

遠心模型実験用傾斜土槽の開発

武蔵工業大学

学○久保井公彦 正 末政直晃

電源開発（株）茅ヶ崎研究所

正 東 健一

正 星谷 寛

1.はじめに

遠心模型実験は土の自重が大きく支配する静的問題として、圧密や基礎構造物の安定性問題に対して多く用いられてきた。動的な問題としては、地震時の地盤挙動を把握するため、相似則を満たした状態で高周波数の振動を与えるという方法で遠心模型実験が行われている。しかしながら、小型の遠心载荷装置では振動台やその他加振装置の設置が困難であるといった空間的な問題や、計測機器の複雑化などの技術的問題が存在する。また、動的遠心実験で得られた実験結果についての解釈は複雑であり、いまだ明確化されていない部分が多い。

一方、実際の構造物の耐震設計では、動的な地震動を静的な水平荷重に置き換えた概念である震度法が用いられており、地震動のモデル化や解析に対する利便性が図られている。今回、震度法に基づいた遠心模型実験を可能とするため、遠心载荷中の地盤に静的な水平力を加えることを可能とした傾斜土槽の開発を試みた。

また、開発した土槽の遠心模型実験に対する適用性を検証するため、矢板構造物をモデル化した地盤に対して崩壊実験を行った。

2.傾斜装置および土槽の仕様

遠心模型実験における震度法のシミュレーションは齊藤ら¹⁾によって提案されているが、今回開発した装置は、既存の小型遠心载荷装置内に設置することを目指したものである。図-1は、傾斜土槽を設置した際の小型遠心载荷装置内の断面図である。遠心装置内の円柱状回転容器に、回転軸を中心としてその両側に土槽とカウンターウェイトが配置され、それぞれフレームを介して取り付けられている。カウンターウェイトはフレームと強固に定着されており、土槽と土槽側のフレームは回転自由である支点でのみ固定されている。カウンターウェイトはチェーンの巻出し・巻取りをするためのモーターを有しており、チェーンの先端を土槽

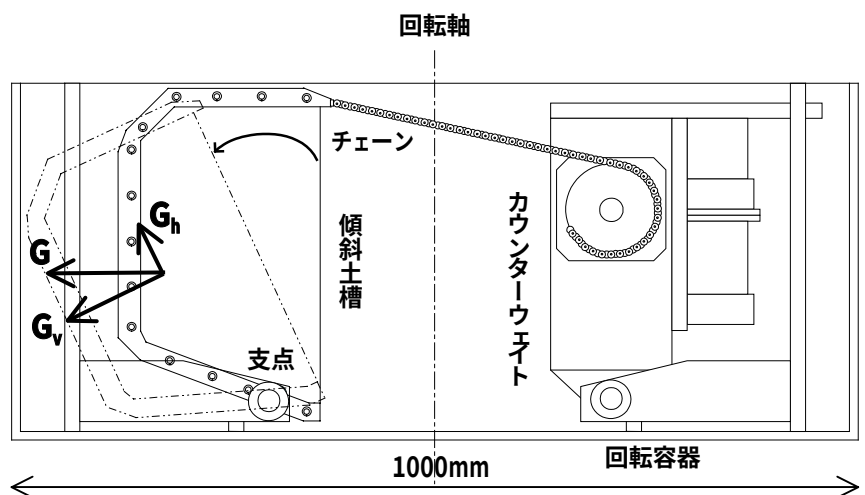


図-1 傾斜土槽とカウンターウェイト設置図

表-1 傾斜装置諸元

項目	諸元
最大傾斜角度	30° (水平震度0.57)
傾斜速度	24°/min
土槽重量	13.5kg (自重のみ)
カウンターウェイト重量	23.0kg

に繋げることで、遠心载荷中に土槽を傾斜させる操作が可能である。この操作により土槽が傾斜し、地震による水平力を模擬的に発生させることができる。

開発した装置の仕様として、表-1に示すとおり土槽の傾斜速度は24°/min、最大傾斜角度は30°である。ここで、実験中に地盤に働く水平力と重力の合力と、水平力のなす角度を ε °とすると、震度法における設計震度 k_h は $k_h = \tan \varepsilon$ °により算出される。よって、この装置を用いて $k_h = 0.57 (= \tan 30^\circ)$ までの地震水平力を再現できることとなる。

キーワード：遠心模型実験、矢板、震度法

連絡先：武蔵工業大学 地盤環境工学研究室 TEL, FAX 03-5707-2202

3.土槽傾斜による遠心模型実験

地震時における鋼矢板式の岸壁を模擬した地盤に対して、遠心模型実験を行った。実験に用いる鋼矢板の模型は、相似則に基づいて剛性 EI を合わせ、材質をアルミとし、その厚さを 3mm とした。模型矢板の高さは 195mm であり、その取り付け部には矢板の根入れを再現するための金具を用いた。矢板の背後地盤には豊浦標準砂を用いており、地盤作製後に算出した単位体積重量は $\gamma_s=15.4\text{kN/m}^3$ 、相対密度 $Dr=80.0\%$ であった。

