

円板粒子積層体を用いた土の力学挙動提示装置の開発と利用 ～CCDカメラ内蔵～

仙台工科専門学校 正会員 ○小倉 進
仙台工科専門学校 鎌田 潤一
加藤 才治

1. はじめに

土の力学挙動を模擬的に実験する装置として、アルミ丸棒積層体を用いた装置や、更にアルミ丸棒積層体を用いた遠心模型実験装置が挙げられる。確かに、理想に近い装置とは言えるが、両者共に講義室内で運用できる装置ではなく、設置は特定の大学、研究施設に限られている。

筆者等は、上記装置に比して、機能・性能はかなり制限されるが、土木工学を学ぶ初学者の土の力学挙動の理解を助けるため、標記の装置を開発した。土粒子に擬した円板粒子積層体に働く重力をガラス板ステージの傾斜を 0° から約 90° の変化で低重力状態から常重力状態まで漸増させることにより、土の力学挙動を視覚的に理解することが出来る。また、その映像をプロジェクターを利用して大講義室での利用も可能である。

2. 装置の特長

前述の様な機能を有し土の力学挙動を卓上で手軽に実験または提示できる様にするため軽量化と小型化を図った。そのため二次元粒子として直径8mm, 6mm, 5mmの真鍮丸棒を厚さ5mmに切断し真鍮円板とした。(以下円板粒子)円板粒子の積層体による土の力学挙動の提示実験は、ガイドを兼ねたガラス板(低反射ガラス使用)のステージと一体化したCCDカメラで重力変化による力学挙動のみを提示することが出来る。(写真-1) ガラス板ステージの傾斜を 0° から約 90° まで変化させると、ステージ面に並行方向の重力は低重力状態から常重力状態の範囲で変化する。低重力状態は、低内部摩擦・低粘着力状態に相当し、常重力状態まで漸増させながら破壊過程を観察する。実験で使用する重力式擁壁は鉛で作成し、逆T式擁壁は、MDF材で作成した。トンネル覆工のセグメントは、板紙で作成し、NATM工法では、ロックボルトを紙やすりを貼り合せてリボン状にして擬している。また、ガラス板ステージは裏面からの撮影が可能のため、操作者は画面に入らず学習者の邪魔にならない。但し、カメラは左右反転の機能を必要とする。

