

遠心力載荷装置における加振装置の開発と粘性土補強盛土の力学的安定性の評価

長崎大学工学部

学生会員

○劉野

長崎大学大学院

フェロー会員

棚橋由彦

長崎大学工学部

フェロー会員

蔣宇静

長崎大学工学部

正会員

杉本知史

長崎大学大学院

学生会員

真田伸行

長崎大学大学院

学生会員

中本雅也

1. はじめに

近年日本では大地震が多数発生しており、その地震によって土木施設が被害を受けている。駿河湾震源地震において、東名高速道路でのり面が崩壊しており交通機能が大きく被災した。この被災経験を踏まえて、盛土等の耐震設計の重要性が見直されている。また、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ている、従来盛土材として用いられることの無かった黒ぼく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。補強材の敷設による引張強度の即時発生により、施工時、長期とも安定した補強効果を発揮することが期待される。

そこで本研究では、遠心力載荷模型装置において新たに加振装置の開発を行った。また、黒ぼく土を盛土材に用い、補強盛土の遠心力載荷模型実験を行い、土圧変化や実験前後の供試体の形状観察により、補強盛土の動的安定性を把握することを目的としている。

2. 実験概要

2.1 遠心力載荷模型実験

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、遠心力載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 加振装置の開発

遠心力載荷模型装置に図-1 に示す加振制御装置を付加することにより、動的状態における力学的安定性の評価を行うことができる。構造物の耐震性を評価するうえで、模型に地震動に相当する振動を与える必要があるが、遠心力載荷装置に加振装置を設置し、これに模型地盤を作製することで、遠心力載荷中に地震動の再現を可能とする。加振装置は、アクチュエータ回路は、ポンプユニットからアキュムレータにガスを蓄圧させ、電磁弁を開くことにより振動を加える構造となっている。積層壁は両側とも 20 段で、容器内の試料を液体で飽和させても漏れない構造である。

2.3 実験内容

本実験では、熊本県内で採取した火山灰質粘性土である黒ぼく土を用いる。その物性値を表-1 に示す。補強材はジオグリッドのネトロンシート Z-28-200(網目の大きさ約 $2.5\text{mm}\times 2.5\text{mm}$)を使用した。粒度調整した試料含水比 $100\pm 5\%$ に調整して準備し、均等に締固めながら盛土を実験槽内に作製した。遠心加速度を $40G$ (盛土高 6.0m 相当)で固定し、模型盛土に自重圧密が生ずることを模擬する。今回の加振条件を表-2 に、入力波形の様子を図-2 に示す。図-3、図-4 は盛土の形状・寸法および鉛直土圧計の位置を示す。

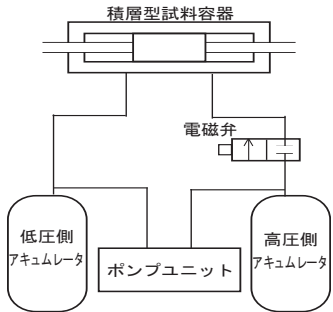


図-1 加振制御装置の模式図

表-1 黒ぼく土の物性値

黒ぼく	
自然含水比 w_I (%)	115
土粒子の密度 ρ_d (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 $\rho_{d\max}$ (g/cm^3)	0.66
最適含水比 w_{opt} (%)	44.8
透水係数 k (cm/s)	3.38×10^{-6}
黒ぼく(盛土作成時)	
含水比 w (%)	100

