

室内モデル装置による真空圧密工法の圧密促進効果の解明

長崎大学工学部 フェロー 棚橋由彦 長崎大学工学部 正会員 蔣 宇静
 長崎大学大学院 学生員 ○三原英正 長崎大学工学部 学生員 川崎崇司

1. はじめに

わが国は国土が狭小で人口が多いため、軟弱地盤上にも重要な構造物を建設せざるを得ない状況にあり、これまで様々な軟弱地盤対策工が発達してきた。その中に、効率性と安全性に優れ、工期短縮や工費削減に有効である真空圧密工法があり、採用されるケースが増加しているが、その原理は未だ十分に解明されていない。本研究は、真空圧密工法による圧密促進効果の解明と実現場の諸量の予測を目指し、昨年度まで室内一軸真空圧密試験装置による試験を行ったが、実現場との整合性が十分に取れていなかったため、今年度は三軸真空圧密試験装置を開発試作し、より精度よく実現場の諸量を予測できるかを検証することを目的とする。

2. 試験装置と方法

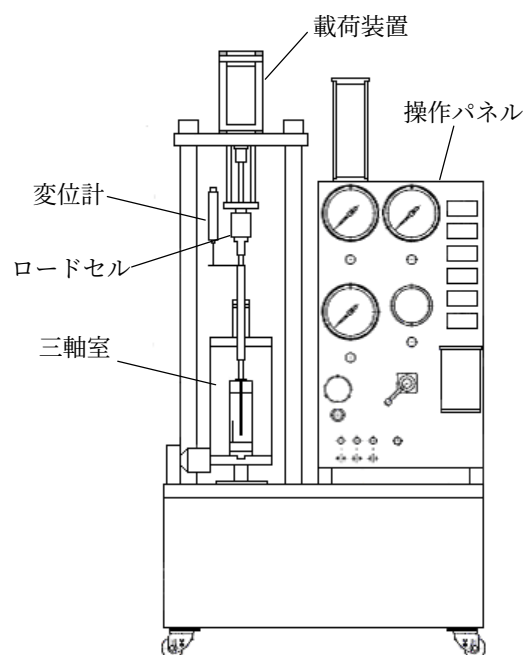
真空圧密工法の原理を模擬した三軸真空圧密試験装置の概要を図-1に示す。供試体中央にドレーン材(引張りピストンリングにキッチンペーパーを巻き作製)、側方に間隙水圧計を設置し、間隙水圧計は十分に脱気した水で飽和した。ドレーン材を介して真空圧を作用させ、排水条件は試料の外周からドレーン材に向かう放射流れのみである。真空圧は、平成15年に佐賀県小城郡で行われた実地盤試験施工のデータと比較するため、試験施工における平均値である -68kPa を作用させた。尚、本試験では実地盤における環境での試験を行うため、真空圧作用前の段階において初期地盤内応力に相当する軸圧と側圧を供試体に負荷した。軸圧は各供試体深度までの各層の単位体積重量に層厚を乗じた値の総和、側圧はこれに静止土圧係数 $K_0 = 0.5$ を乗じた値とした。

3. 供試体

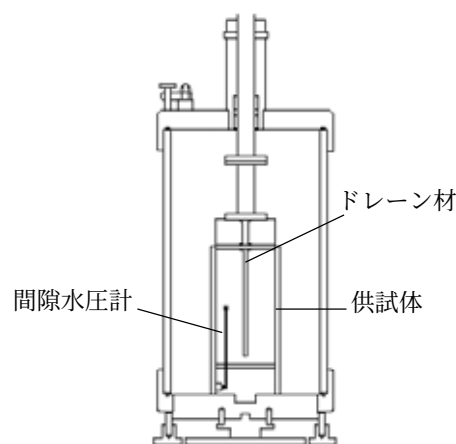
本研究で使用した試料は、平成15年に佐賀県小城郡で行った実地盤試験施工の際に不攪乱で採取した有明粘土を用いた。供試体はシンウォールサンプラーより抜き出した直径7.4cm、高さ15cmの円柱供試体である。本試験に使用した供試体の採取地点から数mはなれた地点の室内土質試験結果を表-1に示す。試料はGL-5m付近に存在する中間砂層より上方を上層、下方を下層と呼ぶ。

表-1 室内土質試験結果

深度 GL-m	含水比 W_n (%)	飽和度 S_r (%)	一軸圧縮強度 q_u (kN/m ²)	粒度組成 (%)				工学的 分類
				礫分	砂分	シルト分	粘土分	
3.00~3.90	136.3	100	26.5	0	9.6	33.7	56.7	シルト
5.00~5.90	透水係数 $k=1 \times 10^{-4}\text{cm/sec}$ の砂層							砂
7.00~7.90	125.7	100	38.5	0	2.5	39.9	57.6	シルト



(a)全体図



(b)三軸室

図-1 三軸真空圧密試験装置概要図

キーワード 真空圧密工法、軟弱地盤、圧力伝播率、段階載荷、限界盛土高

連絡先 〒852-8521 長崎県長崎市文教町 1-14 長崎大学工学部社会開発工学科 TEL095-819-2611

4. 試験結果と考察

4.1 三軸真空圧密試験

本試験では GL-3.0m～-3.9m のものを上層供試体、GL-7.0m～-7.9mのものを下層供試体とし、24 時間真空圧を作用させた。三軸真空圧密試験と昨年度実施された一軸真空圧密試験の結果を実地盤試験施工データと比較した。

