

室内三軸模型装置による真空圧密工法適用地盤の挙動予測

長崎大学工学部 学生会員 ○川畑宏志
長崎大学工学部 フェロー 棚橋由彦

長崎大学大学院 学生会員 三原英正
丸山工業株式会社 正会員 塩野敏昭
長崎大学工学部 正会員 蔣 宇静

1.はじめに

わが国は国土が狭く人口が多いため、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。今日の多くのプロジェクトでは、工費削減や工期短縮の観点などから工期的な制約が課される場合が少なくない一方で、構造物が近接する場合などには周辺地盤に変形を極力生じさない配慮が必要である。このようなことから効率が良く、安全性の高い施工方法が求められており、これらの点を満足させる工法の一つとして真空圧密工法が挙げられる。真空圧密工法とは地表から打設した鉛直ドレーンとその頭部を連結させた水平ドレーン及び有孔集水管（排気・排水パイプ）に対し、地盤の地表面を気密シートで覆い真空ポンプを作動させ、そのドレーンと有孔集水管を通じて強制的に地中の水と空気を排出する軟弱地盤圧密促進工法のことである。盛土による地盤改良に比べると盛土材の搬入や撤去がなく、地盤強度に応じた段階施工も必要ないため、工期短縮、工費削減が図れ、また周辺地盤の変状を軽減出来る。近年軟弱地盤対策工として採用されるケースが全国的に増加しているが、その原理は未だ十分に解明されていない。

そこで本研究では、この真空圧密工法の原理を模擬した室内模型試験（三軸真空圧密試験）を行い、真空圧密による供試体の挙動把握及び、試験施工結果との比較による実現場挙動の予測を行う。また真空圧密盛土併用工法を模擬した段階載荷試験を行い、限界盛土高と真空圧解放後の供試体の挙動を把握することで、真空圧密工法の合理的な設計手法の確立を目指す。

2.試験装置及び実験概要

強制圧密脱土工法の原理を模擬した三軸真空圧密試験（以後三軸試験と略称）装置の概要図を図-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、間隙水圧計の飽和は十分に脱気した水を使用した。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のみである。真空圧は、平成14年に佐賀県小城郡で行われた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 -69kPa を作用させた。なお、本試験では供試体が実地盤に置かれている環境に近い状態での試験を行うため、真空圧作用前において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、それぞれ負荷した。軸変位は外部変位計により計測し、体積変化量は排水量の計測値を用いた。軸ひずみ、体積ひずみについては真空圧負荷前の供試体高さ、体積をそれぞれ基準として算出した。側方ひずみは軸ひずみと体積ひずみとの関係式より間接的に求めた。

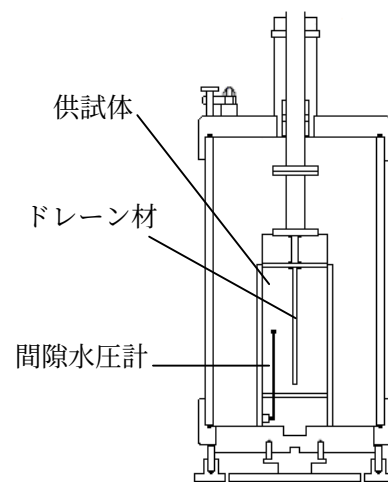


図-1 三軸室概要図

3.供試体の概要

本研究で使用した試料は、2002年に佐賀県小城郡で行った試験施工の際に不攪乱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No.163+16から2m離れたNo.163+18の室内土質試験結果を表-1に示す。

表-1 室内土質試験結果

深度	含水比	飽和度	一軸圧縮強度	粒度組成 (%)				工学的	供試体
GL-m	W_n (%)	S_r (%)	q_u (kN/m ²)	礫分	砂分	シルト分	粘土分	分類	No.
2.00~2.90	147	100	21.1	0	1.5	36.2	62.3	粘土	T-2
3.00~3.90	136	100	26.5	0	9.6	33.7	56.7	シルト	H16実験済
4.00~4.90	107	99.2	28.3	0.2	36.4	26.9	36.5		未使用
5.00~5.90	層厚約1mの砂質シルト層							砂	未使用
6.00~6.90	119	100	45.1	0	5.7	40.8	53.5	シルト	T-6
7.00~7.90	126	100	38.5	0	2.5	39.9	57.6		H16実験済
8.00~8.90	115	100	48.9	0	4.2	37.5	58.3		T-8
9.00~9.90	117	100	44.1	0.1	1.9	35	63	粘土	T-9

