

発展途上国での適用を念頭においた簡易的な地盤改良の手法に関する研究

長崎大学工学部 学生会員 ○川原 健太 長崎大学大学院 正会員 大嶺 聖
長崎大学大学院 フェロー会員 蔣 宇静 正会員 杉本 知史 李 博 非会員 ミントウ

1. はじめに

発展途上国の地盤は、アスファルト舗装率の高い主要都市間道路を除き、浸水などに対して極めて脆弱であり、特定の地域では地盤が軟弱で、農作物の運搬ができなかったり、サイクロンや大雨などの災害による被害が大きくなっているのが現状である。日本などの先進国の地盤改良技術は現状としてセメントなどの固化材を用いるものが中心であり、大型の機械を使用するものや技術的な難易度が高いものも少なくない。発展途上国にはセメントや大型の機械などが容易に入手できない国が数多く存在するため、これらを必要とせず、できる限り低コストかつ技術的に難易度の高くない方法での地盤改良技術の開発が求められている。本研究では、比較的交通荷重の小さな道路の地盤改良の手法として、セメントなどの固化材を使わずに粘土を固化させる方法、ならびに軟弱地盤改良技術としての適用性を検討することを目的とする。

2. 試験概要

今回の研究では、現地で確保できると想定される地盤材料に似た性質を持つ有明粘土を、盛土や路盤材として適している材料としてまさ土、まさ土と有明粘土の間くらい材料として第三種建設発生土に相当する土を使用する。使用する有明粘土の物性値を表-1に示す。セメントを使用せずに粘土を固化する方法として、天日干しなどもあるが、天日干しは時間を要するため、今回は小型のバキュームによる真空圧密を行い、含水比を減少させることで固化させる。セメントを使用する時ほどの強度が期待できないことが予想されるため、土のうに詰めることも併せて検討する。土のう詰めした土の交通荷重などに対する強さを測定するために載荷試験を行う。

図-1に実験の状況を示す。供試体は有明粘土の表面より空気が入らないよう紙などで覆い、さらに袋に包み、縛ることで外から空気などが流入しないようにして作製した。図-1の中央にあるバキューム装置により真空圧密を行い、粘土から排出する水をポンプから吸い出すことで粘土をどの程度固化できるかを検討する。今回の供試体は 3,500g の粘土を用い、0.07MPa で 48 時間圧密を行うものとする。

図-2に載荷試験の状況を示す。盛土や路盤材として適している材料としてまさ土、真空圧密後の粘土、まさ土と粘土の間くらいの材料として第三種建設発生土に相当する土をそれぞれ 200×200mm 四方に整形し、厚さを 80mm の供試体を作製した。それぞれの供試体を、土のう袋がある場合とない場合で比較を行うために、土のう袋に詰めた状態と詰めてない状態の二つの状態で載荷試験を行う。図-2には、土のう袋に詰めていない状態の粘土の載荷の様子を示す。圧縮速度は 1 分間で厚さの 1% となる 0.8mm/min とする。



図-1 バキュームによる粘土の真空圧密試験機



図-2 載荷試験機

表-1 土の物性値

物性試験項目		有明粘土
土粒子の密度(g/cm ³)		2.62
自然含水比(%)		192.7
粒度組成	砂(%)	19
	シルト(%)	16
	粘土(%)	65
液性限界(%)		184.0
塑性限界(%)		56.30

3. 実験の結果と考察

バキュームで圧密する前の粘土の自然含水比は表-1 で示すように 192.7%であったが、圧密後の粘土の含水比は 138.2%と約 50%減少させる結果となった。この結果から、バキュームの真空圧密により粘土に含まれる水分を吸い出すことができ、粘土を固化することに一定の効果があることが分かる。

土のうの効果がどれほどかを確認するために、同じ材料を用いて土のう袋に包んだ場合と包んでいない場合の荷重強さを測定する。今回は真空圧密後の粘土を試料として使用した。図-3 に土のう袋に真空圧密後の粘土を詰めた場合と詰めていない場合の載荷試験の結果を示す。土のう袋がない場合はある場合と比較して傾きが緩やかであることが分かる。これより、土のう袋があることで袋に張力が働き、強度が増加すると考えられる。

