

径向排水オエドメーターにおける粘性土の真空・载荷圧密特性

佐賀大学 理工学部 学生会員 ○横町 瑞樹

佐賀大学 大学院工学系研究科 正会員 柴 錦春 非会員 齋藤 昭則

1. はじめに 真空圧密は有効な地盤改良工法の一つである。载荷圧密過程では外向きの側方変位を生じ、改良領域周辺に隆起が生じる。それとは対照に、真空圧密過程では内向きの側方変位によりクラックが生じる¹⁾。この両者を組み合わせることにより、地盤に与える影響を軽減させたい。真空圧密の適用はバーチカルドレーンとの併用による。本研究では、まず現場の状況に近い径向排水オエドメーターで室内真空圧・载荷荷重を組み合わせた圧密試験を行い、沈下量、土圧係数の変化を測定する。次に、その比較・検討を行い、真空・载荷組み合わせによる圧密変形特性における真空圧の载荷速度と割合の影響を明らかにする。

表-1 実験ケース

ケース	真空圧 p_{vac} (kPa)	载荷荷重 p_L (kPa)
1	0	80
2	-80	0
3	-80	80(即時)
4	-80	80(10分ごとに10kPa)
5	-80	80(15分ごとに10kPa)
6	-80	80(30分ごとに10kPa)
7	-80	80(30分ごとに20kPa)
8	-80	(真空圧を加えた後、10分ごとに10kPa)

2. 圧密試験の条件 試験は層別圧密試験機を用いて行った。真空圧を加え、試料に作用する水平土圧、過剰間隙水压を測定するものである。試料には有明粘土を用い、直径 60mm、高さ 20mm の供試体寸法とした。試験方法について、攪拌した有明粘土を約 -100kPa で 24 時間脱気し、直径 60mm、高さ 60mm のモールドに流し入れ、両面排水状態で 20kPa の荷重を 24 時間加える。その後モールドを外し、高さ 20mm にカットしたものが同圧密試験の供試体となる。この供試体の中央に直径 8mm のドレーンを模した焼結金属を装着し、これより -80kPa の真空圧を加え、段階的に载荷荷重 (10~80kPa) を加える。このとき、側面の水压 (u_e) および側面の土圧 (全応力) を測定する。実験ケースを表-1 に示す。

3. 実験結果および考察

(1) 沈下量について 図-1 に示すように、沈下量は载荷荷重速度が遅いケース 4 と 6 の方が大きく、载荷荷重速度が速いケース 3 では小さい。真空圧は試料に内向きの側方変位を引き起こす傾向があり、試料と圧密リング間の摩擦抵抗が減少する。かつ、载荷荷重速度が小さい場合、リングと試料間の摩擦抵抗が小さく、後に加えた载荷荷重による沈下量増分が大きくなると考えられる。この傾向は、後述する土圧係数からも確認できる。

(2) 土圧係数 K について 土圧係数の算出には次の式(1)²⁾を用いた。

$$K = \frac{(\sigma'_{h0} + \Delta\sigma'_h)}{(\sigma'_{v0} + \Delta\sigma'_v)} \quad (1)$$

ここで σ'_{h0} : 初期水平有効応力, σ'_{v0} : 初期垂直有効応力,

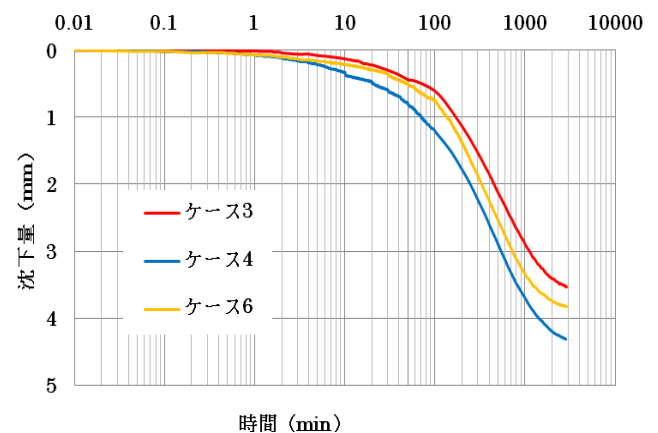


図-1 沈下量の変化

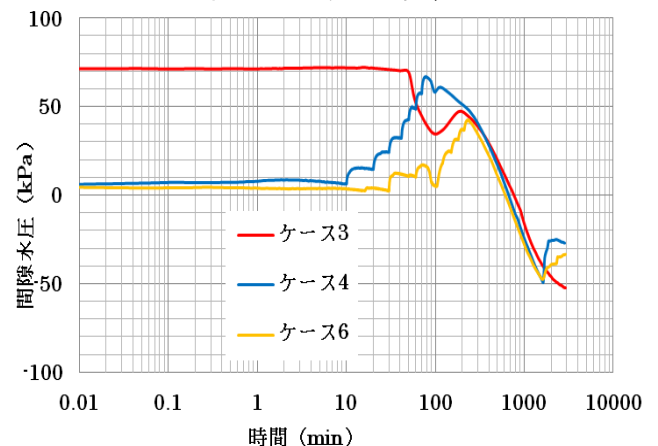


図-2 過剰間隙水压の変化

$\Delta\sigma'_h$: 土圧計位置の水平応力増分, $\Delta\sigma'_v$: 土圧計位置の垂直応力増分である. また, 本研究では径向排水条件下の実験を行っているため, 次の式(2) を用いる.

$$\sigma'_v = \sigma_v - \bar{u}_r = \sigma_v - 0.857u_e \quad (2)$$

段階载荷の K 値の算出には, 载荷荷重の値を载荷時に σ'_v へ代入する. 式(1)に示す土圧係数 (K) は, 試料の側方変位の有無を表す指標となる. 供試体とリングの間に間隙が生じれば, 土圧計の測定値は真空圧 (マイナス) になるため, このマイナス圧力を負のリングからの拘束力と扱うことで K 値はマイナスになる. このとき, 内向きの側方変位が生じていることになる.

