

模型実験による中間土地盤の真空圧密の効果について

竹中工務店 技術研究所 正会員 ○金田一広
 港湾空港技術研究所 正会員 渡部要一
 応用地質 正会員 渡部有

1. はじめに

軟弱粘土や浚渫粘土地盤の地盤改良工法の一つとして真空圧密工法が挙げられる。これは地盤内にドレーンを打設し、真空圧を載荷することで地盤内の有効応力の増加を期待し圧密を促進させる工法である^{例え ば 1), 2)}。一方で、埋立地などの粘土は砂と粘土が混ざったいわゆる「中間土」であることもしばしばあり、まだ圧密特性など不明確な部分が多い³⁾。そこで本研究は、模型実験で中間土地盤の真空圧密の適用性について調べ、速報的な実験結果を述べる。

2. 模型実験の概要⁴⁾

図1に示すような内径20cm、高さ60cmの予備圧密用のアクリル土槽を用いた。試料は、本牧粘土と相馬珪砂6号を用いて、Fc50%になるように混合して作製した。混合試料は液性限界51.1%、塑性限界31.1%、土粒子密度は 2.64g/cm^3 である。実験の試料は、液性限界の1.6倍になるように脱気水を加えミキサーで十分に攪拌した後に、空気が入らないようにゆっくりと下から34cmまで土槽に投入した。図2に側面図を示す。試料を投入後、19cmの不織布を土槽の中心に底面から5cmまで挿入し、上部にチューブを介して真空ポンプに接続する。なお、予備実験で不織布が真空ポンプの真空圧を伝えていることを確認している。その後、不織布の中心位置に間隙水圧計を図2のように設置する。試料の上にキャップを装着し、その上から空気圧で50kPaの上載圧を作用させた。上載圧を作用させているときはドレーンのみ排水境界とし、1日圧密させた。その間の沈下量は0.35mmで、圧密は終了したと判断した。その後ドレーンに-70kPaの真空圧を作用させた。これは、現場での真空圧がおおよそこの値であるためである。沈下量はキャップの変位を測定した。

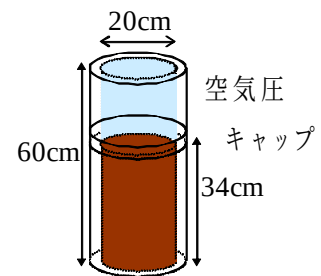


図1 土槽の概要

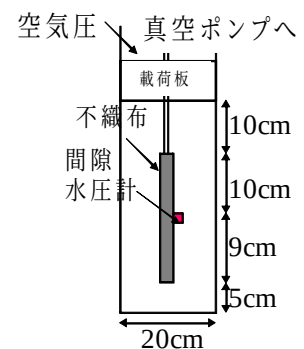


図2 側面図

3. 実験結果

図3に沈下量・間隙水圧～時間関係を示す。沈下量は圧密終了時から、間隙水圧は上載圧を載荷する前から計測している。実験は7日間続けて終了した。間隙水圧はすぐには上昇せず、徐々に上昇している。それに伴って沈下もだんだんと発生し、7日時点で7cmを超え、まだ増加する傾向にあった。間隙水圧は上載圧の載荷過程ではほとんど上昇せず、また真空圧載荷後に7日間では与えた-70kPaには達しなかった。原因を調べているが、間隙水圧計の設置に不備があったのではないかと考えている。図4に試料の液性限界、初期含水比(真空圧載荷時)、圧密終了後供試体を解体し不織布近傍の含水比

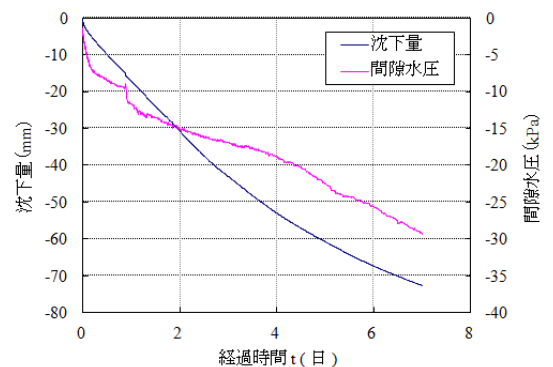


図3 沈下量・間隙水圧～時間関係

を測定した結果を示す。試料を土槽に投入したときは均質な含水比を有していた。真空圧载荷によってドレーン近傍は含水比で 35%ほど低下した。深度方向にはそれほどばらつきはなく、ドレーン近傍は均質に含水比の低下が生じていた。またドレーンから離れていくと含水比の低下は少なくなるが初期含水比よりは大きく低下していることが分かり、真空ドレーンが 10cm ほど離れていても効果があったと思われる。図 5 に試験終了後にドレーンおよび水圧計を撤去し半分に割った様子を示す。初期は高い含水比であったが自立する程度の含水比に低下し、Fc50%の中間土であっても一定の地盤改良効果が見られた。

