

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 長崎大学大学院 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. はじめに

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した状況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盛土材等への有効利用促進が求められている。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、高含水比火山灰質粘性土でも長期的に安定な高盛土・急勾配の盛土の構築が可能であると考えられる。本研究では九州中部に分布する黒ぼくを盛土材に用いることを想定し、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排水・補強効果を把握することを目的としている。

2. 遠心力载荷模型実験

2.1 実験概要

盛土内地盤応力は土の自重によるものが支配的であり、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。そこで、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 倍の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。

2.2 使用材料

本研究では、盛土材に熊本県の阿蘇地方で採取した黒ぼくを使用した。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 フーチング 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。

2.3 実験ケース

- 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 3 cm のサンドイッチ工法に補強材を敷設
- ケース SG1：砂層厚 1 cm のサンドイッチ工法に補強材を敷設

本研究では以上の 4 ケースについて遠心力载荷とともにフーチングによる天端载荷をし、実験を実施した。盛土の形状・寸法を図-2 に、含水比計測箇所及び土圧計設置箇所を図-3 に示す。なお、遠心加速度を 40 G (盛土高 8.0m 相当)で固定し、フーチングを 0.05 mm/s の速度で貫入した。

3. 実験結果と考察

以下に示す実験結果は、すべて実物大スケールとする。なお、ケース G に関して実験は滞りなく行えたが、装置の設定により荷重データのみ 14.8kPa 以降欠損している。

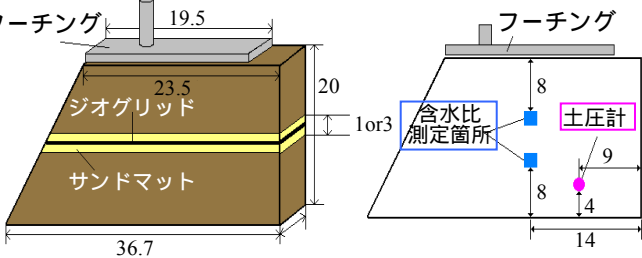
3.1 荷重強度と天端沈下量の関係

各ケースの天端沈下量の比較を図-4 に示す。ケース N は荷重強度 30kPa 付近で急激な沈下を示す挙動をしてい

キーワード 遠心力载荷模型実験、黒ぼく、サンドイッチ補強盛土
連絡先 〒852-8136 長崎市文教町 1 番 14 号 長崎大学 工学部社会開発工学科 TEL 095-819-2618

表-1 土質試験結果

黒ぼく		
自然含水比	w_l (%)	115
土粒子の密	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	$\rho_{d\max}$ (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^{-5}
黒ぼく (盛土作成時)		
含水比	w (%)	100
飽和度	S_r (%)	100



(単位: cm)

(単位: cm)

図-2 盛土形状と寸法 図-3 各計測・設置箇所

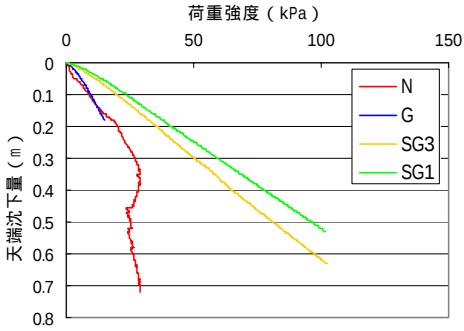


図-4 荷重強度—天端沈下量曲線

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。ケース SG3、SG1 をケース N、G と比較すると傾きははるかに小さいことから、砂層による沈下抑制効果が認められた。

3.2 荷重強度と土圧の関係

図-5 に荷重強度—土圧曲線を示す。各ケースを比較すると、ケース N、G、次いでケース SG3、SG1 の順に天端載荷荷重に対する下層土圧が小さいと言える。これは、ケース N は載荷荷重がダイレクトに下層に作用することに対し、ケース G は載荷荷重が補強材によって分散されるので土圧の増加が小さくなったと推測できる。ケース SG3、SG1 は網目状の補強材のみよりさらに砂という異素材の層を設けたことで分散効果が高まったと考えられる。

