

サンドイッチ補強盛土の補強効果に関する遠心模型による実験的評価

長崎大学工学部 学生員○中村 豪
長崎大学工学部 正会員 蔣 宇静
長崎大学大学院 学生員 河東 立

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 杉本知史
長崎大学大学院 学生員 辻 賢時

1. 研究の背景と目的

近年、建設発生土の増加に伴い社会的要請として低品質土の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関東ロームのような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。せん断強度の付与及び排水機能を有するサンドイッチ工法に補強材を併用することにより、低品質土でも高盛土の築造が可能となることが期待される。そこで本研究では、盛土材に関東ロームを用いて無補強盛土と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する。

2. 遠心力载荷模型実験概要

盛土内応力は、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 倍遠心加速度場に置いて、実物と同じ挙動を生じさせることが期待できる。

本研究では、模型盛土に使用する試料は 2mm ふるいで粒度調整した関東ローム及びまさ土を使用した。その工学的性質を表-1 に示す。無補強盛土の崩壊の様子や、盛土内応力の比較を行うため、無補強のケース(以下 N)、ジオグリッド模型補強材(ネトロン Z-28-200)敷設のケース(以下 G)、サンドイッチ工法にジオグリッド模型補強材を敷設したケース(以下 SG)の計 3 ケースに、フーチング载荷装置を用いて盛土天端幅全体に荷重を载荷し実験を行った。盛土の形状・寸法、ジオグリッドの位置を図-1 に示す。なお、変位ベクトル図を出力するための標点、土圧計の配置はそれぞれ図-2、図-3 に示す。

表-1 土質試験結果

関東ローム		
土粒子の密度	ρ_s (g/cm ³)	2.59
自然含水比	w_l (%)	94.7
液性限界	w_L (%)	138.0
塑性限界	w_p (%)	91.1
最大乾燥密度	$\rho_{d\max}$ (g/cm ³)	0.81
最適含水比	w_{opt} (%)	45.2
関東ローム (盛土作成時)		
含水比	w (%)	90.0
飽和度	S_r (%)	85.0
湿潤密度	ρ_t (g/cm ³)	1.316
乾燥密度	ρ_d (g/cm ³)	0.693
まさ土 (盛土作成時)		
含水比	w (%)	12.0
湿潤密度	ρ_t (g/cm ³)	1.987

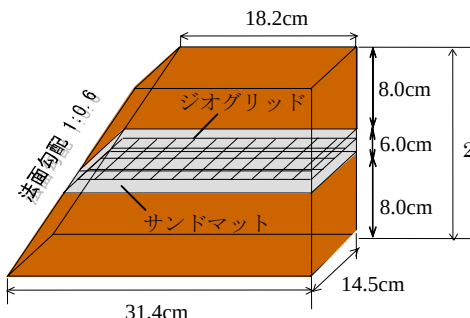


図-1 盛土の形状・寸法

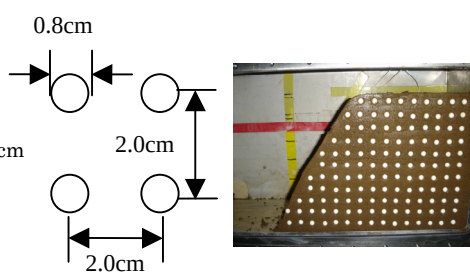


図-2 標点の配置

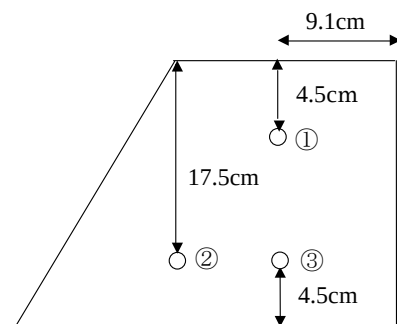


図-3 土圧計の配置

3. 実験結果と考察

すべての実験で図-4 のように遠心加速度を 40G(盛土高 8.8m 相当)で固定させ、フーチングを 0.05mm/s の速度で载荷した。各ケースの実験値と FEM 解析による解析値を図-5 に、フーチング荷重载荷時の土圧増分 ΔP を荷重強度 Q で除した値を表-2 に、荷重強度-沈下量曲線を図-6 に、各ケースの変位ベクトル分布を図-7 に示す。