4.試験結果と考察

本試験では、GL-6.0m~6.9m、9.0m~9.9m の供試体を用いて、真空圧を 24 時間作用させた。以下に試験結果を実現場に換算したものをを用いて考察を行う。

図-2 に排水量の経時変化を示す。実現場の排水量は、監視盤にて計測された沈下量と、傾斜計により計測された側方変位から改良域の体積変化を算出した。三軸試験の排水量は、全深度を 4 層に分け試験結果から算出した体積ひずみに試験施工区の面積と層厚を乗じて求めた。試験値がやや高い値を示しているが、整合性が見られることから、三軸試験による実現場の排水量の予測が可能と言える。

図-3 に沈下量の経時変化を示す。実現場の沈下量は、算出した地表面の平均沈下量であり、三軸試験の沈下量は全深度を 4 層に分け、試験から算出した軸ひずみに実現場の層厚を乗じて算出した。三軸試験は実現場の地表面の平均沈下量のおよそ半分程度である。このような結果になった原因として、三軸試験を 4 層に分けたことが挙げられる。試験に関して、層をさらに細かく設定し試験を行うことで実現場に近付くと考えられる。

図-4 に間隙水圧の経時変化を示す。実現場は GL-3.5m と GL-8.5m に設置された間隙水圧計の値であり、三軸試験は供試体に挿入した間隙水圧計の値を示している。実現場に変動が見られるのは、真空ポンプの稼働と停止を繰り返しているからである。全体として実現場の傾向をよく捉えることができ、実現場の間隙水圧の予測が可能と言える。

5.おわりに

本試験結果より、排水量と間隙水圧については実現場との整合性が見られ実現場予測が可能と考えられる。今後の課題としては、沈下量について対応箇所を再検討した実現場換算方法を確立することが挙げられる。その後、排水量との関係から側方ひずみを算出し、側方変位の実現場との比較を行う予定である。

【参考文献】 棚橋由彦, 齊藤史哲, 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)

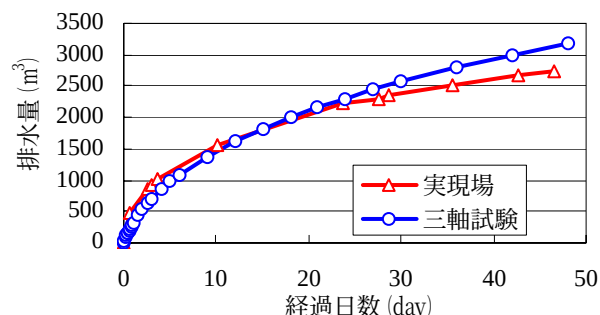


図-2 排水量の経時変化

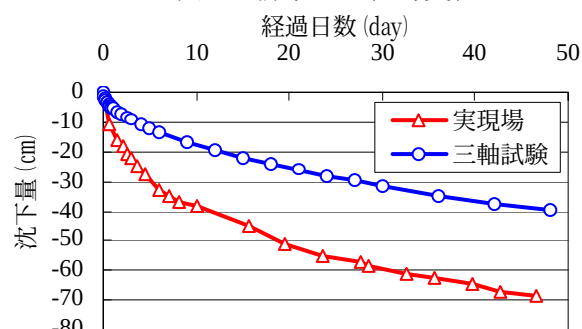


図-3 沈下量の経時変化

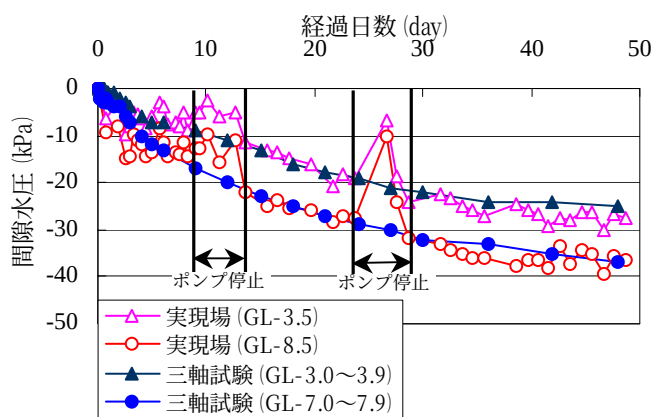


図-4 間隙水圧の経時変化