

III-305 永久変位に及ぼす種々の条件に関する振動台実験

九州工業大学 大学院 学生員 ○内田 泰
九州工業大学 工学部 正 員 安田 進
同 上 正 員 永瀬英生
同 上 古田祐一郎

1. まえがき

液状化による永久変位に関して筆者ら¹⁾は、振動台実験を行い永久変位発生のおこし方に関する研究を行ってきた。しかし、まだ残された問題点として、①砂層が堆積する際に生じる初期せん断力が永久変位の発生に影響していることが考えられたため、試料を投入する際、基盤の傾斜と逆向きの傾斜をつけながら試料を詰めた²⁾、②新潟地震の際、大形小学校では極めて緩い層が存在していたようであり、これが10mにもおよぶ永久変位を生じさせた原因の一つと考えられたため、それを再現する³⁾についての振動台実験を行った。また、2次元の有限要素法を用いて①の実験をシミュレートすることによりその妥当性を検討した。

2. 実験装置および試料

実験には幅1.0m、奥行き0.6m、高さ0.7mの土槽(前面のみガラス張り)を用いこれを油圧式の振動台(1.0m×1.0m)上のにのせて加振を行った。土槽は箱型であるため側壁の影響を軽減するように両側壁内に厚さ5cmのフォームを貼りつけた。実験に用いた試料は、豊浦標準砂($e_{max}=0.977, e_{min}=0.605$)である。

3. 実験内容および方法

振動台実験においては、①液状化層を傾斜堆積させたケース、②液状化層の表層を極めて緩くしたケースの2通りを考えた。それぞれのケースについては表-1に示す。模型地盤は、試料を均一な密度になるように空中落下、または水中落下法で投入し作成した。①の場合、試料を落下させた後、基盤に対して45度の角度で5cm間隔で堆積させ、②の場合、層厚20cmのうち表層の7.5cmを $Dr \approx 0\%$ 、下層の12.5cmを $Dr \approx 30\%$ とした。加振は両ケースとも周波数3Hz、250galの台加速度のもとに行い、液状化が生じて約8秒後に加振を終了した。加振中は、土槽内の地中加速度、間隙水圧を図-1の位置で行い、液状化層内の断面内の変位分布を”うどん”で、地表面の変位量をマーカーで測定した。これらうどんとマーカーの変位は、2秒間隔で同時に写真撮影し、さらに加振前後においては地表面のマーカーの位置を定規で測定し、平均変位量は端面および側壁を除いた中心部のみの変位量で求めた。

4. 実験結果及び考察

図-2、表-2に実験結果を示す。傾斜堆積の場合、永久変位は液状化層下面の勾配とは逆に、傾斜堆積させた方向に発生していることがわかる。これは、表層付近において顕著な様に、堆積段階の初

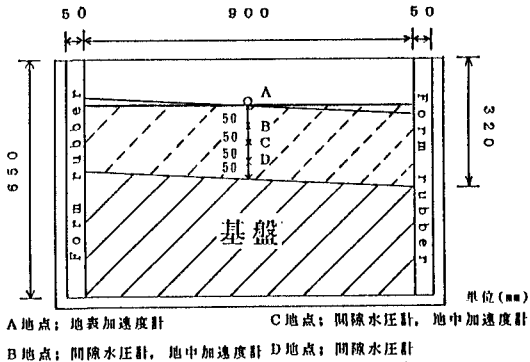


図-1 実験に用いた土槽

表-1 実験ケース表
傾斜堆積実験

地表 (%)	基盤 (%)	Dr (%)	層厚 (cm)
0	5	20.0	20.0

表層が極めて緩い実験

	地表 (%)	基盤 (%)	Dr (%)	層厚 (cm)
表層	5	5	0	7.5
液状化層	5	5	30.0	12.5

期せん断力が強く影響しているものと思われる。また表層が緩い場合、まず表層がせん断変形を起こした後、液状化層全体が大きく変形した結果となっている。従って大形小学校付近で大きな変位が生じた理由の一つとして、表層が極めて緩く堆積していたことが推測される。また、地表面変位量の比較として勾配の条件は②と同様で液状化層は全層 $Dr \approx 30\%$ とした実験結果を表-2に示した。これらを比べると、やはり表層が緩い方が変位量が大きくでていることがわかる。

