

第Ⅲ部門

真空圧密工法を適用した地盤上での盛土施工を模擬した遠心模型実験

京都大学工学部 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

真空圧密工法は地盤内に打設されたドレーン材に負圧を作用させ、ドレーン材と周辺地盤との間に生じる動水勾配を利用し、粘性土を強制的に圧密させる地盤改良工法である。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ことから、軟弱地盤上の盛土の急速施工が可能となる<sup>1)</sup>。しかし、真空圧密工法適用地盤での圧密排水メカニズム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載荷時の地盤の安定効果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. 実験で使したドレーン材

図 1 に本実験で使し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、ドレーン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おり、周りを 2 液製のパテで覆っている。

3. 実験条件

図 2 に実験概要図を示す。模型地盤は表層から 1 m の飽和した砂層、約 12 m の粘土層、0.5 m の砂層を模擬し、粘土地盤にはカオリン粘土(圧密係数  $C_v = 650 \text{ cm}^2/\text{d}$ , 圧縮指数  $C_c = 0.16$ )、砂地盤には珪砂 7 号を使用した。また、盛土施工の模擬はジャッキを使用し、先端に 20 mm 厚の NR スポンジ(ヤング率 500 kPa)を緩衝材として貼り付けた載荷板を吊り下げている(図 3)。表 1 に載荷条件を示す。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し、地盤内の間隙水圧と沈下量が安定した後、変位制御で段階①の載荷、荷重制御で段階②の載荷を実施した。

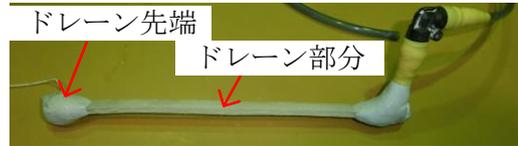


図 1 使用したドレーン材

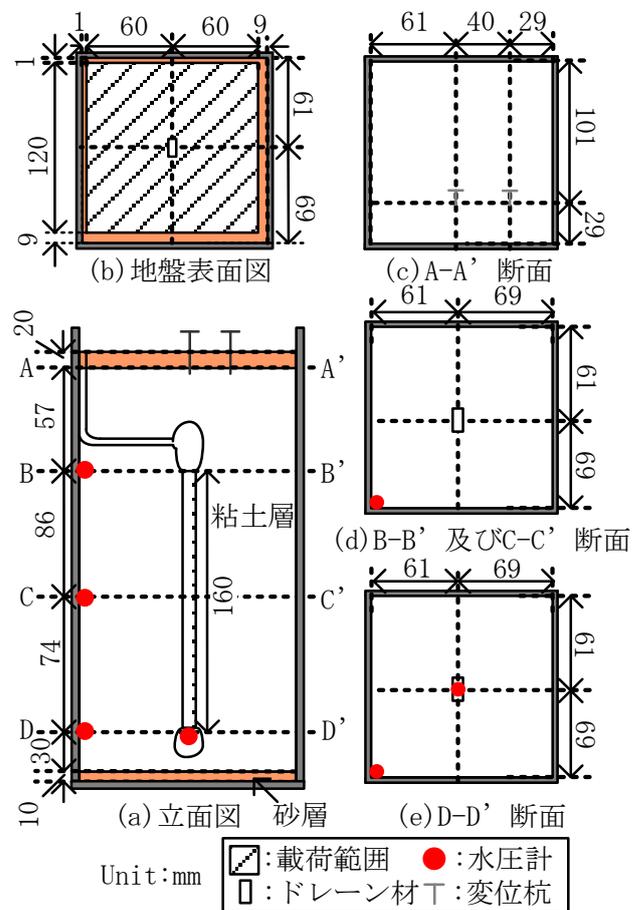


図 2 実験概要図

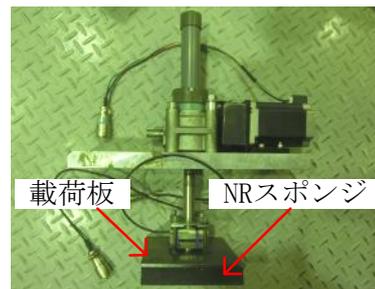


図 3 載荷板を吊り下げたジャッキ

4. 実験結果

以下ではプロトタイプ換算した値を用いることとする。図4にドレーン先端での水圧の経時変化を示す。同図から真空圧密開始と同時にドレーン内部に負圧が作用し、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ていると考えられる。また、水圧を低下させた後は一定値に安定したことから、ドレーン材の気密性が保持されていると考えられる。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に粘土地盤の沈下量の経時変化を示す。同図より、荷重載荷による沈下量は約37.5 cmであり、粘土地盤が平均圧密度90%に達するのは荷重載荷開始から約55日と急速に圧密が進行していることがわかる。ここで、同様の荷重を無処理地盤に載荷した場合を考えると、平均圧密度が90%に達するにはテルツァギーの圧密理論<sup>2)</sup>から約2000日を要するため、ドレーンにより圧密が大幅に促進されたといえる。

