

液状化による傾斜地盤の側方流動に関する振動台実験

九州大学○学生会員 古閑準樹

九州大学大学院 フェロー 善 功企

九州大学大学院 正会員 笠間清伸

九州大学大学院 正会員 陳 光斉

1. はじめに

地盤の液状化に起因する側方流動は、多くの要因から影響を受ける。重要な要因のうちの1つは、土層の厚さ、地盤の勾配および境界条件である¹⁾。他の重要な要因としては、砂の比重のような物理特性、入力振動の時間および周波数などが挙げられる。本文究では、勾配のある地盤の地震時の挙動を把握し、側方流動に対する地盤の傾斜の影響を評価すること目的として、大型模型を用いた振動台実験を行った。

2. 内容

2.1 実験概要

本実験で使用した模型土槽を図-1に、また実験ケースを表-1に示す。模型土槽は865mm(高さ)×1830mm(幅)×430mm(奥行き)で、地盤は豊浦硅砂を使い、800mm(最高点高さ)×1800mm(幅)×400mm(奥行き)で作製した。豊浦硅砂を水中落下させ、地盤の相対密度を40%になるように調整し、地表面に勾配を設けた模型地盤を作成した。図-1のように、水圧計の位置をline1~9と定義した。振動台の加振は、3Hzの正弦波を6~12波ずつ、100Gal~400Galまで100Gal単位で増加させるステップ裁荷で行った。加振方向は、地盤の傾斜に対して直角方向とした。模型土槽には水圧計と加速度計を設置し、実験の様子はビデオカメラで撮影して、画像解析で水平変位と鉛直変位を測定した。

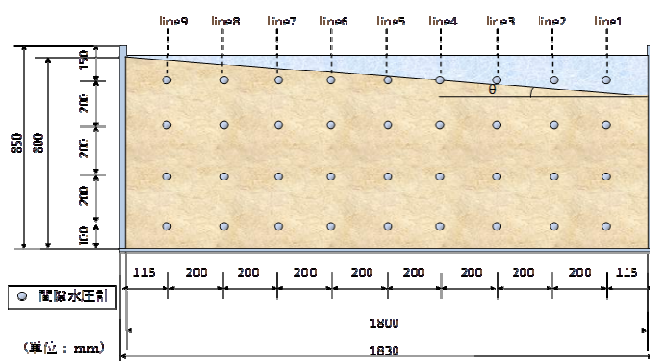


図-1 模型土槽

表-1 実験ケース

Case	地表面勾配(%)	相対密度(%)	振動時間(s)	入力加速度(Gal)
1	10	40	2~4	100→400Gal
2	15	40	2	100Gal毎の
3	5	40	3	ステップ裁荷

2.2 実験結果および考察

Case1, Case2 および Case3 の line3 における最大過剰間隙水圧比の深度分布図を図-2に示す。図-2a)

により、地表面勾配 10% の Case1 において、200Gal 以上での加振時では、深度 500mm の最大過剰間隙水圧はほぼ 1 となり液状化が発生した。図-2b)、図-2c)によると、地表面勾配 15% の Case2 では 400Gal 以上での、地表面勾配 5% の Case3 において、300Gal 以上での加振時で、深度 500mm の最大過剰間隙水圧はほぼ 1 となり液状化が発生した。図-2a)および図-2c)より、地表面勾配が大きい方が液状化しやすいことがわかる。

Case2 の line3, line5, line7 における最大過剰間隙水圧比の深度分布図を図-3に示す。Case2 の実験においては、勾配が大きすぎ、加振後に line5~9 における地表面が平坦にまでならなかったため、line5~9 では完全に液状化したとは言えない。

図-4に、Case1 の line3, line5, line7 における最大過剰間隙水圧比の深度分布図を示す。図-4a)より、Case1 の line3 において、200Gal 以上での加振時では、深度 500mm の最大過剰間隙水圧はほぼ 1 となり液状化が発生した。深度 100mm では、400Gal の加振時に、斜面上方の土が液状化して側方流動により line3 上に移動してきたために、最大過剰間隙水圧がほぼ 1 になったと考えられる。また、図-4b)より、Case1 の line5 において、300Gal 以上での加振時では、深度 300mm, 500mm の最大過剰間隙水圧はほぼ 1 となり液状化が発生した。一方、図-4c)によると、Case1 の line7 において、200Gal 以上での加振時で、深度 300mm, 500mm の最大過剰間隙水圧はほぼ 1 となり液状化が発生した。これより、地表面に勾配のある地盤では、斜面上方が液状化しやすく、また line3 では深度 500mm で、line5 および line7 では深度 300mm~500mm で液状化しやすく、深度に応じて液状化のしやすさに偏りがあることがわかる。

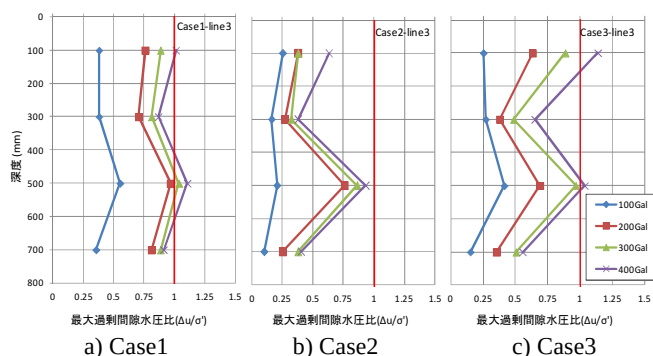


図-2 最大過剰間隙水圧比の深度分布図(line3)

