

室内三軸模型試験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 ○大久保貴史 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 長崎大学工学部 正会員 杉本知史
 長崎大学大学院 学生会員 川畑宏志 丸山工業株式会社 正会員 塩野敏昭

1.はじめに

軟弱地盤の改良の手段として用いられる真空圧密工法は、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、周辺地盤の変状を軽減出来る。さらに、盛土構築時に真空圧密工法を適用することで、急速盛土施工が可能になると考えられている。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、そのメカニズムや定量的な効果は未だ十分に明らかにされていない。

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装置により、真空圧密盛土併用工法を模擬した段階載荷試験を行い、限界盛土高と施工との関係性を明らかにし、現場施工における安定指標を提案することを目的とする。

2.試験装置及び試験概要

真空圧密工法の原理を模擬した試験装置の概要図を図-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する。真空圧は、平成 14 年に佐賀県で行われた試験施工における平均値である-69kPa に設定した¹⁾。

試験方法としては、まず、真空圧作用前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、初期地盤状態を模擬する。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、それぞれ負荷する。次に、供試体に真空圧-69kPa を作用させ、圧密度が設定値に到達する時点で、段階的に荷重を載荷する。以降、供試体が破壊するまで載荷を続ける。なお、供試体が破壊した状態とは、著しく変位量が増加し計測不可能になった状態を指す。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それぞれ真空圧負荷前の供試体の高さと体積を基準として算出した。また、本文中の圧密度は以下の式を用いて定義する。

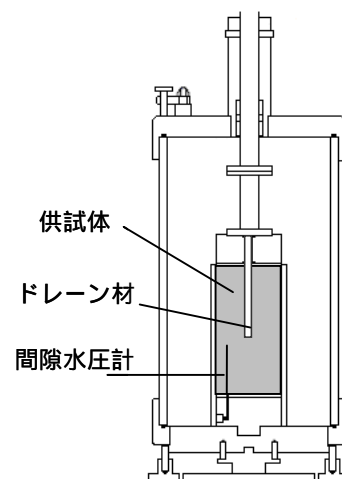


図-1 三軸室概要図

$$\text{圧密度(\%)} = \frac{\text{間隙水圧(kPa)}}{\text{設定真空圧(kPa)}} \times 100 \quad (1)$$

3.試験条件

本研究では、まず平成 15 年に佐賀県旧小城郡で実施された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。

試験ケースを表-1 に示す。使用する供試体は各ケースとも GL-6.0~6.9m の初期地盤内状態を模擬した¹⁾。ここで、CASE1 は真空圧-69kPa を負荷して圧密度が 50%に到達した時点で、段階載荷圧 3.44kPa を 10 分間ごとに載荷する。CASE2、3 は CASE1 に対し載荷圧を変化させたケースである。なお、試験を行うに際し、パロン式により、実現場での 1 日を室内試験では 10 分とした。また、段階載荷圧 3.44kPa は実現場の盛土高 20cm (密度 1.8g/cm³) に相当し、同様に 6.02kPa は盛土高 35cm、8.60kPa は 50 cm に相当する。

4.試験結果と考察

図-2 は、CASE1 の盛土高、軸ひずみ、体積ひずみと載荷時間との関係を示す。一定速度で供試体に載荷を行うと、ある荷重レベルを超えたところで軸ひずみは急激に増加し、供試体が破壊した。また、破壊直前に排水に伴う体積ひずみの増加も確認された。本ケースにおいては、載荷時間 190 分に対し、限界盛土高は 3.8m であった。以前に試験を行った CASE2、3 においてはそれぞれ 110 分 - 3.85m、60 分 - 3.0m であった。

図-3 に不攪乱試料を用いた CASE1～3 の盛土載荷速度と限界盛土高の関係を示す。

図-3 より、CASE1、2 は CASE3' に対し 0.8m 高くなっているのに対し、CASE1 と CASE2 では限界盛土高に差が生じていない。このことから、載荷速度は 35cm/day まで大きくしても 20 cm/day と同等の高さの盛土を行えると考えられる。また、近似曲線により、載荷速度と盛土高の関係は上に凸の曲線を描いていることがわかる。

さらに、表-3 に真空圧開始から設定盛土完了までの日数を示す。盛土高 3.0m までならば載荷速度 50cm/day で行うことが可能で、施工完了までの日数は約 145 日であるという結果になった。しかし、盛土高 0m 地点に着目すると、不攪乱試料では最大で 46 日の差が生じていることがわかる。この大きなばらつきは貝殻などの含有による不攪乱供試体の不均質性が原因であると考えられる。

5.おわりに

本試験結果より、盛土載荷速度と限界盛土高の関係を把握し、真空圧負荷開始から盛土施工完了までの日数を求めた。今後は安定したサンプルの確保のため、攪拌試料により作製した供試体を用いて試験を行い、圧密度と限界盛土高の関係を明らかにする予定である。そして、現場施工における安定指標をより一般的なもの確立する。

【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)
- 2) 真空圧密技術協会: 高真空 N&H 工法-改良型真空圧密工法- 技術資料(2004)

表-1 試験ケースの設定

試験 ケース名	段階載荷 荷重 (kPa)	載荷開始時の 基準	載荷基準
CASE1	3.44	圧密度 80%	10 分間
CASE2	6.02		
CASE3	8.6		

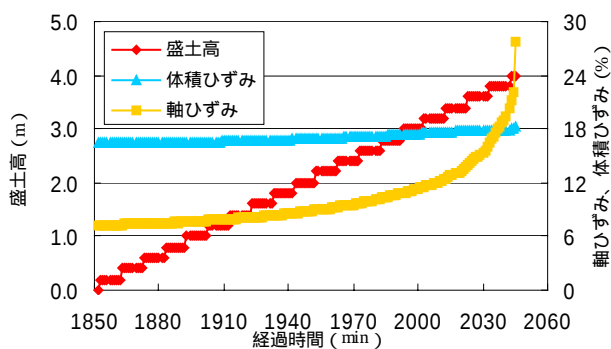


図-2 不攪乱試料の CASE1 における試験結果

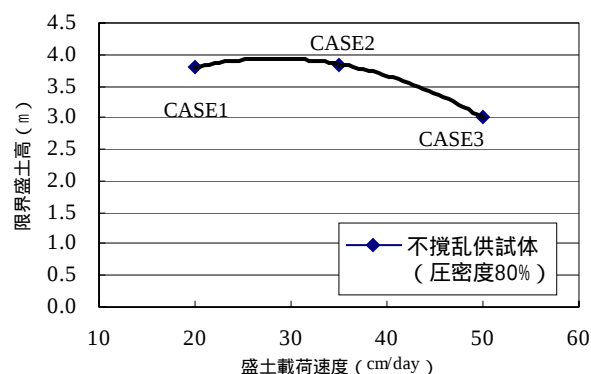


図-3 載荷速度による盛土高の影響

表-2 圧密度 80%による盛土完了日数

試験 ケース名	段階載荷荷 重 (kPa)	設定盛土完了までの日数 (日)								
		0m	0.5m	1.0m	1.5m	2.0m	2.5m	3.0m	3.5m	3.8m
CASE1	3.44	185	187	190	192	195	197	200	202	
CASE2	6.02	157	158	159	161	163	164	165	167	204
CASE3	8.6	139	140	141	142	143	144	145		168