1) 载荷荷重 (p_L) の载荷速度が異なるケースでの K 値の比較

図-3 に示すように, 载荷速度を増加させたことに伴い, 圧密過程の K 値は増加した. しかし, K の最終値には速度変化による目立った影響は認められなかった.

正規圧密された有明粘土の K_0 値を $0.5(K_0 = 1 - \sin \phi', \phi' = 30^\circ)$ と仮定²⁾し, これを基準に各ケースを検討すると, ケース 3, 4 では圧密過程において $K > K_0$ となるため, 現場では外向きの側方変位が発生する可能性が高いといえる. ケース 6 では終始 $K < K_0$ となっているため, 外向きの側方変位は発生していないと考えられる. しかし, 最終土圧係数はどのケースも $K < K_0$ となった. 载荷速度を遅くすることで外向きの変位量が小さくなることによるものと考えられる.

2) 载荷開始時の真空圧と载荷荷重の割合の影響

真空圧

-80kPa をかけると同時に, 10kPa, 20kPa, 80kPa の载荷荷重を加えたもの (ケース 3, 6 および 7) の K 値を図-4 に示した. 载荷開始時に真空圧に比べ, 载荷荷重が少ないケースでは K 値がより小さく, 大きな側方変位を与えないと考えられる. 他方, 最終土圧係数はどのケースにも大きな差は認められない. このことから, 初期の組み合わせの割合が圧密過程の地盤の側方変位に大きく影響を及ぼすと考えられる.

4. まとめ 径向排水オedometer条件における径向排水での真空圧と载荷荷重の組合せ圧密試験を行い, 結果の比較・検討により以下のことがわかった;

(1)沈下量は圧密過程 10min~100min の間で K 値が小さいケース 4, 6 の方が大きく, K 値が大きくなるケース 3 は小さくなる傾向がある. これは, 試料とリング間の摩擦力の違いによるものと考えられる;(2)载荷荷重の载荷速度は圧密過程の供試体に作用する土圧係数 (K) に影響を及ぼし, 速度が速いほど K 値が大きい;(3)真空圧に対し初期载荷荷重の割合が小さいほど, 载荷過程の土圧係数 (K) が小さいまま推移する.

参考文献 : 1) Chai, J. -C.etal, ASCE, Vol.131, No.12, pp.1552-1561, 2005. 2) 横山 : オドメーターにおける真空圧・载荷荷重の組み合わせによる粘性土の圧密変形特性, 平成 22 年土木学会西部支部度講演概論集, CD-ROM,pp.497-498 3) Jia.R. : Consolidation behavior of Ariake clay under constant rate of strain,佐賀大学大学院工学系研究科博士論文, pp.24~27, 2010.

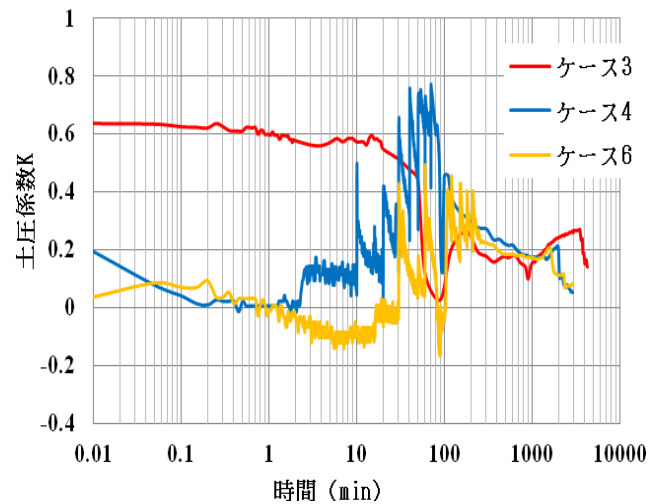


図-3 K 値における载荷速度の影響

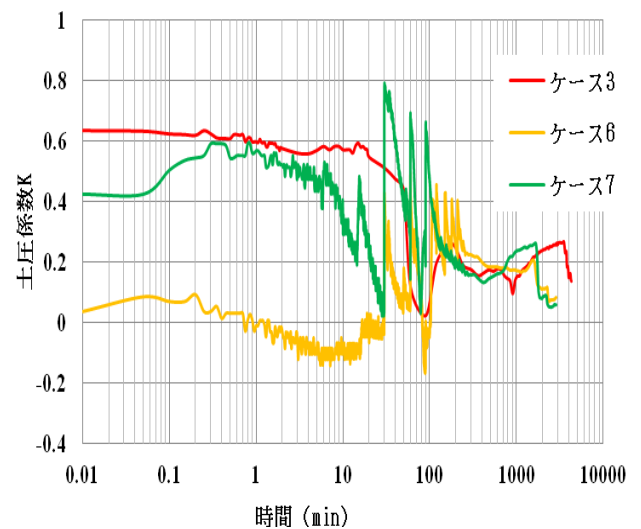


図-4 K 値における初期载荷の割合の影響