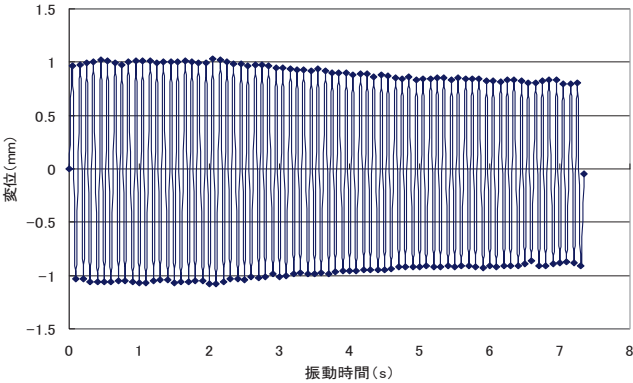


図-2 実験による時間と水平変位

本実験の実験ケースは以下の通りである。

ケース N：補強なし

ケース G：補強材を敷設

ケース SG：砂層厚 1 cm のサンドイッチ工法に補強材を敷設

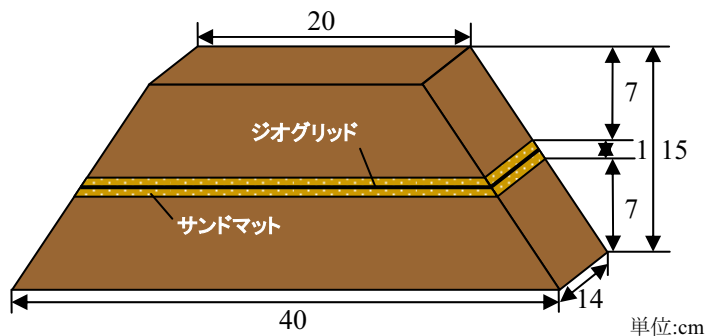


図-3 盛土の形状・寸法(ケース SG)

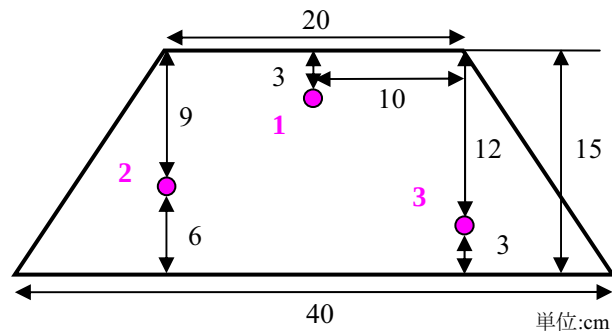


図-4 土圧計の位置

3. 実験結果と考察

図-5 に時間-鉛直土圧曲線を示す。ケース N において、土圧計 2、3 の値は変化していないが、土圧計 1 の値は振動直後で減少し、その後安定した。これは、振動を与えたことによって盛土上部が破壊したからである。ケース G について、土圧計 1、3 はそれほど変化していないが、土圧計 2 の値は急激に減少して、その後回復した。これは盛土が振動し亀裂が発生したからと推測される。ケース SG について説明する。土圧計 1~3 全てにおいて、ほとんど変化がみられなかった。これはサンドイッチ補強工法を用いることにより、補強効果が発揮されたことが考えられる。

図-6 に加振後の盛土変形状況を示す。ケース N の場合、無補強であるため、盛土が変形を起こしやすく、天端が低くなって亀裂が発生し、盛土の側面から崩れた。よって内部破壊は塑性変形が大きいと考えられる。ケース G の場合、ケース N よりも側面が崩れていないため、補強材が補強材両端の土塊の変形を抑制する効果があると考えられる。また天端からの沈下量がケース N よりも小さい。一方、ケース SG の場合、盛土はそれほど変化しておらず、変形状況からも補強効果が発揮されたことがわかる。但し、補強材を挟む砂層部で明確な不連続部が観察されたことから、今後さらに詳しい検証を必要とするものと考えられる。

4. おわりに

本研究では、加振過程における補強盛土の圧密と補強効果を確認した。今後は砂層を挟んだ場合の動的安定性をより詳細に検証していく予定である。

【参考文献】

中本雅也, 棚橋由彦, 蔣 宇静, 杉本知史, 吉田友則: サンドイッチ補強盛土の施工過程における盛土材の圧密促進効果の実験的評価, 平成 21 年度土木学会西部支部研究発表公演演概要集 (CD-ROM), pp.429-430, 2010

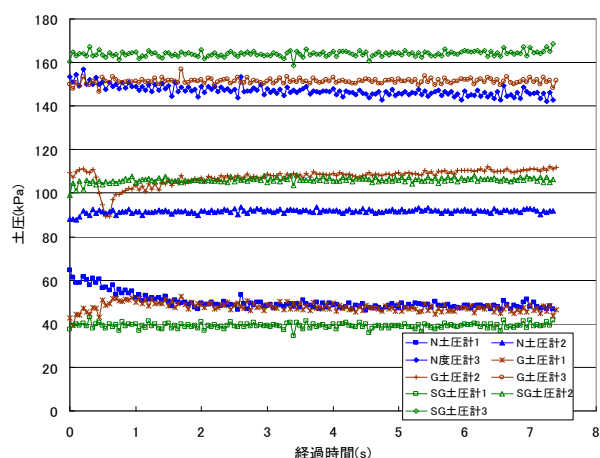


図-5 時間-鉛直土圧曲線



(a) ケース N



(b) ケース G



(c) ケース SG

図-6 加振後の模型変形状況