図-2 に沈下量の経日変化を示す。三軸真空圧密試験（以後は三軸試験と略称）の沈下量は一軸真空圧密試験（以後一軸試験）に比べ、より実現場の沈下量に近い値となった。しかし、三軸試験の沈下量であっても実現場の沈下量のおよそ半分程度である。このような結果となった原因としては、今回は各層一つの供試体の実験結果を用いて層全体の沈下量を求めたことが考えられる。

図-3 に排水量の経日変化を示す。一軸試験に比べ三軸試験の排水量は、より実現場の排水量に近い値となったが、沈下量と同様で実現場より小さい値となった。これについても沈下量と同様の理由が考えられる。

図-4 に上層の圧力伝播率の経日変化を示す。圧力伝播率とは、 $(\text{間隙水圧} / \text{真空圧}) \times 100 (\%)$ で定義される。一軸試験の圧力伝播率は上層、下層ともに実現場の値との整合性は見られなかったのに対し、三軸試験の圧力伝播率は上層、下層ともに実現場の値との整合性が見られた。これにより、室内三軸真空圧密試験から実現場の間隙水圧を予測することは可能と言える。

4.2 段階载荷試験

本試験は真空圧密工法併用による軟弱地盤への载荷盛土施工を室内模型試験にて模擬し、実現場の限界盛土高を評価した。供試体に真空圧を作用させ、圧力伝播率が 60% に達したら段階载荷荷重 17.7kN/m^2 （盛土高 1.0m 相当）の载荷を行い、それに伴い発生する過剰間隙水圧が消散し再度圧力伝播率が 60% に達したら、さらに段階载荷荷重を载荷する。この操作を繰り返し、破壊に到った時点で試験終了とした。

図-5 に試験結果を示す。経過 4180 分までの間に計 10 回、圧力伝播率が規定値に達し段階载荷を行ったがいずれも破壊には到らなかった。そこで、4630 分に再び規定値に達した際にそれまでの 2.5 倍の 460.1kN/m^2 を载荷したところ数秒で破壊した。これより限界盛土荷重は $177\text{kN/m}^2 \sim 460.1\text{kN/m}^2$ の範囲内にあり、実現場換算で 10m 以上の盛土が可能であることが分かった。

5. おわりに

今回の三軸真空圧密試験によって得られた沈下量、排水量、圧力伝播率の全てが、昨年度の一軸真空圧密試験に比べ、より実現場に近い値となり、これにより三軸真空圧密試験の有用性が実証された。特に間隙水圧に関しては実現場の予測が可能となった。沈下量と排水量についても今後、各層を細かく分けた深度毎の実験を行うことによって更に実現場の値に近づくものと予測される。また、真空圧密併用による段階载荷試験についても今後、試験条件を変えて更に行い、限界盛土高の評価を行っていく。

【参考文献】1) 棚橋由彦、斉藤史哲、蔣 宇静、上原高寛、三原英正：真空圧密工法の室内模型実験と試験施工による圧密促進効果の解明、第 39 回地盤工学研究発表会論文概要集(CD-ROM)、D-05、No.481、pp.961-962、新潟(2004.7)

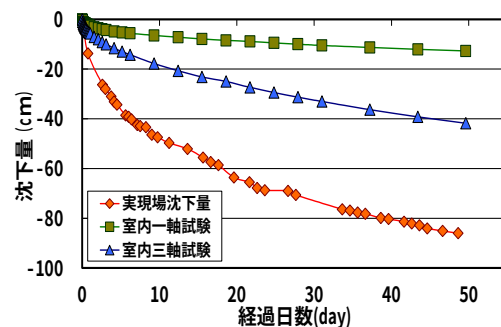


図-2 沈下量

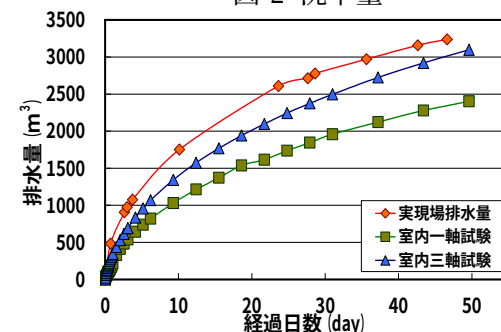


図-3 排水量

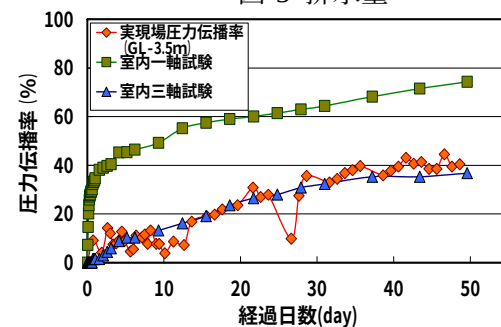


図-4 圧力伝播率(上層)

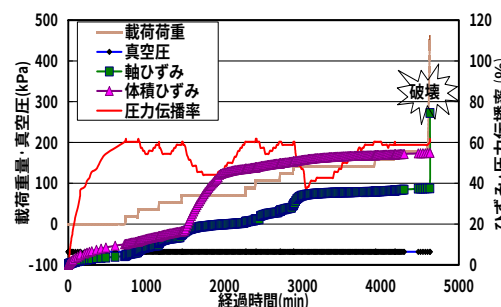


図-5 段階载荷試験