

真空圧密された軟弱地盤における盛土施工時の圧密排水メカニズムに関する遠心模型実験

京都大学大学院 学生員 ○長谷川 元輝  
 錦城護謨(株) 正会員 白神 新一郎  
 京都大学大学院 正会員 澤村 康生  
 京都大学大学院 正会員 木村 亮

1. はじめに

真空圧密工法は真空ポンプで地盤内のドレーン材に負圧を載荷し、地盤を強制的に圧密・排水する地盤改良工法の一つである。本工法では、地盤の強度増加や圧密促進、残留沈下の抑制などの改良効果が期待されるため、近年では、軟弱地盤上での道路盛土の急速施工に適用される機会が増えている<sup>1)</sup>。しかしながら、本工法による地盤の安定効果には未解明な部分が多い。

本研究では真空圧密工法による盛土施工時の地盤の圧密排水メカニズムを明らかにすることを目的とし、真空圧密工法を適用した軟弱地盤上での盛土施工を模擬した遠心模型実験を 50 G 場で実施した。

2. 実験で使ったドレーン材

図 1 に使ったドレーン材を示す。ドレーン部分は実際のプラスチックボードドレーンを縦に切断したものを使用した。長さは 160 mm、断面は 8 mm×3 mm の矩形であり、長さ 8 mm の 2 面が通水面となっている。また、先端にはドレーンに作用する負圧を計測するために小型水圧計を設置している。

3. 実験条件

図 2 に実験概要図を示す。本実験は地盤のほぼ中心にドレーン材を設置することで、打設間隔  $d = 6.5$  m の正方形配置を模擬し、粘土地盤にはカオリン粘土(圧密係数  $C_v = 650$  cm<sup>2</sup>/d, 圧縮指数  $C_c = 0.16$ )、砂地盤には珪砂 7 号を使用した。また、盛土施工を模擬するために荷重装置を使用し、先端に 20 mm 厚の NR スポンジゴム( $E = 500$  kPa)を緩衝材として貼り付けた荷重板を吊り下げている(図 3)。表 1 に荷重条件を示す。荷重①と荷重②はそれぞれの瞬時荷重した場合(盛土高 1 m)と施工速度 20 cm/d の盛土を急速施工した場合(盛土高 7.7 m)を模擬している。本実験は、プロトタイプ時間の 4 日目でドレーン材に真空を載荷後、変位制御で荷重①を、荷重制御で荷重②を実施した。

