

遠心模型によるサンドイッチ補強盛土の排水補強効果の実験的評価

長崎大学工学部 学生会員○玉野 智世 長崎大学工学部 フェロー会員 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

1. 研究の背景と目的

近年、建設工事で発生する膨大な建設発生土の処分用地の逼迫は年々深刻な問題となっている。そのため、社会的要請として低品質土の再資源化や有効利用促進が求められ、従来盛土材として用いられることの無かった高含水比火山灰質粘性土でさえ、盛土材として使用する必要に迫られている。そこで、せん断強度の増加及び十分な排水効果により長期的安定が得られるサンドイッチ工法の砂層中に補強材を併用することで、低品質土でも長期的に安定な高盛土・急勾配の盛土の築造が可能であると考えられる。本研究では黒ボク土を盛土材に用い、無補強盛土、補強盛土、サンドイッチ補強盛土の遠心力载荷模型実験を行い、荷重载荷による変形挙動や土圧の変化の比較検討によりサンドイッチ補強盛土の補強効果を把握することを目的としている。

2. 盛土材に用いた材料について

本研究では、盛土材に熊本県の阿蘇地方で採取した黒ボク土を使用した。工学的性質を表-1に示す。なお、盛土中の排水層の役割を果たす砂層には豊浦標準砂を使用し、これら試料は2mmふるいで粒度を調整したものを用いた。

3. 遠心力载荷模型実験の概要

盛土内地盤応力は土の自重によるものが支配的であり、土の強度や変形特性は応力レベルに大きく依存する。したがって、自重応力のごく小さい縮尺模型を用いる場合、重力場の実構造物の変形や破壊挙動を定量的に把握することは困難である。しかし、遠心力载荷模型実験は実物の縮尺の1/nの模型を重力加速度のn倍遠心加速度場において実物と同様の挙動を発生させることが期待できる。

4. 実験ケース

本研究では以下のケースについて実験を実施した。

ケース N：粘性土のみの無補強

ケース G：ジオグリッド模型補強材(ネトロン Z-28-200)を敷設

ケース SG3：砂層厚3cmのサンドイッチ工法に補強材を敷設

ケース SG1：砂層厚1cmのサンドイッチ工法に補強材を敷設

以上計4ケースに、フーチング载荷装置を用いて盛土天端全体に荷重を载荷し実験を行った。

盛土の形状・寸法、ジオグリッドの敷設位置を図-3に示す。

なお、遠心加速度を40G(盛土高8.0m相当)で固定し、フーチングを0.3mm/sの速度で貫入した。

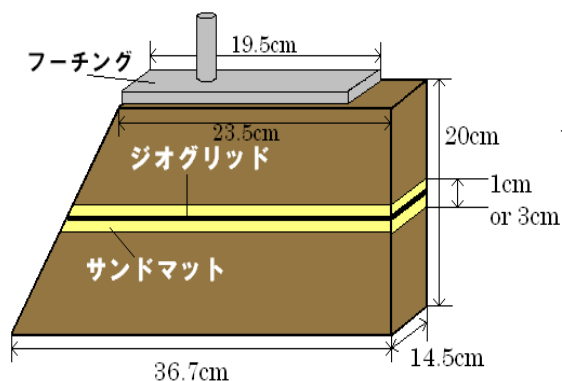


図-2 盛土形状と寸法

表-1 土質試験結果

黒ボク土		
自然含水比	w_l (%)	115
土粒子の密度	ρ_s (g/cm ³)	2.4
液性限界	w_L (%)	177
塑性限界	w_P (%)	113
最大乾燥密度	ρ_{dmax} (g/cm ³)	0.66
最適含水比	w_{opt} (%)	44.8
透水係数	k_{15} (cm/s)	3.38×10^{-6}
黒ボク土 (盛土作成時)		
含水比	w (%)	110
飽和度	S_r (%)	100



図-1 遠心力载荷模型実験装置

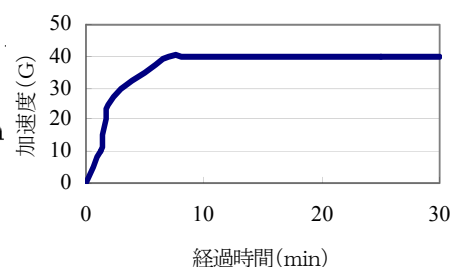


図-3 遠心加速度の経時変化

5. 実験の結果と考察

以下に示す実験結果は、すべて実物大スケールとする。

5.1 荷重強度と天端沈下量の関係

荷重強度—天端沈下量曲線を図-4に示す。まず、ケース N は荷重強度に対する天端沈下量が SG3 に次いで大きい。また、他の 3 ケースとは異なり、荷重強度 30kPa を超えると急激な沈下を示す挙動をしているのが特徴である。これは、盛土に大きなせん断変形が生じたと推測できる。次にケース G、ケース SG1 をケース N と比較すると、天端沈下量が明らかに抑制されていることがわかる。ケース G と比較するとケース SG1、特に SG3 の荷重強度に対する天端沈下量が多い。しかし、ケース N のような急激な沈下挙動はなく、さらに荷重強度を増すと推測できる。