水平震度の増加に伴う矢板の変形挙動を計測するため、**図-2** に示すとおり矢板の上部に変位計を設置した。土槽の傾斜角度は、傾斜開始からの時間により算出できるが、矢板の変位量データとの関連付けを行うため、土槽が傾斜する支点付近に変位計を設けた。さらに、土槽の内側には、地盤との摩擦を軽減するためにグリースを塗布し、地盤崩壊後の状態を確認するためにターゲットを設けた。

実験では、作製した土槽を遠心载荷装置に設置し、遠心加速度を 42G まで上げた後、土槽の傾斜を開始した。

4.実験結果

写真-1 に実験後の地盤の様子を示す。写真から、地盤の崩壊は、水平力の増加により矢板下部が降伏し、矢板が前面に転倒することで発生したと考えられる。また、ターゲットの移動状況から推定したすべり線の角度は 55° であり、実際の地盤崩壊と同様な挙動となっていることがわかる。

図-3 に水平震度 k_h と矢板上端の変位量 δ の関係を示す。図から、矢板上端の変位は水平震度が発生した直後から生じ、水平震度の増加に伴って増加していることがわかる。矢板構造物の破壊を、矢板上端の変位量が矢板高さの 3% に達した時点とすると、今回の実験における地盤崩壊震度は、 $\delta=5.9\text{mm}$ のとき $k_h=0.15$ であった。

5.おわりに

本報告では、遠心模型実験において震度法をシミュレートできる傾斜土槽を開発し、その適用性に対する検証結果を示した。矢板構造物を模擬した実験において、実際の破壊挙動を表現できていることから、本装置により地震による水平力が再現でき、地震動が模擬できると考察できる。今後、様々な条件を持つ地盤および構造物の地震時挙動を把握するため、装置に改良を加え実験を行う。

<参考文献>

- 1) 斉藤邦夫, 他: 震度法シミュレータの開発, 土木学会第 50 回年次学術講演会概要集, pp.816-817, 199 5

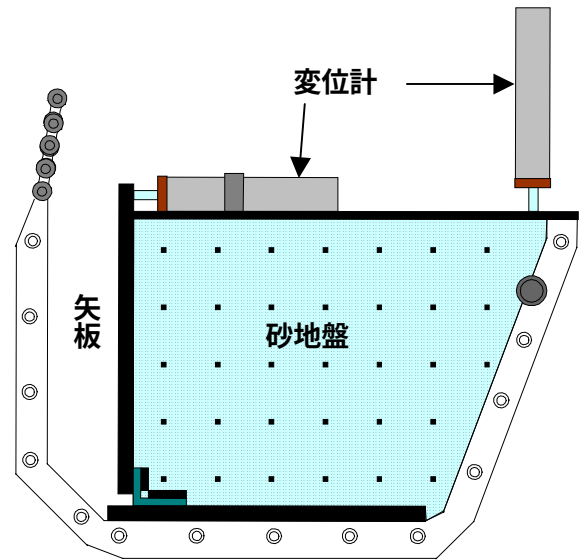


図-2

矢板構造物を模擬した実験の土槽概略図

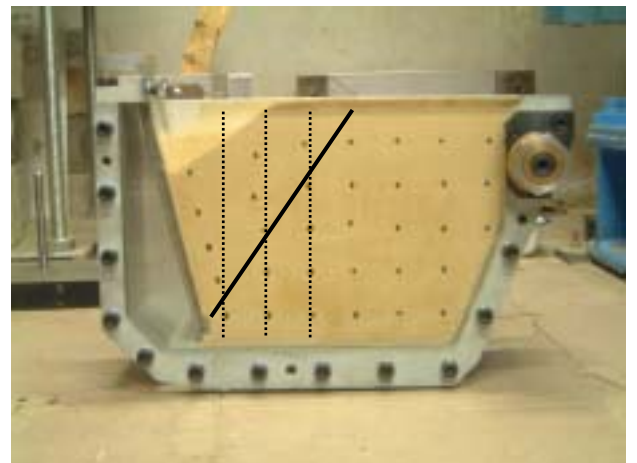


写真-1 実験後の地盤状態

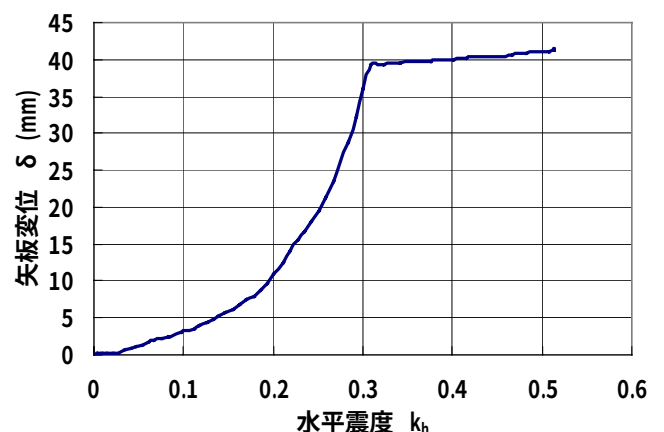


図-3 水平震度～矢板上端変位関係