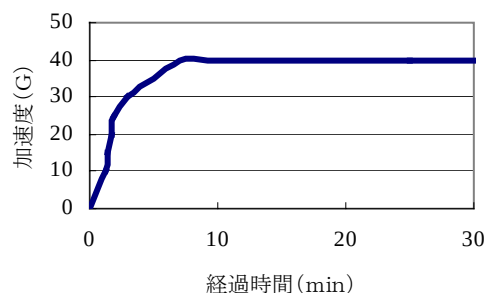
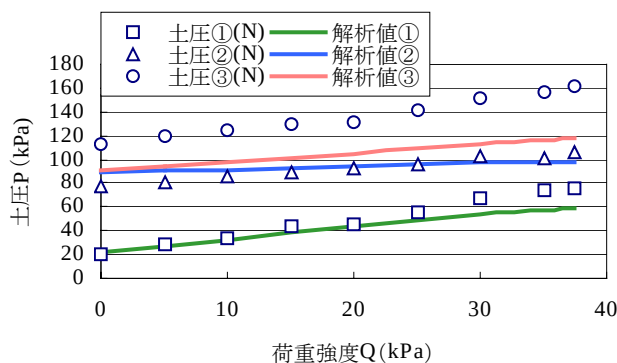
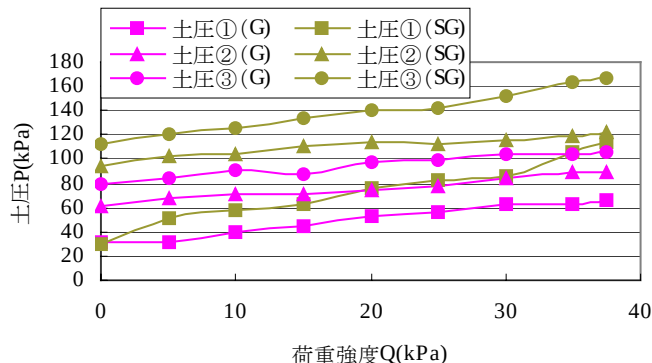


図-4 遠心加速度の経時変化



(a) ケース N(実験値と解析値)



(b) ケース G と ケース SG(実験値)

図-5 各ケースの実験値と解析値の比較

表-2 土圧増分/最大荷重強度($\Delta P/Q_{\max}$)

	ケース N	ケース G	ケース SG
土圧①	1.49	0.90	2.02
土圧②	0.77	0.75	0.64
土圧③	1.32	0.67	1.40

図-5 のケース N の実験値と解析値を比較すると、土圧③については多少値が大きい、全体的には同じような傾向であり、実験結果の妥当性を示唆している。

表-2 には荷重載荷開始時($Q=0\text{kPa}$)から最大荷重($Q=37.5\text{kPa}$)までの土圧増分 ΔP を最大荷重強度 $Q_{\max}$ で除した値を示している。表-2 よりケース G の土圧②、③については、ケース N の値よりも増分が小さくなっており、ジオグリッドを敷設することで荷重が分散されることが示された。これは、図-5 のケース N とケース G を比較しても明らかである。また図-7(b)をみると、盛土の明確な崩壊は確認されなかったため、ジオグリッドを敷設することで盛土が安定すると考えられる。

関東ロームの湿潤密度は 1.316g/cm^3 、砂層に用いたまさ土の湿潤密度は 1.987g/cm^3 であり、密度が違うため、同体積であってもまさ土の方が自重が重くなる。そのためケース SG の場合、土圧②、③の値には砂層の自重の影響が現れていると考えられ、土圧においてはケース N、G と比較することはできない。しかし図-6 を見ると、ケース SG はケース N、G よりも沈下量が小さいことから、ケース SG が最も安定していると考えられる。また図-7(c)より、ケース SG では他のケースと比較して明らかに変位が抑制されており、盛土が安定していることが変位ベクトル図からも確認できた。これらのことから、サンドイッチ工法にジオグリッドを敷設することで、砂層の効果により変位が抑制され、盛土全体の強度が更に増加したと考えられる。

4. 終わりに

本研究はケース N、G、SG について比較・検討した結果、ジオグリッドを砂層に挟むことで粘性土盛土の安定性が増加することを確認することができた。講演時には、ケース G と SG についてそれぞれジオグリッドを 2 層に敷設した結果も報告し、1 層の場合と比較・考察を行う予定である。

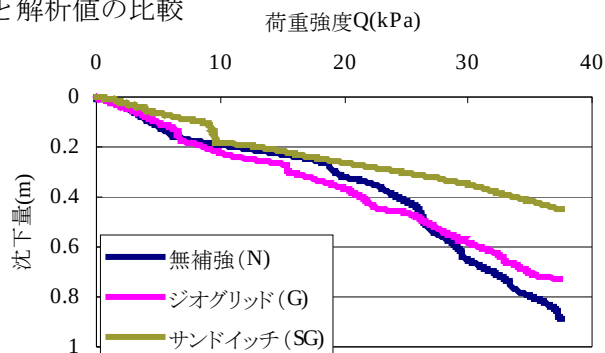
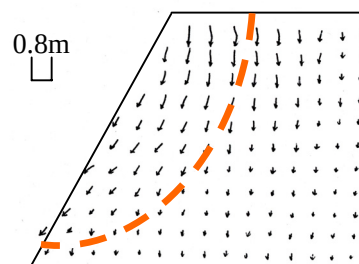
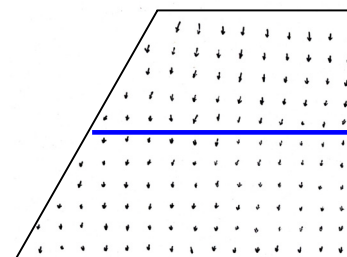


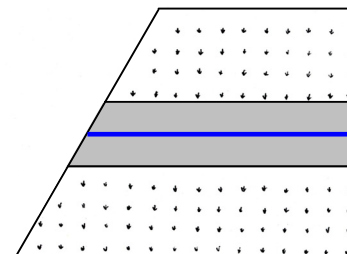
図-6 荷重強度-沈下量曲線(N、G、SG)



(a) ケース N



(b) ケース G



(c) ケース SG

図-7 変位ベクトルの比較