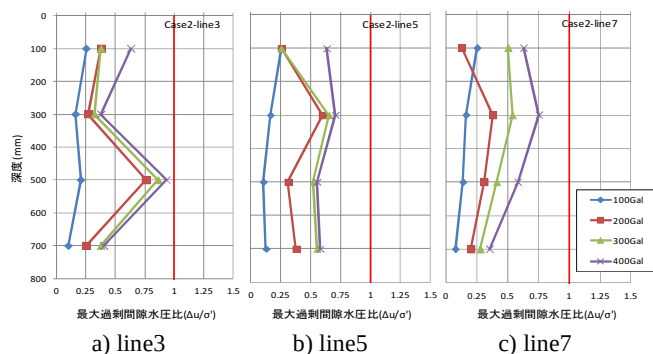


図-3 最大過剰間隙水圧比の深度分布図(Case2)

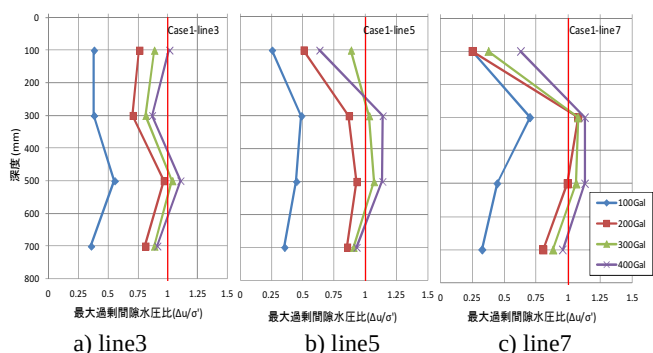


図-4 最大過剰間隙水圧比の深度分布図(Case1)

図-5 に、地表面勾配 10% の Case1 における各 line の水平変位量と鉛直沈下量を示す。図-5a) より、line3, line5 において地盤が大きく水平方向に移動した。一方、line1, line7, line9 の水平変位量は、line3 および line5 の 1/2 程度である。line1 および line9 は、壁に近いことから変位量が小さいと考えられる。また、斜面下方が、上方から流れてくる土の力も加わるので、変位量が大きくなると考えられる。図-5b) より、中間である line5 に向かって、沈下量が大きくなるのがわかる。また、line1 および line3 より、line7 および line9 の沈下量が大きくなるので、斜面下方より斜面上方が沈下しやすいと考えられる。

各 Case における 400Gal 加振時の各 line の水平変位量と鉛直沈下量を図-6 に示す。図-6a) より、Case1 および Case2 において水平方向の変位量が大きく、

Case3 ではその 1/6~3/4 程度になった。また、Case1 および Case2 においては、中間である line5 に向かって、変位量が大きくなっていることがわかる。Case3 では、地表面勾配が 5% と小さく、水平方向の変位は小さくなったと考えられる。また図-6b) より、地表面勾配に違いはあっても、中間である line5 で最も地盤は沈下していることがわかる。Case2 での沈下量が Case1 の 1/3~1/2 程度になっているのは、前述したように、加振後に line5~9 における地表面が平坦にまでならなかったことが原因と考えられる。図-6 より地表面勾配が大きいほど、水平変位量および鉛直沈下量(Case2 は除く)は大きくなり、また、中間である line5 で大きな側方流動が発生していることがわかる。

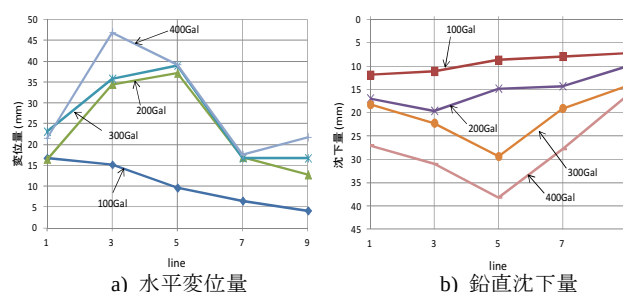


図-5 各 line の水平変位量・鉛直沈下量(Case1)

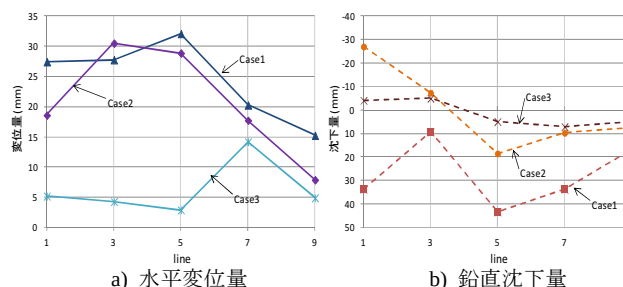


図-6 各 Case の水平変位量・鉛直沈下量(400Gal)

3. 結論

- (1) 勾配が大きい方が液状化しやすいが、勾配が大きすぎると斜面上方で完全には液状化しない。
- (2) 斜面上方が液状化しやすく、また各地点では、深度に応じて液状化のしやすさに偏りがある。
- (3) 斜面下方が、上方から流れてくる土の力も加わるので、水平変位量が大きくなり、また斜面下方より斜面上方が沈下しやすい。
- (4) 勾配が大きいほど、水平変位量および鉛直沈下量は大きく、中間地点で大きな側方流動が発生する。

<参考文献>

- 1) 濱田政則ら：濱田政則ら：液状化による地盤の水平変位の研究，土木学会論文集 第 596 号／III-43, pp.189-208, 1998.6.