

## 真空圧・盛土载荷の組み合わせによる地盤中の側方変位抑制に関する検討

佐賀大学理工学部 学生会員 渡辺 祥太 佐賀大学理工学部 正会員 柴 錦春  
 (株) 軟弱地盤研究所 正会員 喜連川 聰容 錦城護謨株式会社 吉川 雅史  
 同上 井口 実

### 1. はじめに

隣接施工の場合、地盤中の側方変位を抑制することは主要な課題の一つである。真空圧密の場合、地盤中に内向きの側方変位が生じる。一方、盛土荷重の場合、地盤中に外向きの側方変位が発生する。従って、真空圧と盛土荷重の組み合わせによって地盤中の側方変位を抑制することが可能と考える。しかし、真空圧と盛土荷重を組み合わせる場合、地盤中の側方変位における真空圧と盛土荷重の割合、加圧速度、順序等の影響についてまだ十分検討されていない。本研究では真空圧密と载荷を組み合わせる室内モデル試験を行い、地盤中の側方変位における真空圧と载荷の割合の影響を検討した。

### 2. 試験装置・試料

モデル土槽は長さ 1.50m、高さ 1.35m、幅 0.61m のものである。フレームと両端の壁は鋼製で、表・裏の壁は 15.6mm 厚さの亚克力板である。モデル土槽中心長さ方向に 1 枚の厚さ 14.7mm の亚克力板を入れ、幅 0.3m の二つの独立したモデル地盤が作られる。盛土荷重は三つのペロフラムシリンダー加圧システムによってシミュレーションする。三つのステンレス加圧板の寸法は厚さ 20mm、290mm×166mm で、両側の加圧板に加えた荷重は中心の荷重の 50% とし、盛土荷重を近似した。真空圧の加圧について、表層の粘土層を気密層とするキャップドレーン (CPVD) 工法を採用した。三つの LVDT でモデル地盤の沈下量、二つの水圧計で地盤中の水圧 (真空圧) を測定し、データロガによって自動記録した。また、透明の亚克力壁の内側に 20mm×20mm の濾紙グリッドをグリースによって貼り付け、モデル地盤中の側方変形状況を観測した。モデル試験のセットアップは図-1 に示す。試験に用いた土は、佐賀市久保田町から採取した有明粘土で、その液性限界  $W_L=112.4\%$ 、塑性限界  $W_P=56.7\%$ 、圧縮指数  $C_c=0.708$ 、圧密係数  $C_v=0.026$  ( $m^2/day$ ) である。ミニ CPVD は断面 33mm×15mm の不織布ジオテキスタイルのドレーンとゴム製のキャップからなる。

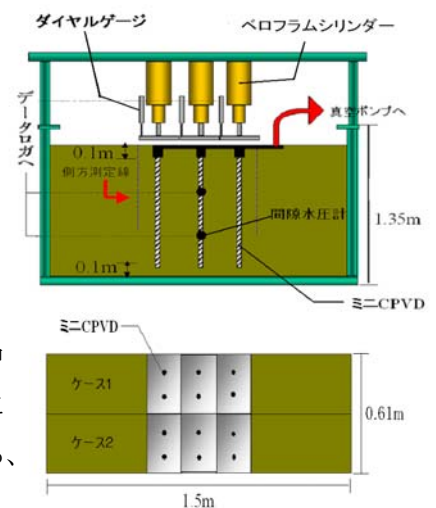


図-1 モデル試験のイメージ

### 3. 試験方法

**3.1 モデル地盤の作製** まず排水材としてモデル土槽の底面に 3 枚のジオテキスタイル (厚さ 3 mm、 $130.6 g/m^2$ ) を敷き、亚克力壁の内側に側方変位量観測用濾紙グリッドをグリースで貼った。有明粘土の初期含水比を 152% に調整し、モデル土槽に厚さ 0.75m まで入れた。土の厚さが 0.25m と 0.5m において、モデルの中心位置に水圧計を設置した。表面に 3 枚のジオテキスタイルを敷き、直径 1cm、ピッチ 10cm の穴のある木製加圧板をセットしてから、重りで 10kPa の圧密荷重を加えたのち、沈下がほぼ終了するまで 2 ヶ月間圧密した。後、除荷して厚さ 0.57m のモデル地盤を作製した。二つのモデル地盤のコーン (断面積  $314mm^2$  の二重管コーン) 貫入試験結果は図-2 に示す。ケース 1 は除荷後すぐ、ケース 2 は除荷後 1 ヶ月後にコーン貫入試験を行ったので、ケース 2 の地盤はケース 1 よりも強くなった。

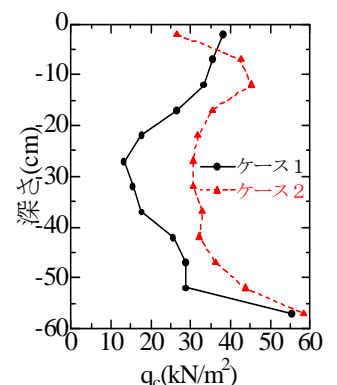


図-2 コーン貫入試験結果

**3.2 本試験** まず、底面の未通層厚さ 0.1m、気密粘土層厚が 0.1m になるようにミニ CPVD の長さを設定して、ステンレス棒によって、6 本のミニ CPVD (間隔 横 16cm×縦 10cm) を打設した。ミニ CPVD 周囲の真

