

III-198 液状化地盤の大変形に関する振動台実験

東京電力(株) 正員 ○塩冶 幸男
東京電力(株) 正員 桑原 弘昌
(財)電力中央研究所 正員 大友 敬三

1. はじめに

新潟地震、日本海中部地震においては地盤の液状化に伴い数mにも及ぶ側方流動が生じていたことが浜田・安田ら^{1),2)}によって明らかにされている。従って、地震時の電力の安定供給の信頼性向上を図るためには液状化による側方流動のような地盤の大変形に対する地中送電線路の耐震設計法・対策工法の確立が重要な課題であり、地盤大変形の発生メカニズム、ならびにそれが地中構造物に及ぼす影響を早急に解明する必要がある。そこで、今回、地震時の液状化による地盤の大変形に着目した大型土槽を用いた振動台実験を実施したのでその実験結果について報告する。

2. 実験方法

振動台は大型振動台(6.5m×6m,最大積載量100t)を用いた。鋼製の大型土槽(H:1.0m×D:1.0m×L:6.0m)の側面はアクリル板張りとし、液状化時の地盤の大変形を写真測量できるようにした。模型地盤は、実地盤において大変形が生じた地盤構成を考慮し、図-1に示すようなローム部と砂部の2層とした。ローム部は非液状化層となるように十分締固め、10%の勾配を持たせた。砂部には千葉県富津市の浅間山の砂(比重=2.684,平均粒径=0.3mm,均等係数=2.21,最大間隙比=1.015,最小間隙比=0.630)を用いた。

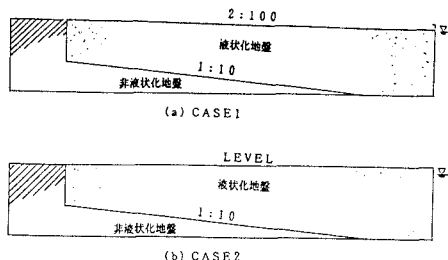


図-1 実験ケース

砂部地表勾配の地盤の大変形に及ぼす影響を調べるために、図-1に示すようにCASE1は地表面に2%の勾配をつけ、CASE2の地表面はレベルとした。また、CASE1については砂部の相対密度を変えて($D_r=56\%, 52\%, 40\%$)計3ケース実施した。振動台による加振は2Hzの正弦波とし、入力加速度は約170gal、加振時間は30秒とした。飽和砂地盤の応答を計測するために地盤内に加速度計と間隙水圧計を設置した。又、液状化による地盤の大変形を計測するために地盤側面および地表面にマーカーを設置した。地盤中のマーカーは白色砂を格子状(20cm×20cm)に作り、地表面のマーカーはカーペット用のピンの頭部に3cm四方のアルミ板を取り付けたものを地表面に格子状に設置し、これらを標点とした。さらに、土槽の主な部分と土槽

周辺に基準点(不動点)を設け、基準点と標点間の連続写真測量を実施することにより振動台加振中の地盤の変形を測定した。

3. 実験結果

(1) 写真撮影結果

図-2は加振前と振動台停止後の土槽上面

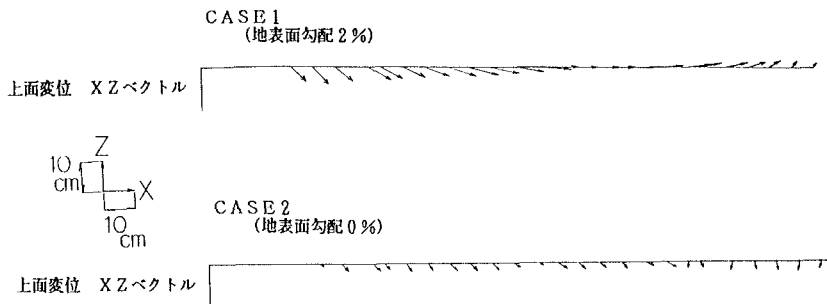


図-2 地表面の変位ベクトル

からの写真撮影で測定した地表面の変位ベクトルである。地表面勾配のあるCASE 1は地表面の水平なCASE 2に比較して水平方向の地盤変形が多く出ていることがわかる。地盤側面の写真撮影結果よりこの水平方向の地盤変形はあるすべり面に沿って生じたのではなく、せん断型の変形によるものであることが確認されている。又、液状化層下面に沿ったすべりも小さいことから、この水平方向地盤変形は地表面勾配が主な発生要因であると考えられる。従って、CASE 1のベクトルは勾配に沿ったせん断型の水平地盤変形と地盤の沈下が重なしたものと考えられる。

