

III - 303

液状化による地盤の側方流動に関する模型実験

東京大学大学院 学生員 豊田 浩史

東京大学工学部 正 員 東畑 郁生

五洋建設（株） 今村 晋一

千葉工業大学大学院 工藤 健一

1. まえがき

傾斜した地盤が液状化を起こすと地盤が流動し、埋設管などの構造物に甚大な被害を与える。そこで筆者たちは側方流動のメカニズムを解明すべく、模型振動台実験を行ってきた。そこでは拘束圧の影響を考え、実地盤で考えられるよりさらにゆるい地盤で実験を行い、自重のみによる流動の再現を可能にした [1],[2]。今回は、地盤の間隙比（密度）および傾きの影響と、変形にともなう間隙水圧の変化を報告する。

2. 実験の概要

本実験で用いた土槽（長さ 200cm, 幅 40cm, 高さ 60cm）および 2 種類（傾き 20% と 10%）の模型地盤形状を Fig. 1 に示す。傾き 10% の模型地盤には基盤として非液状化層を設けてある。模型地盤作製は、含水比約 5% の砂をふるいを通して堆積させる湿潤堆積法およびその締固めを用いた。この方法により非常にゆるい地盤 ($Dr \approx -20\%$) の作製と密度の調整が可能である。試料は豊浦標準砂を用いた。まず土槽の中に傾斜地盤を作り斜面が水平になるように土槽を傾ける。飽和度をよくするため二酸化炭素を土槽下部より注入する。その後同じく土槽下部より少しずつ水を注入し、地盤を完全に水浸させる。そして水位の上昇とともに、土槽を徐々に水平にもどしていく。水位が斜面上端部と同じになったら水の注入を止めて、模型地盤の完成とする。

土槽には Fig. 2 のような巻き取り式変位計を設置し、詳細な変位の時刻歴が測定できるようにした。間隙水圧計は地盤の中に立てた棒に固定し動かないようにしている。振動は揺れが終わっても流動が起こる現象を確かめるため減衰が大きい板バネ振動台を作製し、それをハンマーでたたき加振した。振動の方向は慣性力による影響を受けないよう図面と垂直な方向にした。このような衝撃による実験の入力加速度の時刻歴を Fig. 3 に示す。入力加速度は、衝撃的なものとなっており、加速度の大きい時間は一瞬となっている。このような入力波により地盤が自重のみで変形する現象が確かめられる。

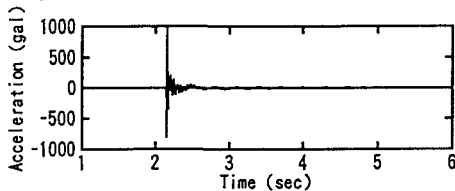


Fig. 3 衝撃による入力波

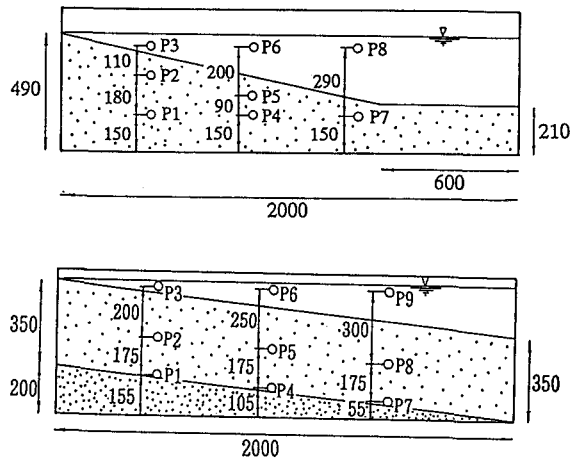


Fig. 1 模型地盤形状

Unit (mm)

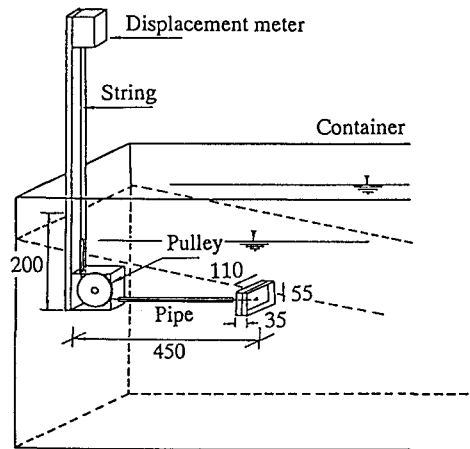


Fig. 2 変位計

Unit (mm)