空漏れを防ぐためにベントナイトと有明粘土と 50:50 の割合で混合したスラリーをミニ CPVD 周囲に入れ、加圧システム、計測装置を設置して試験を始めた。表-1 に示す 2 ケースの試験を行った。いずれのケースも荷重の手順はまず 40kPa の真空圧を 2 時間かけた。その後 6kPa/day (両側の加圧板 3kPa/day) の速度で段階的に荷重を加えた。ただし、ケース 1 の 1 回目の荷重は 4kPa であった。

4. 試験結果

4.1 沈下量及び間隙水圧の経時変化 ケース 1 の本試験のモデル地盤地表の沈下量と地盤中の間隙水圧の経時変化は図-3 と 4 にそれぞれ示す。最終沈下量は中心部と左側が約 70mm、右側に約 60mm、最終間隙水圧 (真空圧) は -30kPa ~ -35kPa になった。図-3 に示す荷重終了から約

表-1 試験したケース

	荷重(kPa)	真空(kPa)
ケース 1	40	-40
ケース 2	60	-40

1 週間後に沈下量が増えたのは、荷重ピストンのストロークが限界に達していたため、一時部分除荷になった。この問題を解決した後、沈下量が急増した。これに対応して、一時真空圧が減少した現象が記録された (図-4)。また、真空ポンプの負圧は -40kPa であったがモデル地盤中に加えた真空圧は -30 ~ -35kPa であったことが分かる。ケース 2 の場合では、基本的にケース 1 と同じ傾向であったが、荷重荷重が大きいため、最終沈下量は 77mm でケース 1 より大きくなった。

4.2 モデル地盤中の側方変位 モデル地盤中の荷重板の外端位置の最終側方変位の深さ方向の分布を図-5 に示す。左右対称ではなかったが、ケース 1 の側方変位量は 6mm、ケース 2 は 16mm 以下であった。荷重荷重の増加(ケース 2)によって、側方変位が増えた。最大側方変位と沈下量の比率は約 0.08 ~ 0.20 で、せん断破壊の可能性はまったくなかった。コーン貫入試験結果から、地盤の初期非排水せん断強度 ( $S_u$ ) を推定すると ( $S_u = q_c / N_{kt}$ ,  $N_{kt} = 10$ )  $S_u$  は約 1.5 ~ 5kPa であった。塑性理論により、このモデル地盤の極限支持力は  $q_f = 5.14 S_u = 7.7 \sim 25.7kPa$  である。しかし、真空圧密の併用によって 40kPa ~ 60kPa の荷重を荷重しても安全であった。

5. まとめ

2 ケースの真空圧と荷重荷重と組み合わせる室内モデル試験の結果から以下のことが分かった。

- (1) 真空圧を加えることにより、盛土荷重による軟弱地盤せん断破壊を防止することが可能となる。
- (2) 真空圧と荷重荷重の組み合わせによって、軟弱地盤中の側方変位を抑制する効果がある。真空圧と荷重荷重の割合は地盤中の側方変位に大きく影響するが、この割合の調整により地盤中の側方変位が最小にする条件を見出すことができる。

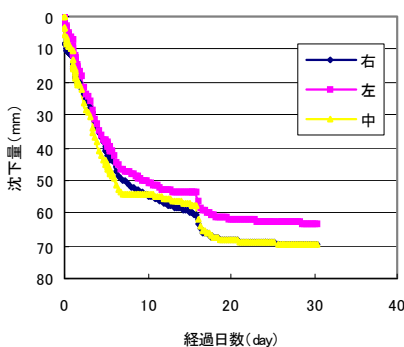


図-3 沈下量

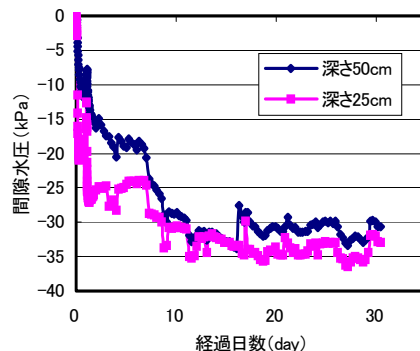


図-4 間隙水圧

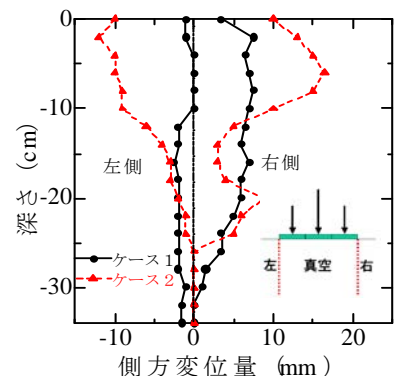


図-5 側方変位量

参考文献

1) Chai, J-C., Miura, N. and Bergado, D. T. (2008). Preloading clayey deposit by vacuum pressure with cap-drain: Analyses versus performance. Geotextiles and Geomembranes, Vol. 26, No. 3, pp. 220-230.  
 2) Tanaka, H.(2000). Sample quality of cohesive soils: Lessons from three sites, Ariake, Bothkennar and Dramimen. Soils and Foundations, Vol. 40, No. 40, pp. 57-74