

被圧地下水と不透水層を有する地盤の流動実験

一井康二*・西田理楽**

1. 実験の目的

不透水層を有する地盤に被圧地下水が作用している条件を想定し、地震時の液状化による流動を再現する小型模型実験を実施した。重力場での小型模型実験であり、相似則等を満足するものではなく、数値計算のターゲットにできるレベルの精度の良い実験ではないが、将来において数値解析の比較対象となりえるような高精度の実験を実施する際に必要な検討項目の整理に寄与することをめざした。

2. 実験方法

既往の解析的検討では、シルト層直下や基盤層直上で大きなせん断変形が発生すると評価している。このような変形を模擬するには、せん断土槽の使用が有効であると考えられる。そこで、ビーズ玉をベアリングとしたせん断土槽を作成した。ビーズ玉が回転しながら移動することで、上側土槽と下側土槽のせん断変形の抵抗を小さくすることができる。しかし、図-1 に示すように、ビーズ玉が端部に移動すると玉の移動が拘束され、せん断変形の抵抗となる。流動変形の向きに応じて、ビーズ玉の初期位置を正しく設定しておくことが重要である。

実験では、図-2 のように土槽底面を工夫して、水の流入を可能にすることを試みた。具体的には、メッシュ状のバッファーに、「おはじき」を敷いて、底面の境界を作成した。ここで、土槽のサイズは長さ 25.5 cm、奥行き 17.5 cm、1 段目の高さ 4 cm、2 段目の高さ 2 cm であり、土の厚さは上段の土槽の中ほどまで (5 cm) である。

振動の与え方を図-3 に示す。適切な振動台を所有していないため、机にマッサージガンをあて、実験模型に振動を与えた。揺れの大きさはスマートフォンのアプリ (白山工業製 i 地震¹⁾) により測定し、振動レベルはマッサージガンのあて加減で調整できることを確認した。

不透水層は図-4 に示すゴムシートを設置して模擬した。また、地盤は豊浦標準砂を水中落下法にて堆積させた。水圧の与え方を、図-5 に示す。まず、水を入れた左タンクをせん断土槽に接続した。この時、パイプ内の空気の流入によるボイリング等が起こらないように空気を抜いて接続した。その後、せん断土槽の下にブロックを設置し、傾斜を与えた。そして、タンクの下にブロックを設置し、タンクの水面を上昇させ、せん断土層内に水を流入させた。

3. 実験成果

実験結果を横から見たものを図-6 に示す。図の黒線がせん断土槽下流端の初期位置である。そして、実験終了時には赤線まで土槽下流端が移動した。これは、上側の土槽が 5 mm 程度 (土層厚の約 5 cm 程度) 移動したことになる。

実験後に掘削して、不透水層を模擬して、ゴムシートの変形を確認した。ゴムシートの様子を図-7 に示す。下流部のゴムシートが盛り上がっていることを確認できた。つまり、図-8 のようにゴムシートの初期位置は直線であったのに対して、実験後は、流動下部は盛り上がり、上部は沈下した。このことから、せん断土槽で想定していた形の変形と異なる形での変形が生じたと判断できる。つまり、振動入力前のゴムシートは斜面に沿って直線状に設置されていたのに対して、振動入力後は、斜面下部でゴムシートが盛り上がる結果となった。このことから、せん断土槽を使用した効果はなく、土槽内で小さなすべり破壊が生じたような変形モードになったと考えられる。

参考文献

- 1) Hakusan Corporation : 計測クラウドシステム「i 地震」,
https://www.hakusan.co.jp/research_and_development/i-jishin.html (最終閲覧日 2024 年 5 月 29 日)



図-1 せん断土槽のベアリングの動き



図-2 おぼじきによる土槽底面の透水境界



図-3 マッサージガンによる振動の付与



図-4 ゴムシートによる不透水境界の模擬

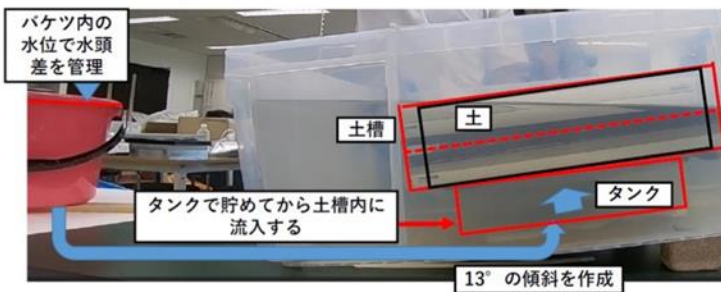


図-5 被圧地下水の付与の方法



図-6 振動入力後の土槽の変位

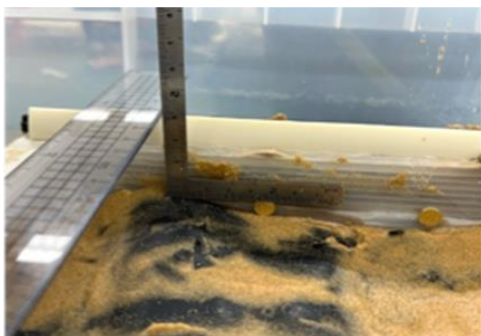


図-7 不透水層の変形の様子

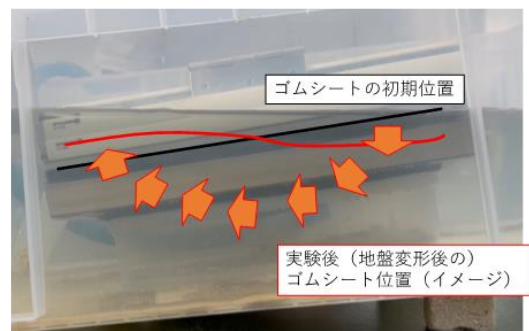


図-8 地盤内の動きの模式図