

## 最大過剰間隙水圧に注目した液状化時の地盤永久変位に関する実験的研究

金沢大学大学院 学生会員 ○安藤 康二  
 金沢大学学生 芦田 隆  
 金沢大学工学部 正会員 北浦 勝  
 金沢大学工学部 正会員 宮島 昌克  
 金沢大学工学部 正会員 池本 敏和

### 1. はじめに

近年、液状化による地盤の永久変位に関する研究が活発に行なわれている。しかし、その発生メカニズムは十分に解明されているとはいえず、模型実験を通してそれを明らかにし、変位量を支配する主要な要因を抽出しようとする研究が行なわれている。発生メカニズムに関する研究としては、立花・浜田<sup>1)</sup>が、永久変位の発生し始める起点付近では多数の亀裂が生じ、永久変位の収束する地域では多くの噴砂が生じていることに着目している。さらに、噴砂現象が液状化による永久変形に積極的に関わっているとの仮説を立て、浸透流による液状化実験を行なっている。また、著者ら<sup>2)</sup>、佐々木ら<sup>3)</sup>は、過剰間隙水圧の経時変化と地盤変位の経時変化との関係に注目して振動実験を行なっている。一方、地盤の変位量には、地盤構成、液状化層の厚さや深さ、勾配、地震動の大きさと継続時間などが複雑に絡まり合って影響しているものと考えられる。安田ら<sup>4)</sup>は、液状化層厚、液状化層下面の勾配、相対密度に、著者ら<sup>2)</sup>は、液状化層厚、液状化層の勾配、液状化層の幅に、佐々木ら<sup>3)</sup>は、液状化層厚、液状化継続時間、地表における加速度振幅に、それぞれ注目して実験を行ない、変位量を支配する主要な要因を明らかにしようとしている。

本研究では、過剰間隙水圧が最大となっている継続時間が地盤の最終変位量に積極的に関わっているとの仮説を立て、この両者の間にどのような関係があるのかを模型振動台実験によって確かめ、液状化による地盤の永久変位について考察を加えた。

### 2. 実験概要

実験装置の概略を図1に示す。実験に用いた砂箱は、長さ1500mm、幅500mm、高さ350mmであり、これを長手方向に5 Hzの正弦波で加振した。表面に砂を張り付けた板を砂箱の底に敷くことにより、液状化地盤の底面に一定の傾斜をもたせ、地盤の表面も底面の板と平行になるようにして傾斜地盤を作成した。作成地盤中央部の3箇所に水圧計を設置することにより、地盤中の過剰間隙水圧の時刻歴を測定した。最大過剰間隙水圧が地盤の永久変位量に及ぼす影響を調べるために、加振時間を変えた実験を幾つか実施した。地盤表面に16本のピンを刺し、加振後にピンの頭の移動量を測定することによって、地盤の最終永久変位量を求めた。

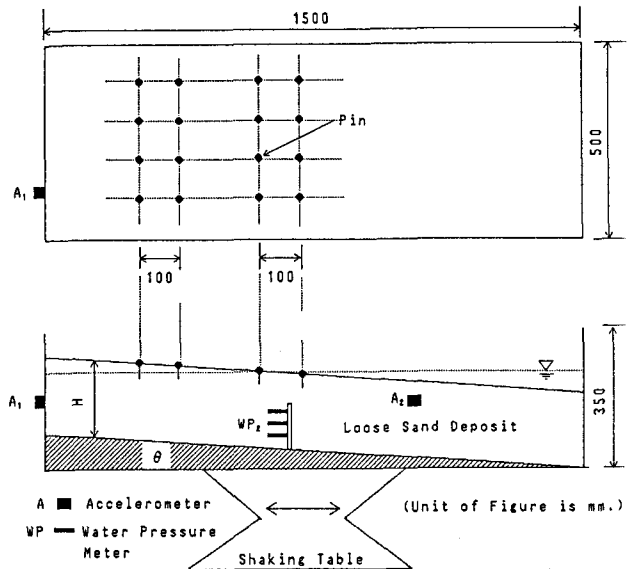


図1 実験概略図

図2に砂層の傾斜を $\theta=4\%$ 、地盤の厚さを $H=20\text{cm}$ とした場合における地盤中の過剰間隙水圧( $WP_2$ )、地盤の応答加速度( $A_2$ )のそれぞれの時刻歴を示す。同図から、加振後約5秒において過剰間隙水圧が最大となり、同時に地盤の支持力が急激に減少していることがわかる。また、加振後約15秒において過剰間隙水圧の消散が

