

室内模型実験による真空載荷盛土工法の挙動把握

長崎大学工学部 学生会員 ○長崎健吾
長崎大学大学院 フェロー会員 棚橋 由彦

長崎大学大学院 学生会員 岩永 健二
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

1. はじめに

我が国では、国土の地理的制約のため軟弱地盤上に構造物を建設する機会が多い。軟弱地盤対策技術が発達する中、近年では工期短縮、工費削減が社会的に要求され、技術の向上および新たな技術の開発が求められている。これらを満たす工法の一つとして、盛土施工と真空圧密施工を併用させた工法が注目されている。しかし、真空圧密による軟弱地盤の変形メカニズムや定量的な地盤改良効果は未だ解明できておらず、合理的な設計手法も確立されていない現状にある。

そこで本研究では、合理的設計手法の確立に資するため、盛土施工と真空圧密施工を模擬した室内三軸模型実験を実施することで真空圧を負荷させた期間が地盤挙動に及ぼす影響を把握することを目的とする。

2. 室内三軸模型実験

2.1 実験装置概要

本研究では、真空圧を負荷させることを真空載荷とし、真空載荷と盛土施工を併用させた工法を真空載荷盛土工法と定義する。真空載荷盛土工法の原理を模擬した三軸真空圧密実験装置の概要を図-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成）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、現在実現場で用いられている-80kPaを作用させた。

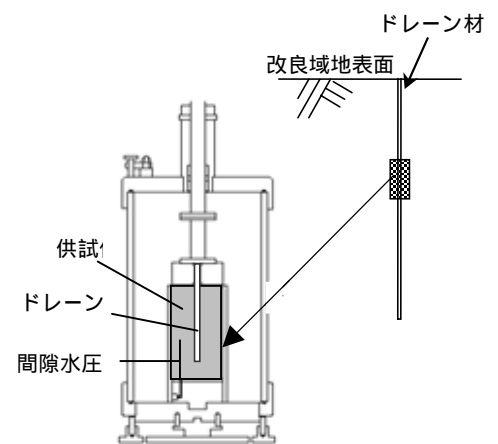


図-1 三軸室概要図

2.2 供試体作製方法

本研究では攪乱試料を予圧密することで、供試体を作製した。供試体の作製方法は、佐賀県で採取した有明粘土を粗粒分除去後、滑らかな状態になるまで攪拌したものに、設定深度（6m）相当の有効土被り圧を負荷し、両面排水の条件で予圧密させた。予圧密完了後、直径7.5cm、高さ15cmの円柱供試体に成型した。なお、予圧密後の含水比はおよそ95%である。

2.3 三軸真空圧密実験概要

本実験では、供試体が実地盤に置かれている環境に近い状態で実験を行うために、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。軸変位は各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て計算した。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。

2.4 実験ケースの設定

実験ケースを表-1に示す。本研究では真空載荷期間に着目してケースを設定した。室内実験における10分間は、バロンの式により算出した実現場での1日に相当する時間である。最も基本的なケースであるF0-0は、盛土を模擬した段階載荷（盛土速度3.44kPa/10分）を破壊が起こるまで行う。これは実現場において、盛土速度20cm/dayを模擬している。これに対し、その他のケースは盛土載荷中に真空載荷を同時に行う。V0-0・V40-0は盛土を模擬した

キーワード 真空圧密 真空載荷盛土工法 軟弱地盤

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 TEL:095-819-2618

段階載荷を破壊が起こるまで行う。V20-0・V20-40 については盛土を模擬した段階載荷を 100 分間に設定する。これは実現場において、盛土速度 20cm/day、設定盛土高 2.0m を模擬している。実験ケース名の数値は、盛土前後の真空載荷期間(実現場換算した日数)を表わしている。なお、以下の実験結果と考察では実現場スケールに換算した値を用いる。

