

遠心力载荷模型実験によるジオシンセティックス敷設盛土の排水・補強機能の評価

長崎大学工学部 フェロー 棚橋由彦
長崎大学大学院 学生員 日高公大

長崎大学工学部 正会員 蔣 宇静
長崎大学工学部 学生員 河東 立

1. 研究の背景と目的

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て重力場の実構造物の変形や破壊挙動を期待することはできない。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縮尺模型に実物と同じ挙動を生じさせることが期待できる¹⁾。

近年、急勾配補強盛土工法の開発などにより、従来盛土材としては不適であった関東ロームなどの高含水比粘性土や建設発生土さえも盛土材として積極的に用いられるようになってきた。一方、不織布は粘性土盛土に対して排水材としてのみ用いられてきたが、近年、ジオコンポジット（高剛性、高強度の織布を不織布で挟んだ排水・補強両機能を有するサンドイッチ構造）の開発に伴い、引張補強材としても機能することが可能になった。そこで本研究では、ジオコンポジットの排水・補強機能を把握するために、補強盛土の遠心力载荷模型実験を実施し、考察を行う。

表-1 関東ロームの工学的性質

土質試験結果			
土粒子の密度	ρ_s (g/cm ³)	2.733	
自然含水比	ω_f (%)	70.0	
液性限界	ω_L (%)	90.8	
塑性限界	ω_P (%)	66.87	
最大乾燥密度	$\rho_{d\max}$ (g/cm ³)	1.059	
最適含水比	ω_{opt} (%)	46.8	
内部摩擦角	ϕ' (°)	24.8	
粘着力	c' (MPa)	0.001	
盛土作成時の状態			
含水比	ω (%)	70.0	
飽和度	S_r (%)	90.0	
湿潤密度	ρ_t (g/cm ³)	1.484	
乾燥密度	ρ_d (g/cm ³)	0.873	
飽和密度	ρ_{sat} (g/cm ³)	1.554	

2. 遠心力载荷模型実験概要

本研究では、遠心力载荷試験装置を使用し盛土の崩壊を観察した。模型盛土に使用する試料は 2mm ふるいで粒度調整した比較的自然含水比の低い関東ロームである砂礫質火山灰質粘性土を用いた。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、不織布(EX-60)敷設、ジオコンポジット(TRF-31)敷設、ジオグリッド(SS-1 模型補強材グラスファイバー製防虫ネット)敷設のそれぞれ浸潤面有無で計 8 パターンの実験を行った。また、初期浸潤面の作成は試料容器の背面下部より同量の水を流入させて行った。供試体の形状・寸法、初期浸潤面の位置、ジオシンセティックスの位置を図-1 に示す。なお変位ベクトル図を出力するための標点、各計測器の配置はそれぞれ図-2、図-3 に示す。

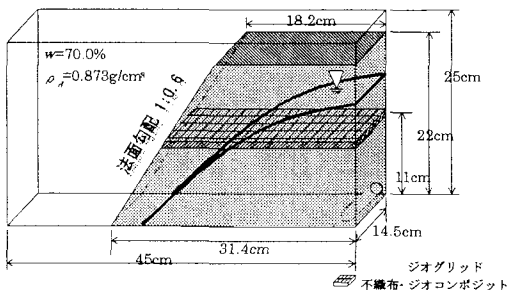


図-1 盛土の形状・寸法

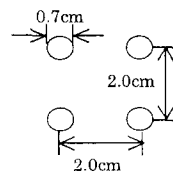


図-2 標点の配置

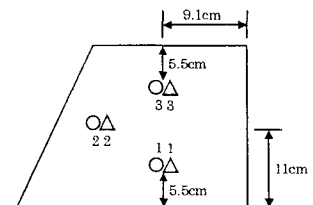


図-3 計測器の配置

3. 実験結果および考察

すべての実験で、図-4 のように滑らかに遠心加速度を上昇させ限界盛土高を決定できるようにした。無補強、ジオグリッド敷設、ジオコンポジット敷設を例にとり、土圧、間隙水圧挙動を以下に示す。

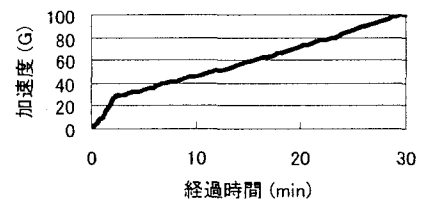
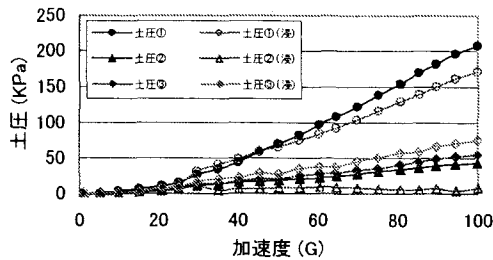
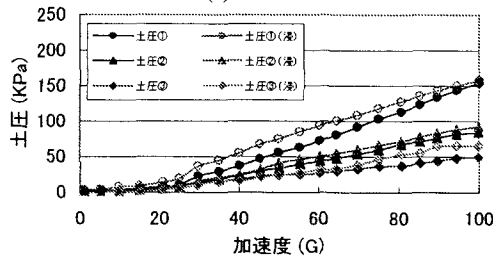


