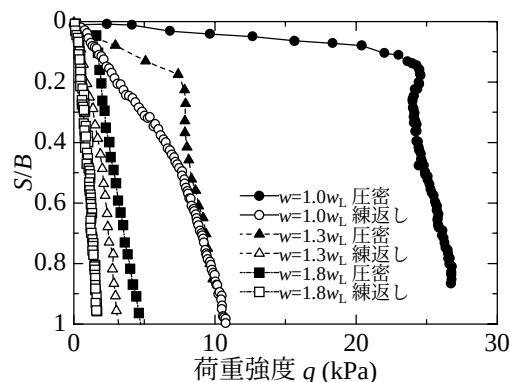


図 2. 荷重沈下曲線

キーワード 超軟弱粘土, 支持力実験, 変形挙動

連絡先 〒240-8501 横浜市保土ヶ谷区常盤台 79-5 横浜国立大学大学院工学研究院土木工学教室 TEL045-339-4038

図3は、各実験ケースでの地盤の変形挙動を観察したものである。図は、载荷前、载荷中、载荷後に撮影した画像をもとに、ターゲットの位置を方眼紙上にスケッチしたものを、重ね合わせたものである。

まず、地盤の表層変形に着目する。図4には、载荷終了後の地盤の正規化含水比（ w/w_L ）に対する地盤の最大表面隆起変位/貫入変位を示す。これらより、圧密地盤で含水比が低いほど、表面の隆起量が大きいことがわかる。一方、練返し地盤の表層変形は、圧密地盤と比べて明らかに小さい。

次に地盤内の変形に着目すると、スケッチより練返し地盤の場合が圧密地盤と比較して、変形している領域が広いことが判る。

これらのスケッチより、圧密地盤は破壊面が表層まで及ぶ全般破壊であり、練返し地盤は明瞭な破壊面が見られない局所破壊であるといえる。地盤状態の違いにより、超軟弱粘土地盤の破壊メカニズムが大きく異なるといえる。

図5は、各地盤の正規化含水比に対する载荷後の隆起・貫入体積比を示したものである。なお隆起・貫入体積比は、表面の隆起体積を基礎の貫入体積で除したものである。体積の計算はスケッチをもとに算出した。図より、含水比が高いほど、隆起・貫入体積比が小さくなる傾向が得られた。また、圧密地盤と練返し地盤との比較では大きな違いが見られなかった。図4と併せて考えると、圧密地盤は局所的な変形により地盤表面の隆起が局部的に顕著に表れるが、練返し地盤は変形が地盤全体に及ぶため、地盤表面の隆起が小さいと考えられる。今後、この点を明確にするため、地盤の変形を詳細に計測していく必要がある。

4. まとめ

今回は、超軟弱粘土の二次元支持力実験より、変形挙動を観察し、圧密地盤と練返し地盤で破壊メカニズムは異なることが観察できた。今後は、破壊メカニズムを詳細に調べるため、様々な条件を設定し、綿密な計測を行っていく予定である。