3. 実験結果と考察

3.1 軸ひずみの推移

図 - 2 に三軸真空圧密実験全過程における軸ひずみの経時変化を示す。図での経過時間の負値は段階載荷前に行った真空載荷期間を表している。

F0-0・V0-0・V40-0 ではそれぞれ盛土開始 7 日、10 日、16 日後に軸ひずみが急激に変化し、破壊している。このときの盛土高はそれぞれおよそ 1.4m、1.9m、3.2m である。このことより、段階載荷中および段階載荷前における真空載荷が強度増加に大きく関わっていると言える。これに対して、V20-0 と V20-40 では破壊されることなく設定盛土高である 2.0m の盛土が可能であった。V20-0 の場合、段階載荷後は軸ひずみに急激な変化はないものの破壊が起こるとされる軸ひずみが発生している。これは、真空載荷により抑制されていた段階載荷に伴う軸ひずみが真空載荷解除により発生したためと考えられる。これに対して、段階載荷後にも真空載荷期間を設けた V20-40 では、段階載荷後の軸ひずみはゆるやかになり、真空載荷を解除した時点でほぼ一定の値となる。これは段階載荷に伴う軸ひずみが真空載荷により抑制されたと考えられる。その後も変化はなく破壊には至らなかった。このことから段階載荷後の真空載荷も強度増加に大きく寄与していると言える。

3.2 軸ひずみと側方ひずみの関係について

図 - 3 に軸ひずみと側方ひずみの関係を示す。段階載荷前に長い真空載荷期間を設けると側方収縮が大きい値をなることがわかる。V20-0 と V20-40 から段階載荷により側方収縮から側方膨張へと移行していることがわかる。さらに、V20-40 は、段階載荷後の真空載荷により側方膨張から側方収縮へと移行している。これらのことから、段階載荷と真空載荷期間をコントロールすることで、周辺地盤への影響を軽減することができると考えられる。

4. おわりに

本研究より、盛土中および盛土前に真空載荷期間を長く設けることでより高い盛土が可能であることがわかった。また、段階載荷後に真空載荷を解除することで側方膨張が見られたので、盛土の安定のためには盛土後に、十分な真空載荷期間を設けた方が良いと言える。さらに、段階載荷前後の真空載荷に伴う側方収縮と段階載荷に伴う側方膨張を組み合わせることで、側方ひずみを抑制し周辺地盤への影響をより軽減できることを明らかにした。

【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 実験ケース

case	真空載荷期間(分)			合計真空圧 載荷期間(分)
	盛土前	盛土中	盛土後	
F0-0	0	0	0	0
V0-0	0	100	0	100
V40-0	400	160	0	560
V20-0	200	100	0	300
V20-40	200	100	400	700

case の F は Filling(盛土)、

V は vacuum consolidation method (真空圧密工法) の略称

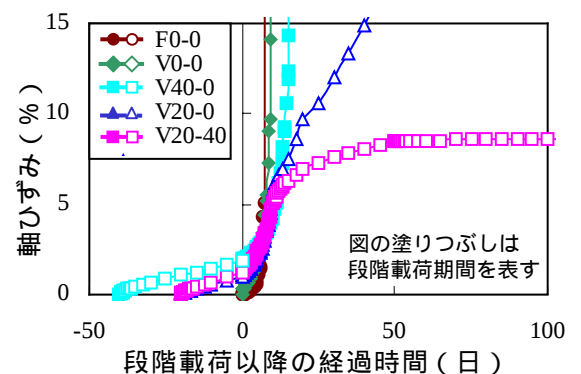


図 - 2 軸ひずみの経時変化

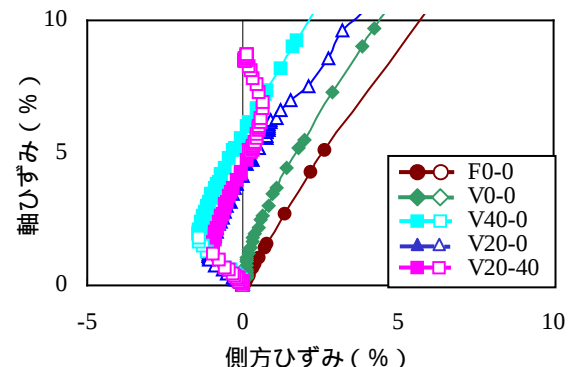


図 - 3 軸ひずみと側方ひずみの関係