図6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、地盤に負圧が伝播する様子が確認された。その後、荷重段階②で盛土高さ7.7 m、施工速度20 cm/dの盛土の急速施工を模擬した荷重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、荷重終了後、地盤内のドレーン材からの排水により荷重載荷により増加した水圧の速やかな消散が確認され、荷重載荷前の水圧に落ち着いた。

5. まとめと今後の課題

本実験では荷重載荷時に地盤内のドレーンによる速やかな圧密の進行と載荷後の急速な水圧の消散が確認され、真空圧密工法の残留沈下の抑制効果を実験的に明らかにした。また、盛土施工前に真空圧密工法を適用することで、ドレーン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。しかし、壁面での水圧の変化から確認された負圧はドレーン先端での作用負圧より小さく、地盤表面に近づくほど負圧は小さくなった。これは壁面を伝って、粘土地盤内に水が浸入したためであると考えられる。今後の実験では粘土地盤の気密性を向上させる対策を考案する必要がある。

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	-
②漸増載荷	2000	90

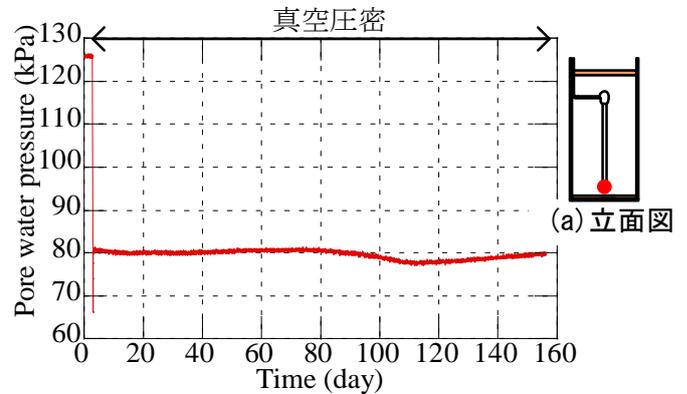


図4 ドレーン先端での水圧の経時変化

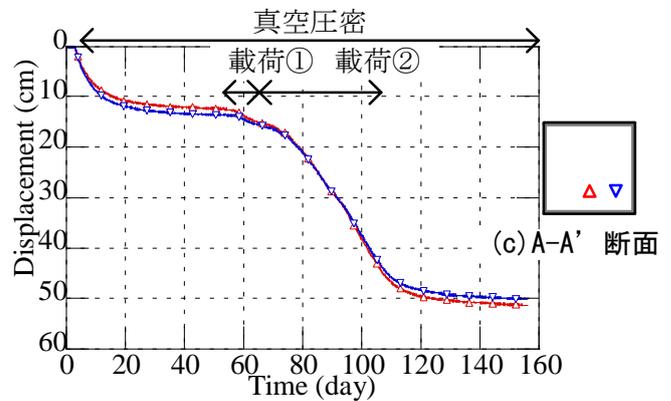


図5 粘土地盤の沈下量の経時変化

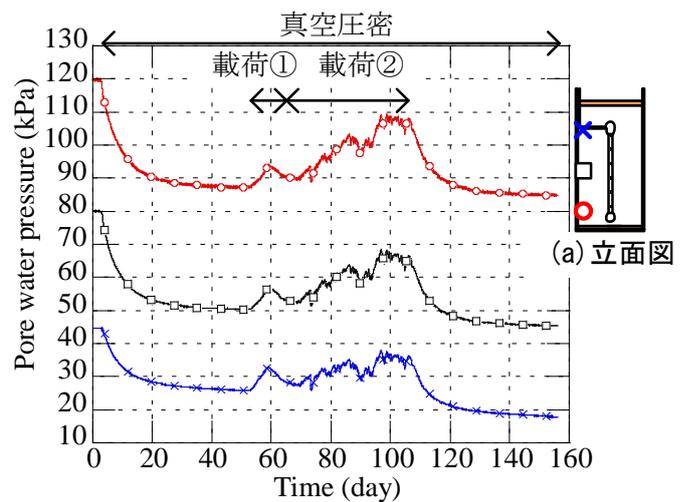


図6 壁面での水圧の経時変化

(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) 岡 二三生: 土質力学, pp.110-118, 2010.