3. 実験結果および考察

それぞれの地盤形状で地盤の間隙比（密度）を変えて実験を行った。変位計より読みとった変位の時刻歴を Fig. 4 に示す。間隙比が、 $e=1.01$ より大きいものは衝撃振動でもってほぼ水平になるまで変位するが、それより密なものは傾きを残したまま変位が止まる。つまり残留強度を持っているということである。この図から間隙比が大きくなるにつれて、流動変位量が大きくなっているのがわかる。しかし流動（変形）している時間はほぼ一定である。言い換えれば流動している時間はほぼ同じであるが、間隙比が大きくなると流動速度が大きくなるため流動変位量も大きくなるということである。

また流動の挙動は、振動を与えた直後大きい速度で変位するが、一旦速度が低下し、地盤の傾きが 10% のものは一瞬変形が止まるような現象が起こる。間隙水圧計の記録を Fig. 5 に示す。この図より衝撃加振とともに間隙水圧は急上昇するが、せん断変形が進むと間隙水圧の低下が起こり、また上昇する挙動をとっている。これははじめ衝撃動により地盤の不安定な堆積構造が壊れ変位を起こすが、急激な変形とともにダイレタンシーが発生して間隙水圧が低下し、これがブレーキのような作用をしていると考えている。その後浸透流の作用により間隙水圧が再上昇し、大変形に至っている。Lower San Fernando Dam の崩壊もメインの崩壊は地震後約 30 秒後に発生しており [3]、浸透流などの作用を受けた進行性破壊であり本実験の挙動と似ている。

5. あとがき

本研究では、非常にゆるい地盤を作製して流動現象の模型振動台実験を行い、地盤の間隙比の影響および地盤の傾きの違いによる流動変形挙動を調べた。その結果、変形の発生とともに間隙水圧が低下し、変形を妨げようとするが、浸透流の作用により間隙水圧が再上昇して大変形に至ることがわかった。

参考文献

- [1] 豊田浩史, 東畑郁生: 振動台による斜面の流動化実験, 第 28 回土質工学研究発表会, pp.985-988, 1993.
- [2] 豊田浩史, 東畑郁生, 今村晋一, 工藤健一: 液状化した地盤の側方流動挙動に関する研究, 第 29 回土質工学研究発表会, 1994. (投稿中)
- [3] Seed, H.B.: *Consideration in the Earthquake-Resistant Design of Earth and Rockfill Dams*, Geotechnique, Vol.29, No.3, pp.215-263, 1979.

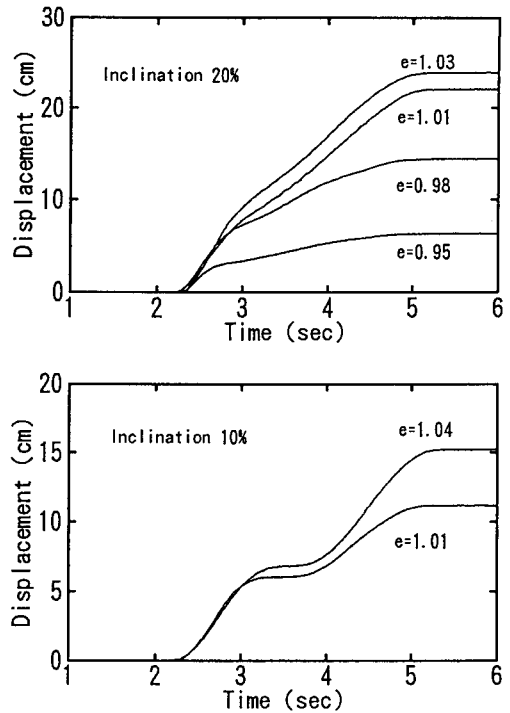


Fig. 4 変位の時刻歴

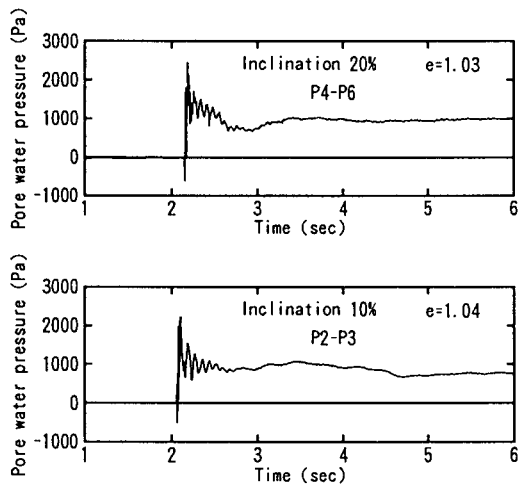


Fig. 5 間隙水圧の時刻歴