（2）液状化による側方流動の発生メカニズム

図-3は加振開始後4.1秒、6.6秒、9.1秒、27.1秒、振動台停止の各時点について、砂層内の過剰間隙水圧比分布と土槽側面からの写真測量によって求めた地盤中の水平変形量を対比して示したものである。ここで、間隙水圧比とは間隙水圧をその点での初期有効上載圧で除した値である。間隙水圧比の分布を見ると間隙水圧比が0.8以上（ほぼ完全液状化と考えられる）の部分で変形が生じていることがわかる。又、水平変形量の経時変化をみると変形は急激に生じているのではなく、液状化継続中に徐々に生じていることが認められる。図-4は土槽上面からの写真測量によって求めた地表面水平変形量と地盤内の間隙水圧比分布から求めた液状化層厚の関係をプロットしたものであり、CASE 1の地盤条件のうち相対密度を変えた3ケース（○：56%、●：52%、△：40%）の実験結果を合わせて描いてある。この図より地表面の水平変形量と液状化層厚の間には関係^{1), 2)}のあることが認められる。また、相対密度が小さい（地盤が緩詰めである）ほど地表面の水平変形量は大きく生じていることもこの図から読み取れる。

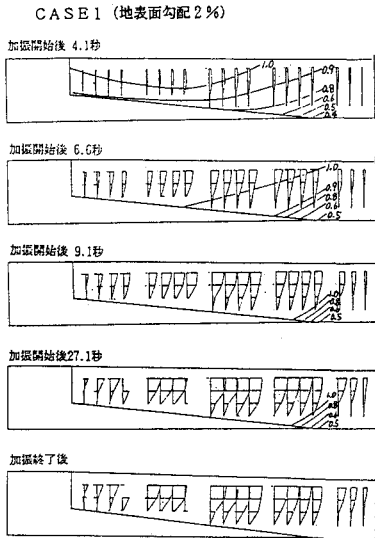


図-3 液状化領域と地盤水平変形量

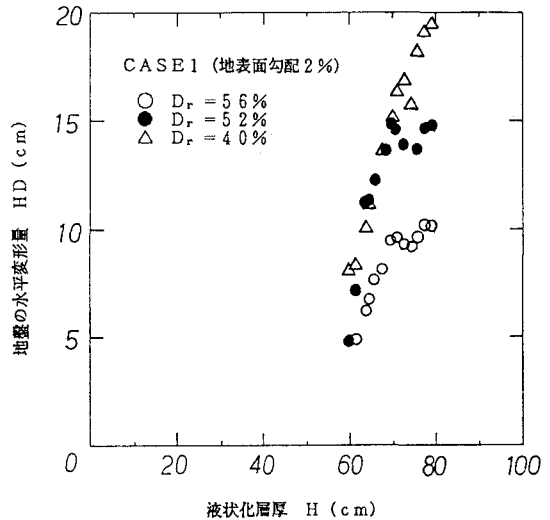


図-4 液状化層厚と地表面水平変形量

4. おわりに

液状化による地盤の大変形に着目した大型土槽を用いた振動台実験を行った結果、今回の実験条件下では地盤の水平変形は地表面が傾斜していることによる液状化継続中のせん断型の変形となって発生し、地表面の水平変形量は液状化層厚、ならびに初期の地盤相対密度と関係があることがわかった。

本実験の実施にあたり九州工業大学安田進助教授の貴重な助言を戴いた。謹んでここに謝意を表する。

- 〔参考文献〕 1) 浜田・安田・磯山・恵本：液状化による地盤の永久変位の測定と考察、土木学会論文報告集、第 376号/Ⅲ-6、pp.211~220、1986。
 2) 浜田・安田・磯山・恵本：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、pp.221~229、1986。