5.2 のり面の変位

各ケースののり面変形挙動の比較を図-5に示す。ケース N はのり面上部が大きくはらみ出し、大きく垂直変位しているのが見てとれる。ケース G、ケース SG1 は、のり面下部がはらみ出し、ほぼ同様ののり面挙動をとっている。ケース SG3 はのり面変形が小さく、粘性土層のみがわずかにはらんでいるのが見てとれる。

天端から 6cm ののり面近傍点の水平変位、鉛直変位の比較を図-6に示す。まず水平変位に着目する。ケース N と比較すると、ケース G、ケース SG1 は 33%、ケース SG3 は 44% 水平変位が抑制されている。ケース SG3 は水平変位抑制効果が最大であり、これは補強材を砂層に挟むことでインターロッキング効果が有効に作用したと考えられる。ケース SG1 は同じサンドイッチ補強盛土だがケース G と同程度である。これは砂層厚を 1 cm と過度に薄く設定したため SG3 のようなインターロッキング効果が作用していないと考えられる。次に鉛直変位に着目するとケース N が最大、ケース G が最小、ケース SG3、ケース SG1 は同程度でケース N よりやや小さいことがみてとれる。ケース N が最大であるが、これは図-5 から予測される大きなせん断変形が生じたことに起因すると考えられる。

これに補強材を敷設したケース G は比較的小さなせん断変形に収まったことが明らかに表れている。ケース SG3、ケース SG1 は N よりやや小さい同程度の鉛直変位を生じているが、これは図-5 より大きなせん断変形に起因するものではなく、排水層(砂層)を設けたことにより粘性土層の圧密が促進されたと考えられる。

6. おわりに

本研究では、砂層、補強材を用いた粘性土補強盛土の圧密・排水、引張り補強両効果を確認することができた。また、高価である砂のコスト削減を目指しサンドイッチ補強盛土の砂層厚を 2 ケース設けたが、5.2 で述べたように砂層厚を過度に薄く設定したため粘性土層に対して引張り抵抗が発揮されない結果となった。今後、サンドイッチ補強盛土の砂層厚を数ケース設けて実験を行い、砂層厚と変位・荷重との関係性を明らかにしていきたい。さらに、地盤内応力や、圧密による含水比の変化について測定を行い、引張り補強効果、圧密・排水促進効果について更なる見解を深めたい。

【参考文献】

井町宜央・棚橋由彦・蔣宇静・杉本知史・辻 賢時：サンドイッチ補強盛土の補強効果に関する遠心模型実験による評価，平成 18 年度土木学会西部支部研究発表会講演概要集，pp.475-476，2007.

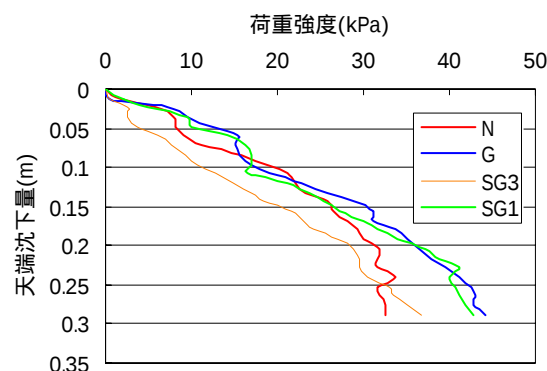


図-4 荷重強度—天端沈下量曲線

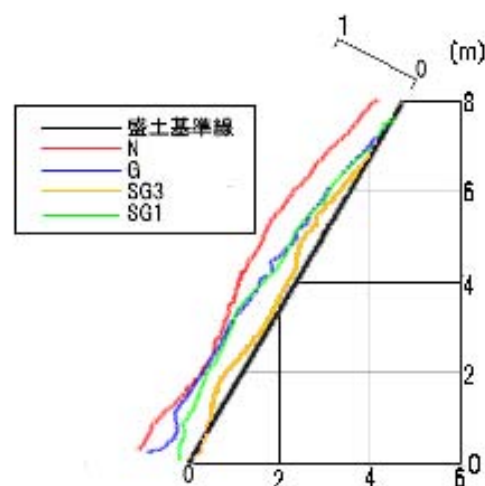


図-5 のり面変形挙動図

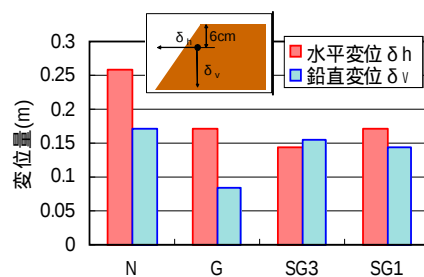


図-6 のり面近傍の変位の比較