次に同じ有明粘土を一週間天日干ししたものを比較対象として用意する。一週間の天日干しにより、含水比は 192.7%から 132.1%と約 60%減少した。天日干ししたものと真空圧密後の粘土を土のう袋に包んで載荷試験を行った。図-4 にその結果を示す。図-4 に示す通り、48 時間真空圧密した粘土と一週間天日干しした粘土ではほぼ同じ程度の強さとなった。この結果より、この程度の強さまでなら真空圧密の方が時間を短縮して固化させることができるといえるが、天日干しの場合は、日数を長くすることでさらに含水比が減少することが期待できるため、天日干しをより長い期間できる場合、より強い結果を得ることができると考えられる。

次に、真空圧密後の粘土、まさ土、第三種建設発生土に相当する土の異なる試料で載荷試験を行い比較した。その結果を図-5 に示す。試験結果は強い方から順に、まさ土、第三種建設発生土に相当する土、真空圧密後の粘土となった。これは、含水比が小さい順となっている。このことより、バキュームによりさらに圧密し、含水比を下げるのが可能ならば、粘土の強さを増大させることができると考えられる。粘土は一番強さのあるまさ土だけでなく、第三種建設発生土に相当する土と比較しても約 3 倍の差があるため、今回の実験結果だけでは土のうに入れて粘土を使うことが可能だとは言いきれないが、バキュームによる真空圧密と天日干しを組み合わせる方法や粘土と砂を混ぜるなどの方法によりさらに含水比を下げることで、費やす時間を短縮でき、土のうでの利用が実現できると考えられる。

4. おわりに

今回の実験結果より、バキュームにより粘土を固化させるという点に関しては満足する結果は得られなかったが、バキュームによる真空圧密によって粘土を固化させる効果があることが分かった。本研究で使ったバキュームによる真空圧密試験機よりも、より大きな力で圧密が可能な試験機を使うことができれば、より大きな強さを得る結果になることが推測でき、天日干しなどの他の方法と組み合わせることでより実用的な結果を得ることが見込まれる。

[参考文献]

- 1) 地盤工学会 軽量土工法編集委員会：地盤工学・実務シリーズ 22 軽量土工法，2005。
- 2) 土木研究センター：建設発生土利用技術マニュアル(第 2 版)，1997。

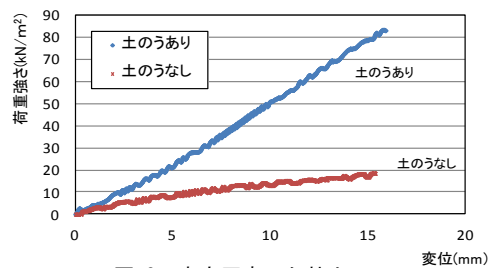


図-3 真空圧密した粘土の荷重強さと変位の関係

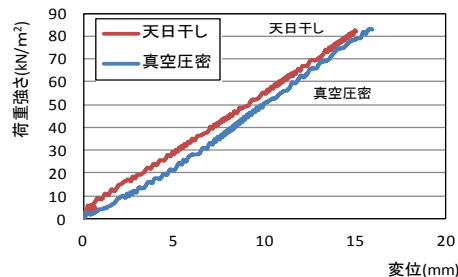


図-4 天日干しまたは真空圧密した後の粘土の荷重強さと変位の関係(土のうあり)

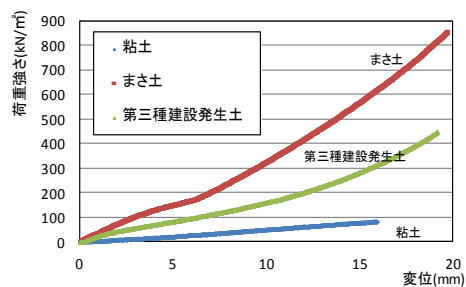


図-5 各地盤材料の荷重強さと変位の関係(土のうあり)