表-2 実験結果
傾斜堆積実験

平均変位量(cm)
1.88

表層が極めて緩い実験

平均変位量(cm)
5.19

比較実験

平均変位量(cm)
4.43

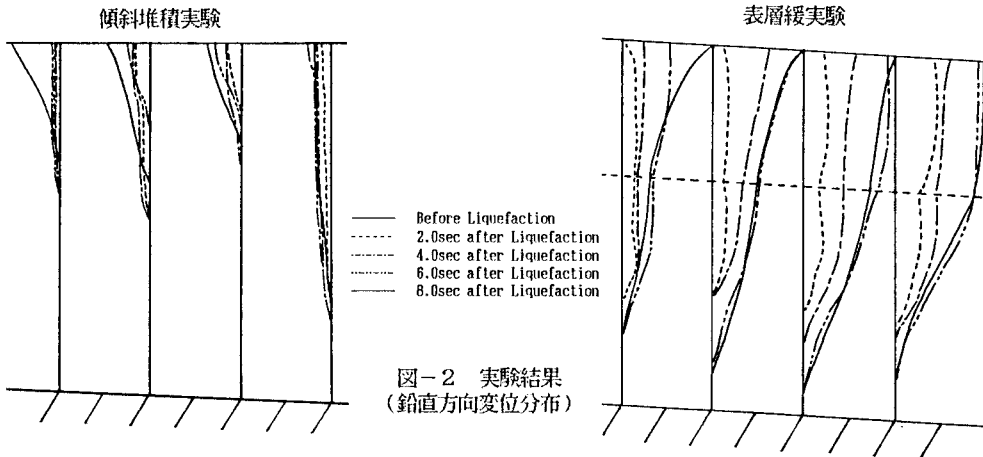


図-2 実験結果
(鉛直方向変位分布)

5. 傾斜堆積に関する有限要素解析

解析手法については安田らが残留変形解析手法をもとに開発した2次元有限要素解析プログラムを用いた。この場合、ヤング率は三軸圧縮試験より求め、拘束圧の平方根に比例させた。また、液状化時のポアソン比は $\nu = 0.499$ とした。解析は、傾斜堆積の地盤をモデル化し、順次盛り立てて解析を行った。解析結果を図-3に示す。この結果、液状化層の深部では、下面の影響を受けて変位が発生しているが、液状化層中上部付近では初期せん断力の影響で傾斜堆積させた方向に変位が発生する結果となった。

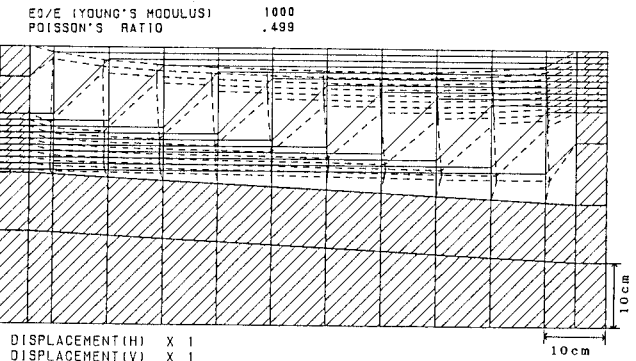


図-3 解析結果

6. あとがき

本実験及び解析の結果、傾斜堆積実験に関しては、堆積段階における初期せん断力が永久変位の発生に大きく影響していることがわかり、解析結果とも一致した。また、大形小学校付近で発生した大規模な永久変位は表層が極めて緩いことが理由の一つとして考えられたが、これは、実験でも検証された。今後も、残された問題について研究を行っていきたい。なお、「日米共同研究、地盤変状と地中構造物の地震被害に関する研究」の研究会の方々には実験、解析データに関し、貴重なご意見をいただいた。感謝する次第である。

参考文献 1) 安田 進・中島良二・規矩大義：液状化による地盤の永久変位の模型実験と解析、地盤と土構造物の挙動に関するシンポジウム発表論文集、PP.189～196,1989