液状化による永久変位発生メカニズムに関する実験的研究

東海大学　学生員○若林俊也
東海大学　〃　立花信行
東海大学　正　員　浜田政則

1．はじめに

液状化した地盤が地形，土質条件によっては、側方に数メートルも移動することが既往の研究により明らかにされている。[1)2)]また、液状化層厚，地表面勾配などが永久変位量に与える影響が検討され、この結果をもとに変位量の予測式が提案されている。しかし、液状化による地盤の水平移動のメカニズムは未だ解明されていないのが現状である。本研究は、模型土槽の加振による液状化実験を行い、永久変位の発生メカニズムを探ろうとするものである。

2．永久変位の発生のメカニズムの仮説

永久変位が発生した地域の詳細な調査から、以下のことが明らかにされている。　1）永久変位が発生し始める起点付近では、多数の亀裂が生じ地盤が沈下する。　2）永久変位の収束する地域では、多くの噴砂・噴水が生じており地盤が全体的に隆起傾向にある。以上の考察をもとに、永久変位の発生メカニズムについて次のような仮説を立てた。（図1参照）

STAGE1　地震動によりゆる詰めの砂が液状化する。

STAGE2　液状化した砂層の土砂が、表層のある部分で噴砂する。

STAGE3　土砂の噴出による体積減少を補うように液状化層に流れが生じ、その流れに乗って非液状化層の表層が移動し、永久変位が生じる。

上述の仮説を実証するため以下の実験を実施した。

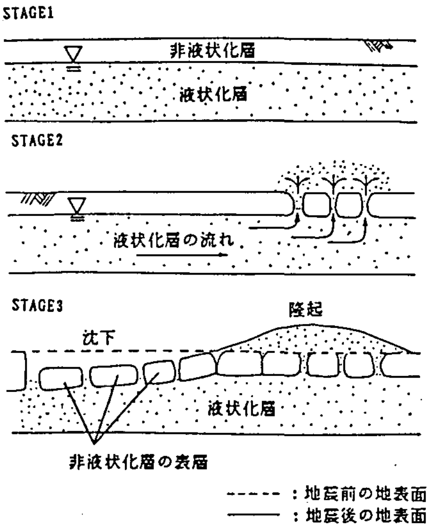

図1　地盤の永久変位発生メカニズム

3．実験概要

実験装置の概要を図2に示す。地盤モデルは非液状化層（砕石），液状化層（豊浦標準砂）及び表層の3層構造とした。液状化層は、層厚20cmとし水中落下によりゆる詰めにした。液状化層内には砂の動きがわかるように、20cm間隔で7号ケイ砂を幅3cmのスリット状にいれ、さらに比重1.75の標的を地表面と地表面下10cmに図3に示すようにそれぞれ埋設した（図中1～14はスリット番号を示す）。透水係数は、カルボキシメチルセルロースを用いて水の約7分の1とした。表層部はゴム膜で作り、噴砂させるため全幅に渡って幅1cmの開口部を設けた（図2中①）。表層の上には上載荷重として水の入った袋を載せた。

地盤モデル作成後、起振機で水槽短手方向に加振し、間隙水圧の上昇の度合により液状化の発生を確認して、

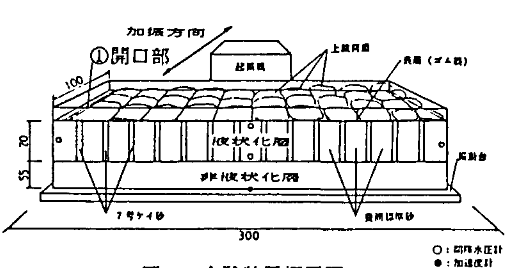

図2　実験装置概要図

開口部を開き噴砂を生じさせた。加振は、噴砂・噴水がほぼ終了するまで行った。 実験終了後、液状化層を鉛直方向に５ｃｍづつ掘り下げ、各断面の７号ケイ砂の動きをカメラで撮影し、標的の変位量を測定した。