始まっており、同時に地盤の支持力が回復していることがわかる。すなわち、過剰間隙水圧が最大となっている時間は地盤の支持力が最も減少している時間と一致し、地盤中の液状化の程度が最も大きくなっている時間と考えられる。

図3は入力加速度を130galとした場合の加振時間と地盤表面の平均永久変位量との関係を示している。同図によれば、加振後約15秒において液状化による永久変位量が既に最終変位量にほぼ達していることがわかる。これは図2に示しているように、加振後約15~20秒において過剰間隙水圧がほぼ消散しており、地盤の支持力もほぼ回復しているためと考えられる。

図4は入力加速度と地盤表面の平均永久変位量との関係を示している。同図によれば、入力加速度が130gal程度まではほぼ線形的に、入力加速度の増加と共に地盤表面の平均永久変位量は増加するが、ある限度を越えると永久変位量が減少していることがわかる。これは、入力加速度をある限度以上にすると地盤中の過剰間隙水圧の消散速度を増大させ、地盤の支持力回復が速くなるためと考えられる。このことは、地盤中の応答加速度や過剰間隙水圧の時刻歴からも確かめられる。

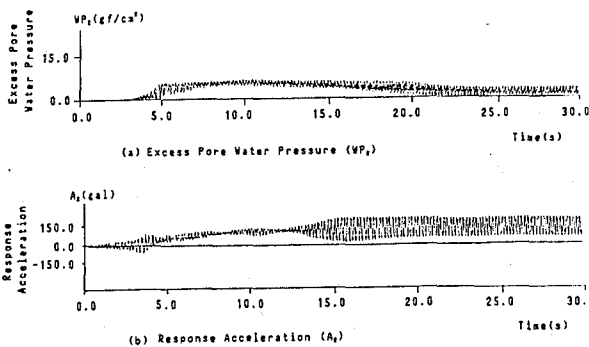


図2 地盤中の過剰間隙水圧及び応答加速度の時刻歴

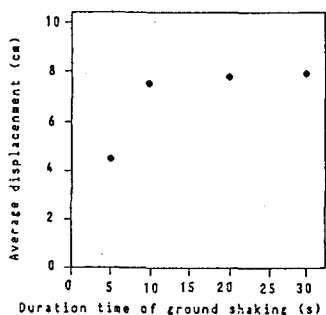


図3 加振時間と平均永久変位量との関係

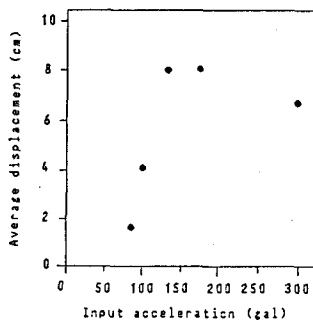


図4 入力加速度と平均永久変位量との関係

本研究では液状化による最終永久変位量が地盤中の最大過剰間隙水圧の影響を強く受けていることを示すと共に、入力加速度の影響をも受けていることを模型実験によって明らかにした。しかし、実験装置の大きさの制約から実験テナに側壁の影響がある等、数々の問題が残されている。今後はこれらの問題を踏まえてより多くの条件下で実験を実施し、さらにテナを蓄積していく予定である。

参考文献

- 1) 立花信行・浜田政則：液状化による永久変位発生メカニズムの実験的考察，土木学会第44回年次学術講演会講演概要集，I，pp.886~887，1989。
- 2) Miyajima, M., Kitaura, M. and Nomura, Y.: Characteristics of Permanent Ground Displacement Induced by Soil Liquefaction, Memoirs of the Faculty of Technology, Kanazawa University, Vol.21, No.1, pp.1~10, 1988.
- 3) 佐々木 康・佐谷祥一：液状化に伴う地盤流動に関する振動台実験，第24回土質工学研究発表会発表講演集，pp.1025~1028，1989。
- 4) 安田 進・多田 浩・中島良二・山元芳生：液状化地盤の永久変位に関する模型実験，第19回地震工学研究発表会講演概要，pp.185~188，1987。