3.3 含水比に基づいた圧密促進効果の比較

図-3 に示した含水比測定箇所における実験後の平均含水比を図-6 に示す。初期含水比に対するそれぞれの含水比低下率はケース N が 2.75%、ケース G が 2.95%、ケース SG3 が 5.9%、ケース SG1 が 5.25% となり、ケース N、G とケース SG3、SG1 とで約 3 %の差がみられ、これは砂層を挟むことによる粘性土の圧密および排水効果が発揮されたと考えられる。また、ケース SG1 はケース SG3 の 3 分の 1 の砂層厚にも関わらず同程度の含水比の低下が見られ、同等の効果が確認できた。

3.4 のり面の変位・変形

各ケースののり面変形挙動の比較を図-7 に示す。大きくはらみ出たケース N に対し、他 3 ケースは粘性土層を補強材がせん断抵抗によって抑制したのり面形状をとっている。天端から 2.4m ののり面近傍点の水平・鉛直変位量の比較を図-8 に示す。水平変位に着目する。ケース N と比較すると、ケース G は 63%、ケース SG3 は 75%、ケース SG1 は 81% 変位が抑制されている。これは補強材を敷設した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。また、粒度の大きい砂層を設けることで効果がさらに高まったことがわかる。次に鉛直変位に着目する。ケース N と比較すると、ケース G は 15%、ケース SG3 は 30%、ケース SG1 は 30% 変位が抑制されている。ケース N、G は前項 3.1 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。ケース SG3、SG1 は大きなせん断変形に起因するものではなく、前述の通り排水層を設けたことにより粘性土層の圧密が促進されたためと考えられる。

4. 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、補強両効果を確認することができた。また、サンドイッチ補強盛土の砂層厚を 2 ケース設けたが、砂層厚を薄くしても同等の結果・効果を得ることができた。よって、実現場においてサンドイッチ補強盛土を築造する際、高価である砂質土量削減への有用性を明らかにした。

【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。

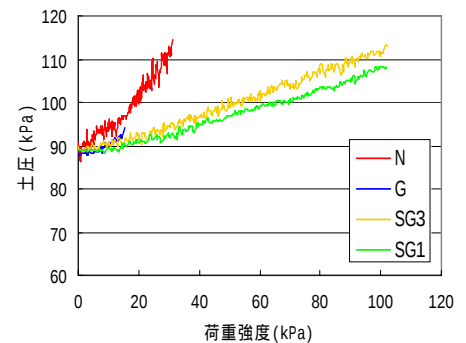


図-5 荷重強度—土圧曲線

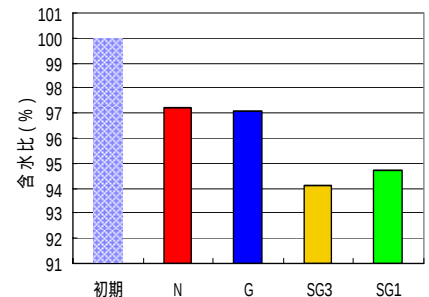


図-6 含水比の変化

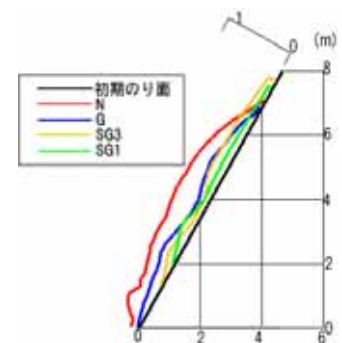


図-7 のり面変形の比較

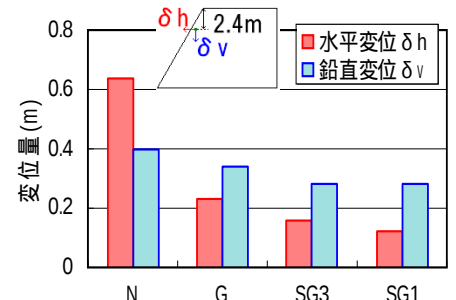


図-8 のり面近傍点の変位量の比較