

液状化による永久変位の解析

九州工業大学工学部	正会員	安田 進
同 上	学生会員	○山本芳生
同 上	学生会員	規矩大義
同 上	学生会員	宮本孝行

※はじめに

筆者達は地震時における液状化地盤の永久変位に関して模型振動台実験を昨年行った<sup>1)</sup>。その結果永久変位のメカニズムを定性的に確認することができた。永久変位量を予測する場合その解析手法を開発する必要がある。そこで今回は考察されたメカニズムをもとに有限要素法により簡易的に解析する手法を考察してみた。

※解析における基本的考え方

振動台実験からの考察より永久変位は液状化によって地盤の変形係数が低下することにより初期せん断応力を受けている地盤が全体的にすべり出す現象だと考えられた。そのため今回の解析では静的な有限要素法により解析した初期応力状態に対して、変形係数を低下させて再度解析することにより変位量を求めこれを永久変位量とした。これは最近構造物の地震時沈下量などを解析するために用いられ出している残留変形解析手法を利用したものである。ただし液状化層は既知のものとし、ただ単に液状化層の変形係数を低下させる簡易法としている。なお液状化にともなう変形係数の低下率については既往の室内実験<sup>2)</sup>を参考としている。

※解析対象モデル及び解析方法

振動台で行った模型地盤を解析対象モデルとして選んだ。これは図-1のように表層に液状化層、下層に非液状化層を設けたもので地表面の勾配や液状化層下面の勾配、液状化層厚を変えて8種類の実験を行ってある。

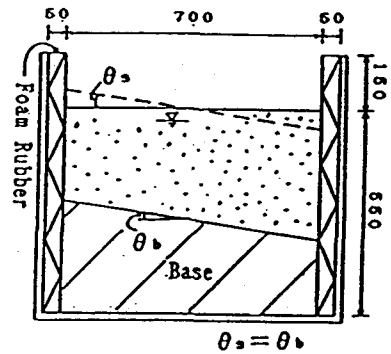


図-1 解析対象モデル

解析は弾性解析で行ったが、①土を積み上げてゆく段階施工を再現(拘束圧の変化で逐時ヤング率を変える)する方法を主体とし、その他②一度に土が積まれたと単純化した方法も比較のために行った。また液状化後のヤング率は一樣に(1/1500)とした。これは代表的モデルにおける地表面平均変位量での試行結果による。

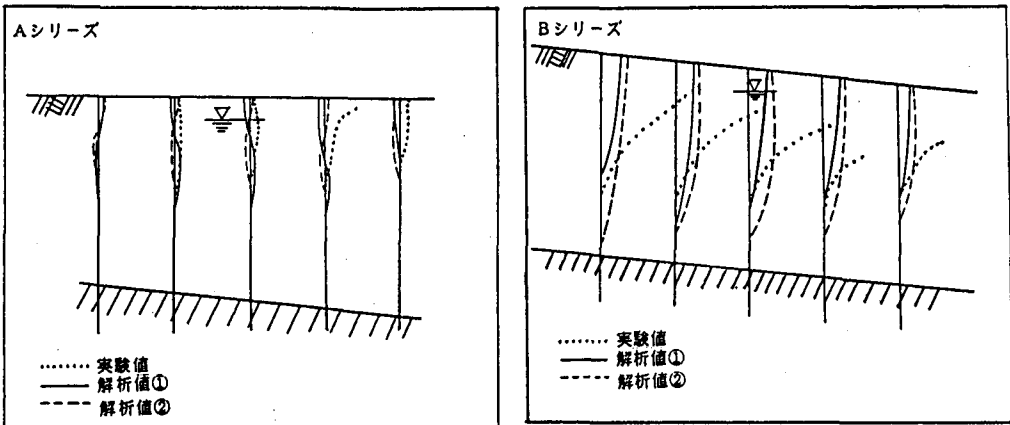


図-2 深さ方向の変位分布

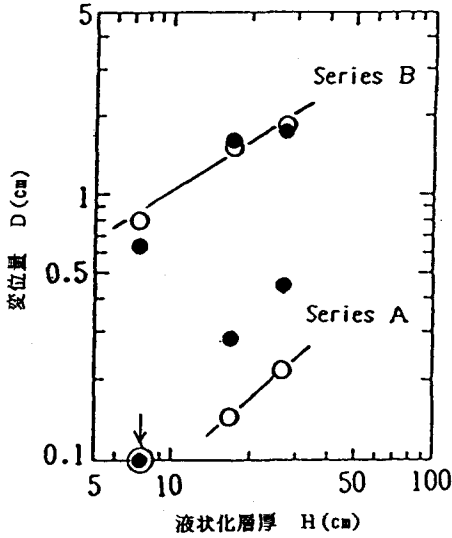


図-3 変位量と層厚の関係

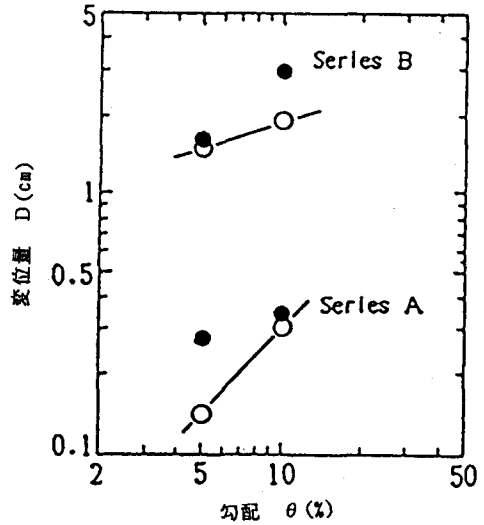


図-4 変位量と勾配の関係

#### ※解析結果

まず深さ方向の変位分布についてみると図-2のようになった。点線で示しているのは昨年の実験値のうち最終値（液化化後10秒）である。地表が水平なAシリーズでは変位方向にバラつきがあるが絶対値が小さいため評価できない。また地表も傾いているBシリーズについては変位の傾向は実験値とよく合っているようである。

また地表面での平均変位量と層厚の関係を図-3に、勾配との関係を図-4に示した。ともに●印で示したものは実験値である。両シリーズとも層厚と勾配の影響については同様の傾向となった。しかしその絶対値を比較するとAシリーズでは全体的に実験値よりも解析値のほうが小さい値となった。またBシリーズではほぼ等しい値となった。

次に前述の②の方法で解析を行った結果を破線で図-2に示している。この方法を用いてもある程度永久変位をシュミレートすることができるようである。

#### ※まとめ及び今後の課題

今回の解析において昨年の実験についてはある程度シュミレートすることができた。ただし問題点も多く残っているそのもっとも大きいものとして変形係数の低下がある。この点については今後も研究を続ける必要があると思われる。その第一歩として被害事例をもとにモデル地盤を考えて今回と同様の低下率を使用して解析を行うことを考えている。また低下の過程を考えた時間的解析、ならびに液化化の程度を考えた液化化時の地盤の挙動について全般的なシュミレートを行うことを考えている。

なお解析プログラムについては基礎地盤コンサルタンツ（株）の土谷尚、荒岡邦明、松村真一郎氏の協力を得た、末尾ながら感謝する次第である。

#### ※参考文献

- 1) 安田進・他：液化化による地盤の永久変位に関する振動台実験、第22回土質工学研究発表会、1987。
- 2) 安田進・他：液化化にともなう地盤の変形特性の変化、第22回土質工学研究発表会、1987。