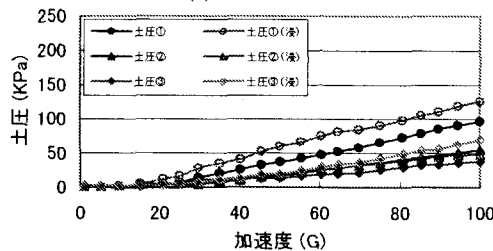
図-4 加速度の経時変化



(a) 無補強

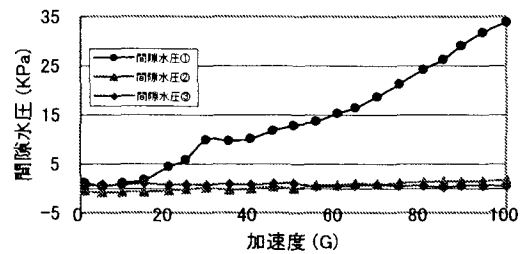


(b) ジョグリッド

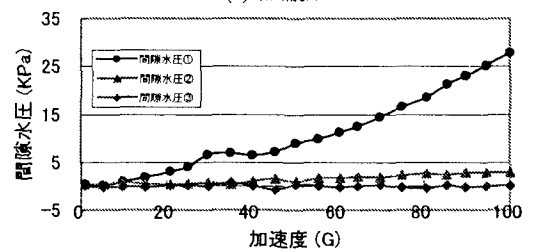


(c) ジョコンポジット

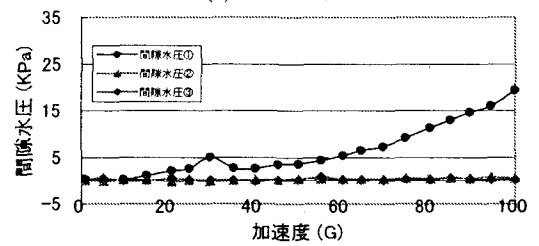
図-5 加速度に伴う土圧変化



(a) 無補強



(b) ジョグリッド



(c) ジョコンポジット

図-6 加速度に伴う間隙水圧変化

浸潤面がない場合は各パターンとも盛土の崩壊はなく、圧密沈下だけが確認された。ジオグリッド模型補強材(以下 GG)、ジオコンポジット(以下 GC)敷設盛土の土圧①の値が無補強に比べて低くなっており、補強材による引張補強が十分に機能したと考えられる。浸潤面の影響により、無補強盛土の場合、30～35G 以降の土圧計②の値が減少し、その後、円弧状の斜面先破壊が確認された。間隙水圧計②も負圧となっていることから、法面付近の土塊のせん断による膨張の影響と考えられ、崩壊の前兆であると判断でき、限界盛土高は約 6.6m であると推定できる。GG、GC 敷設盛土では浸潤面の影響による土圧の明確な低下は確認されず、補強機能によるせん断抵抗の増加によって盛土の安定が図られていることが考えられる。また、間隙水圧計①の値を比較すると、30G あたりでの変化は遠心力载荷による浸透力により初期浸潤面の位置が低下する影響も示唆されるが、無補強、GG 敷設盛土に比べ、GC 敷設盛土の値が顕著に抑えられており、排水機能が有効に働いていると判断できる。また、間隙水圧計②、③がゼロ付近でほぼ一定の値となっていることから排水機能による圧密促進が図られていると考えられる。GG 敷設盛土は 100G 载荷後も敷設面以下の法先の崩壊が確認されたにとどまり、ジオグリッドは火山灰質粘性土などによく見られる浸潤面の発現によるせん断抵抗の減少を補強する効果が期待できることが 1/n 模型補強材による今回の実験で確認できた。

4. 終わりに

不織布敷設盛土を含むデータとの比較、変位ベクトル図による盛土内部の変位分布の様子などを含めて講演時に発表し、今回の実験によるジオシンセティックスの補強・排水両機能の最終的な評価を行う予定である。

(参考文献)

- 1) 高田直俊・日下部治：遠心模型実験，3.原理，土と基礎，Vol.35，No12，pp.89～94，1987.