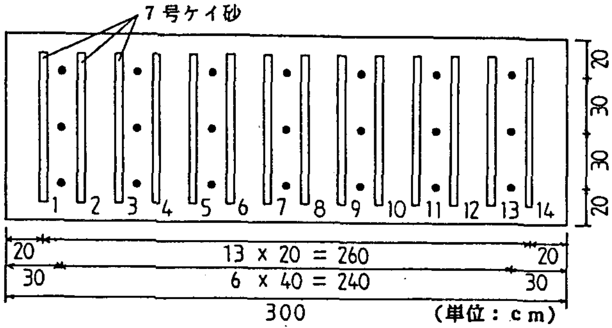

図３　標的，７号ケイ砂位置図

４．実験結果

実験後の標的の変位量をベクトルで図４に示す。変位はおおむね開口部の方向に向かって生じている。また、７号ケイ砂の動きも開口部に向かっており、特に開口部に近い方に大きな変位が認められる（図５参照）。液状化層は全体的に３～５ｃｍほど沈下しており、沈下した体積と噴砂・噴水した体積はほぼ等しかった。変位の発生状況より、液状化層全体に砂の体積移動が及んでいたものと考えられる。

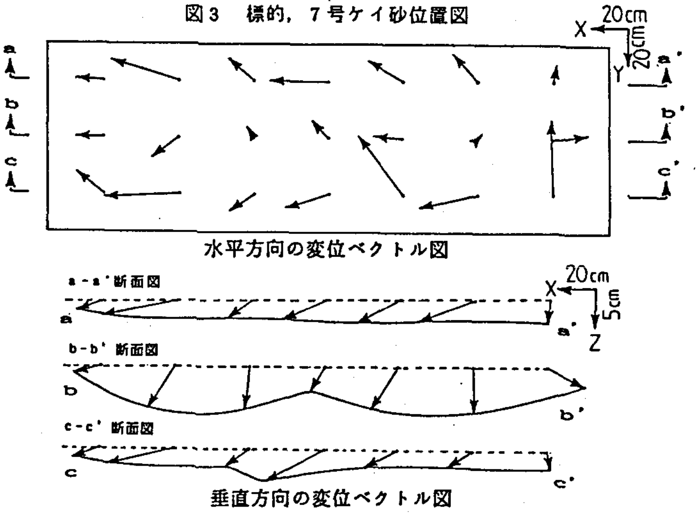

図４地表面の垂直・水平方向変位ベクトル図

５．おわりに

本実験の結果より、地表面、液状化層下面勾配が共に平坦な地盤でも、地盤の側方移動が起こる可能性があることが確認された。また、液状化した土砂が噴砂領域へ向かって移動していることより、永久変位は液状化層の体積移動によって生じているのではないかということが考えられる。今後は、変位量と噴砂・噴水量の定量的な関係、変位量と液状化層厚の関係等に注目した実験を行う予定である。

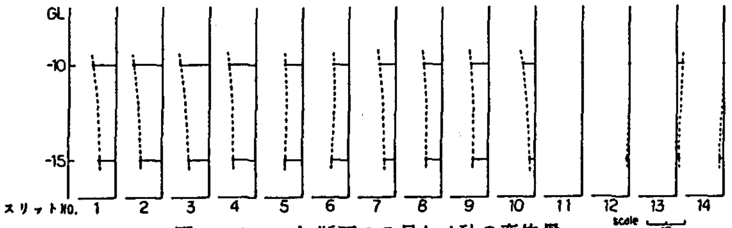

図５　ｂ－ｂ'断面の７号ケイ砂の変位量

［参考文献］　１）浜田・他：液状化による地盤の永久変位の測定と考察、土木学会論文集、第376号／Ⅲ-6,1986年12月　２）浜田・他：液状化による地盤の永久変位と地震被害に関する研究、土木学会論文報告集、第376号／Ⅲ-6,1986年12月　３）M.Hamada,et al.,1986,Study on Liquefaction Induced Permanent Ground Displacements,Association for The Development ofEarthquake Perdiction