4. 結果の一考察と今後の課題

著者らが 2009 年に発表している上載圧のない場合の中間土(Fc50)の真空圧密結果を図 6 に示す⁴⁾。これも同様の模型実験による結果である。用いた試料が異なっている(川崎粘土+相馬珪砂 6 号)が、上載圧がない場合は 3 日ほどの真空圧载荷で、沈下量が 2.5cm 程度であった。この試験では負圧を -80kPa に設定した実験でありドレーン近くの間隙水圧は十分発揮されていた。まだ沈下の途中であるが、このままの沈下傾向が 7 日間継続したとすれば 5cm 程度となると考えられる。負圧の作用効果の違いもあり単純には比較できないが、上載圧を作用させた今回の実験の方が沈下量が若干大きくなる傾向があると考えられる。さらに、試料が異なっているが別途実施した中間土の非排水クリープ試験結果を図 7 に示す⁵⁾。非排水条件で载荷し一定放置する実験である。一定放置する荷重レベルが大きくなるほどクリープの変形量が多くなる傾向にある。これらのことを鑑みると、中間土地盤は上載圧などのせん断応力が増えるとクリープ変形や圧密が促進される傾向にあると考えられる。中間土は粘土と砂の特徴を併せ持ち、せん断力が増加すると異方性の影響が大きくなると考えられる。今後はさらに模型実験を行い、真空圧密の上載圧依存性などについて追加実験をするとともに、要素試験も実施し、誘導異方性などに着目して中間土の変形特性について調べていく予定である。さらに、異方性を考慮した中間土の構成式を用いた数値計算も行いたいと考えている。

参考文献 1) 三田地利之・高橋秀彰・香西篤(2002)：真空圧密工法による地盤の変形と強度増加—三軸試験によるシミュレーション—, 土木学会論文集, No. 722/III-61, pp. 245-252. 2) 今井五郎(2005)：「真空圧密工法」のさらなる発展に向けて—真空圧を利用した地盤改良の原理とその適用—土木学会論文集, No. 798/III-68, pp. 1-16. 3) 地盤工学会(2004)：ジオテクノート 2 中間土 砂か粘土か. 4) 金田一広・渡部要一・山崎浩之(2009)：真空圧密ドレーンによる中間土地盤の圧密特性, 第 44 回地盤工学会全国大会. 5) 神宮勝久・大塚悟・山崎浩之・金田一広(2008)：砂混じり粘土の非排水せん断特性についての実験, 第 63 回土木学会年次学術講演会。

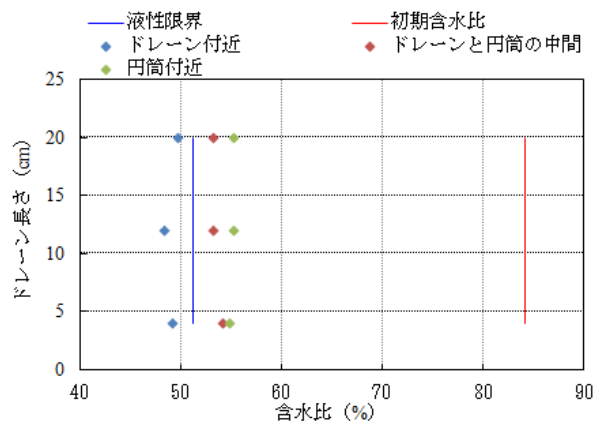


図 4 含水比分布



図 5 試験終了時の様子

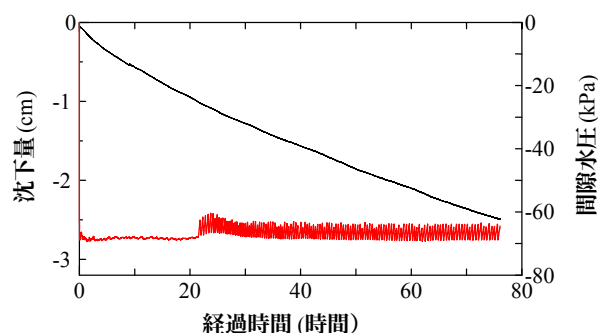


図 6 沈下量・間隙水圧～時間関係⁴⁾

上載圧なし

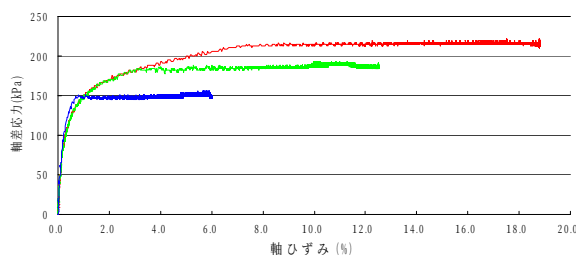


図 7 クリープ試験結果⁵⁾