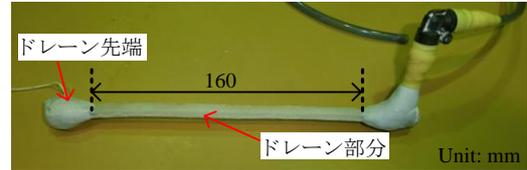


図 1 使ったドレーン材

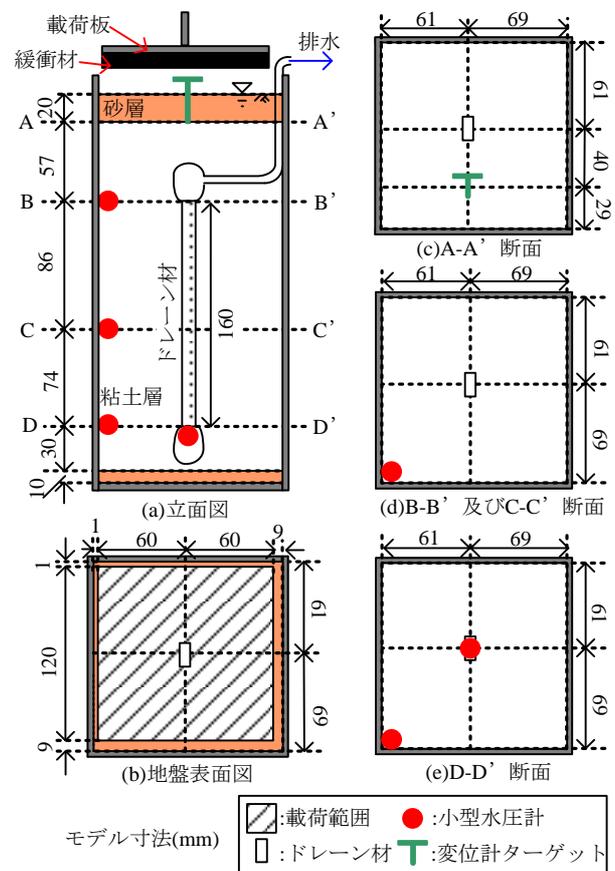


図 2 実験概要図

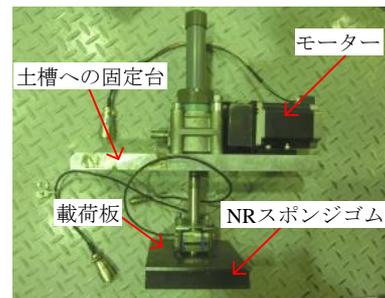


図 3 荷重板を吊り下げた荷重装置

キーワード 真空圧密工法, 軟弱地盤, 盛土施工, 遠心模型実験  
 連絡先(住所 〒615-8540 京都市西京区京都大学桂 C クラスター4 棟 587 号室, 電話・FAX 075-383-3193)

4. 実験結果

以下では実物換算した値を用いる。図4にドレーン先端での水圧の経時変化を示す。真空圧密開始と同時にドレーンに負圧が作用し、瞬時に水圧が減少した。

したがって、真空圧密開始と同時にドレーン材と周りの粘性土との間に動水勾配が発生し、その後に圧密が進行したと考えられる。また、真空載荷前後の水圧計の値よりドレーン先端での作用負圧は約45 kPaである。

図5に壁面の水圧の経時変化を示す。真空圧密を開始すると、全ての計測点において水圧が次第に低下した。その後、載荷②で盛土の急速施工を模擬した載荷を行うと水圧は消散しながらも増加したが、過剰間隙水圧の発生は見られなかった。また、載荷終了後はドレーン材の排水により水圧が速やかに消散した。

図6に沈下量の経時変化を示す。同図には真空圧密と載荷による圧密の曲線をそれぞれ足して算出した理論曲線も併せて示している。ここで、真空圧密はドレーン部分が存在する層で進行すると仮定し、圧密速度には打設間隔  $d$  を様々に変更したバロンの圧密解<sup>2)</sup>を、沈下量には  $C_c$  法を適用した(沈下量 13 cm)。また、載荷による圧密は粘土層全体で進行すると仮定し、圧密速度には、ドレーン部分が存在する層は打設間隔  $d$  を様々に変更したバロンの圧密解<sup>2)</sup>とドレーン部分が存在しない層はテルツアギーの圧密解を適用し、沈下量には、 $C_c$  法を適用した(沈下量 57 cm)。沈下量は、実験値は理論値より小さなものとなった。また、圧密速度は、実験値は  $d=6.5$  m として算出した沈下曲線と比較して大きく、 $d=2$  m の沈下曲線に近いものとなった。

5 まとめと今後の課題

本実験では盛土施工前に真空圧密工法を適用することで、地盤内のドレーン材による圧密時の排水距離の短縮と真空載荷による水圧の低下により、盛土の急速施工中に過剰間隙水圧の発生が抑制され、地盤が安定することを実験的に明らかにした。一方で、ドレーン材による圧密促進効果はバロン解から想定したものより遥かに大きなものとなった。これは、バロン解は複数のドレーンが打設された地盤において等ひずみ条件を仮定しているが、本実験はドレーン一本のみを使用しており、ドレーンからの距離によって圧密速度に違いが生じたためであると考えられる。今後は本実験を対象に数値解析を実施し、ドレーン一本を使用した状況での圧密過程をより詳細に明らかにする必要がある。