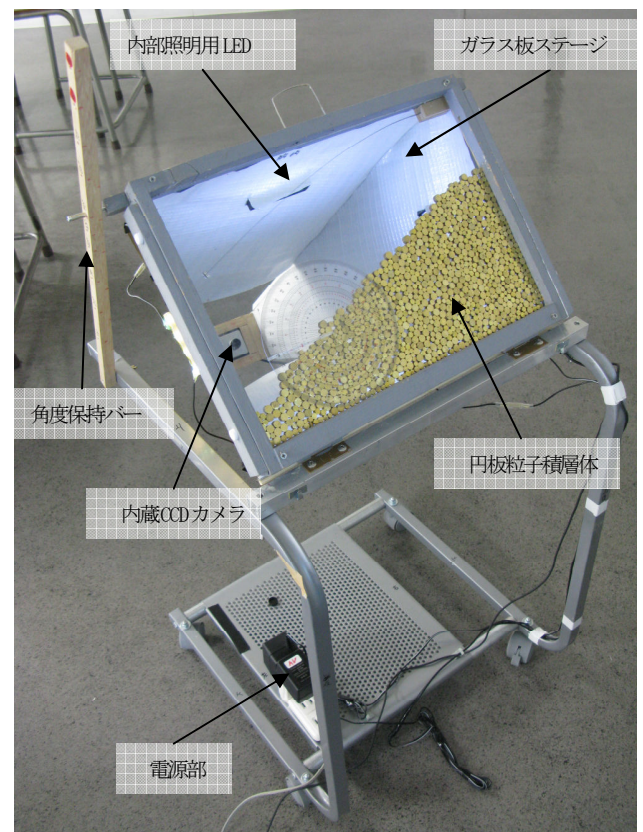


写真-1

3. 提示実験例「基本的使用法」

3-1 初期設定

低重力状態にして、条件設定具で移動を押さえながら常重力状態にし、一旦、低重力状態に戻す。

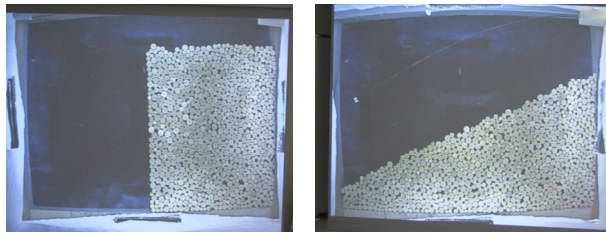
3-2 実行

条件設定具をはずして、低重力状態から徐々に常重力状態まで漸増させ、以下の各実験の変化過程を観察する。

キーワード：初学者教育、土の力学挙動、円板粒子積層体

勤務先：〒980-0021 仙台市青葉区中央4丁目3番14号 仙台工科専門学校環境土木工学科

3-2-A 内部摩擦角 (ϕ) の説明

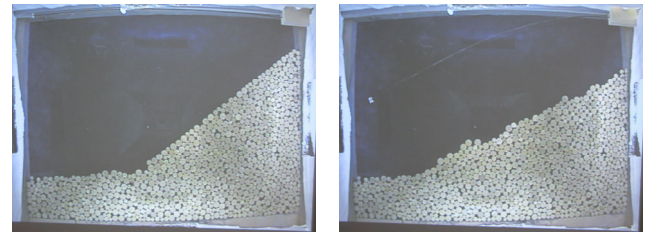


低重力状態

常重力状態

※安息角は内部摩擦角と近似する

3-2-B 斜面崩壊の説明



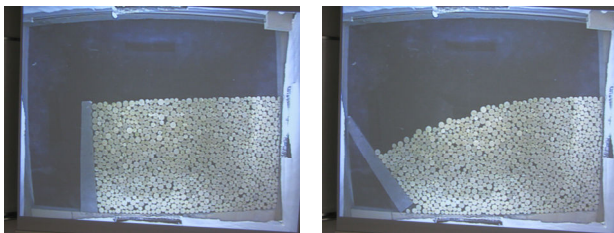
低重力状態

常重力状態

※動画で見るすべり線は円弧に近い

3-2-C 擁壁の説明

C-1 重力式擁壁 (底面幅が小さい場合)

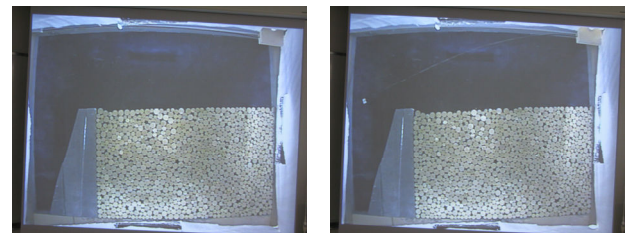


低重力状態

常重力状態

※転倒した

C-2 重力式擁壁 (底面幅が大きい場合)

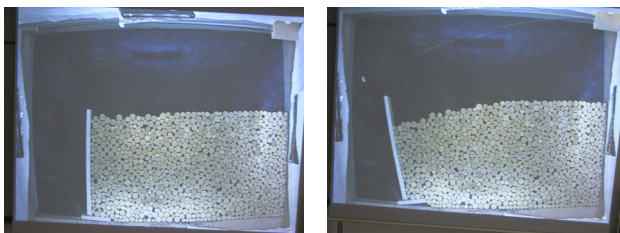


低重力状態

常重力状態

※転倒に至らず安定である

C-3 逆T式擁壁 (底板長が短い場合)

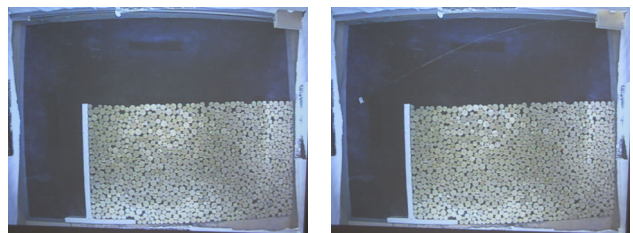


低重力状態

常重力状態

※転倒した

C-4 逆T式擁壁 (底板長が長い場合)

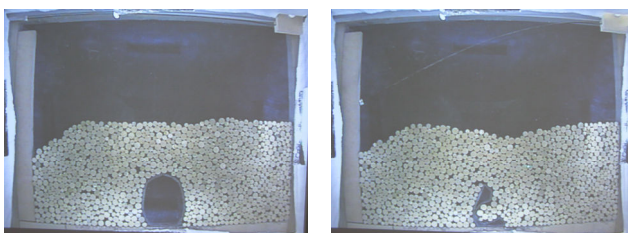


低重力状態

常重力状態

※転倒に至らず安定である

3-2-D トンネル覆工の説明

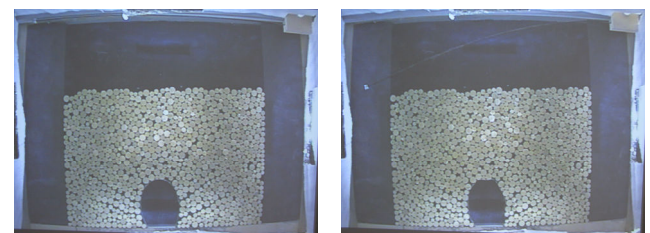


低重力状態

常重力状態

※崩壊が急激である

3-2-E ナトム (NATM) 工法の説明



低重力状態

常重力状態

※崩壊が緩慢である

4. まとめ

土の力学挙動を代表する典型的な実験を通して、初学者の理解を深める事が出来ると思う。しかし、土圧の測定、直接基礎、杭基礎、圧密、補強土工、土のう工など、重要な項目の実験的例示の工夫が残されている。今後、授業に生かしつつ深化させ、より完成度の高い装置にしたいと考えている。

- 参考文献**
- 1) 末政直晃他「遠心模型実験—地盤工学教育と遠心」土と基礎 53 - 3、p p 48 - 50
 - 2) 板橋一雄「二次元アクリル円板粒子を用いた一面せん断試験」第47回地盤工学研究発表会、2012
 - 3) 藤井俊逸 「模型実験の勧め」、「ナットモデル」 藤井基礎設計事務所ホームページ