参考文献

1) 大平、田中、片桐（2002）：「超軟弱粘土地盤上の二次元基礎の支持力特性」、第37回地盤工学研究発表会講演集、投稿中

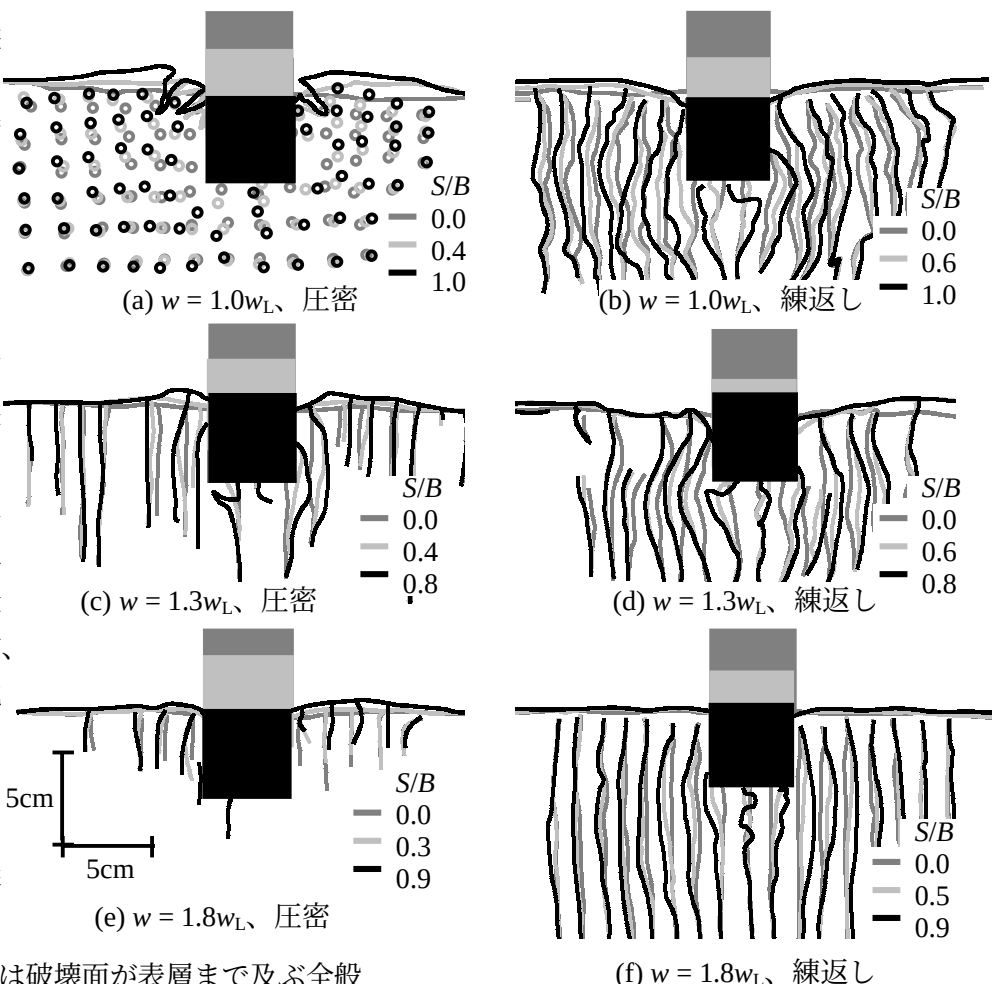


図3. 支持力実験中の地盤の変形挙動

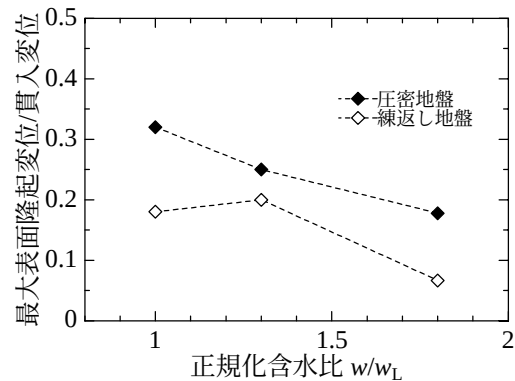


図4. 最大表面隆起変位/貫入変位—正規化含水比関係

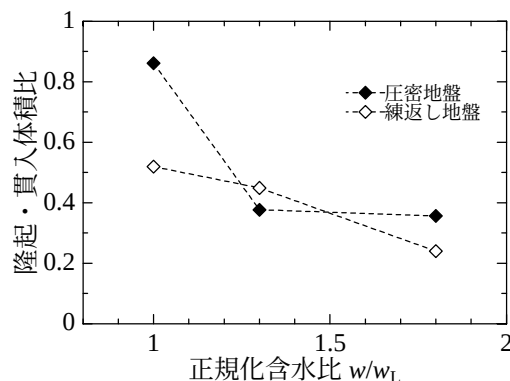


図5. 隆起・貫入体積比—正規化含水比関係