表1 載荷条件

載荷段階	荷重(N)	載荷速度(N/min)
①載荷板接地	325(盛土高さ1 m)	-
②漸増載荷	2000(盛土高さ7.7 m)	90

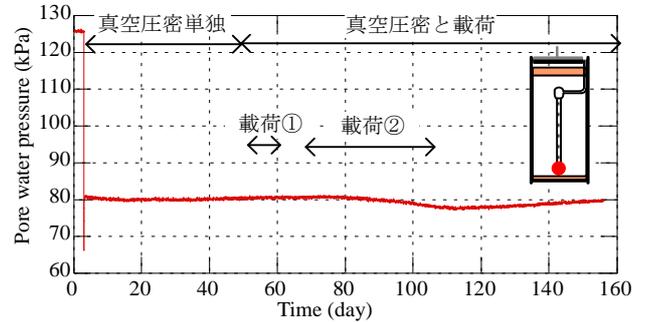


図4 ドレーン先端での水圧の経時変化

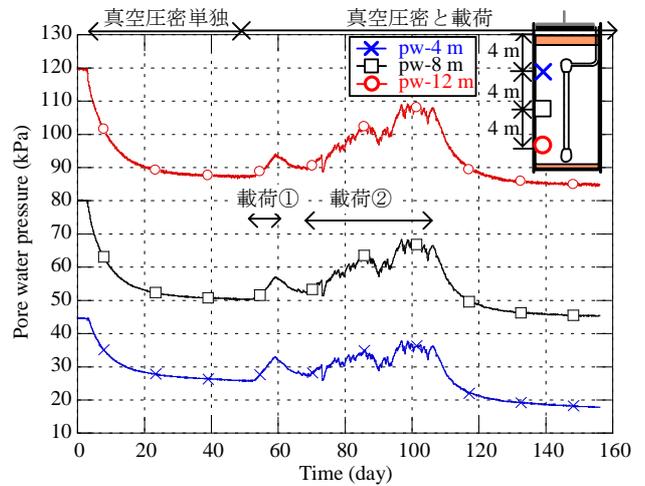


図5 壁面での水圧の経時変化

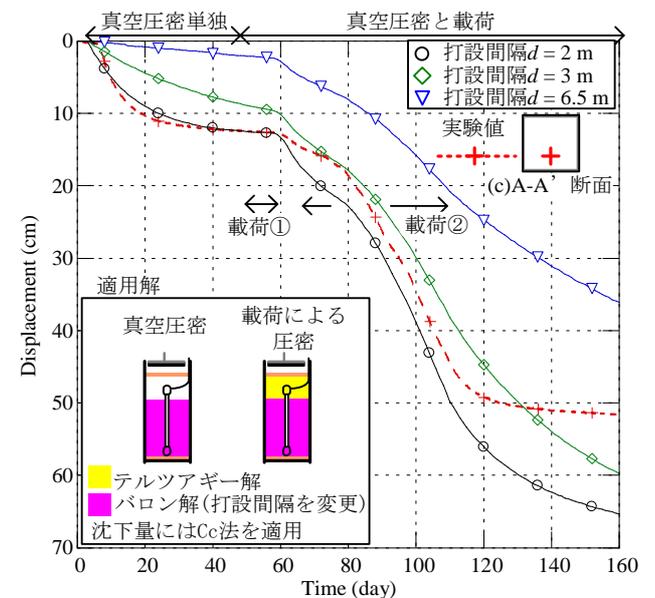


図6 沈下量の経時変化

(参考文献)

- 1) 嘉門雅史, 木山正明, 諏訪靖二, 福田光治: 日本における真空圧密工法の発展の経緯と現状, 第9回地盤改良シンポジウム論文集, pp.3-10, 2010.
- 2) Barron, R. A.: Consolidation of Fine Grained Soils by Drain Wells, Trans. ASCE, Vol.113, pp.718-742, 1948.