

金沢大学大学院 学生員 ○宮島 昌克
 金沢大学工学部 正員 北浦 勝
 金沢大学 学生 武蔵 正信

1. はじめに

地震時に液状化が発生する可能性が大きい地域に地中構造物を埋設しなければならぬ場合、その対策として考えられるのは、まずオーに地盤改良などにより液状化の発生そのものを防ぐことである。しかし、想定以上の大きな地震に襲われるかもしれない、これだけで万全とは言えない。オーに考えられるのは、液状化しても構造物が破壊しないような対策を講ずることである。液状化時の地中構造物の被害をみてみると、液状化した地盤より比重の小さな構造物は浮き上がり、比重の大きな構造物は沈下、傾斜している。また、両者の接合部では非常に大きな被害を生じている。したがって、液状化対策として、このような浮上、沈下を防ぐことが考えられる。しかし、これだけではたして十分なのだろうか。本研究はこのような観点から、液状化時の地中埋設管の破壊機構を明らかにするためのオー一歩として、ゆる詰め飽和砂層と乾燥砂層中に埋設された管の模型を振動台にて加振し、その動的挙動を明らかにしたものである。

2. 実験概要

振動台（島津製作所製，EHV-3）上に設置した砂箱（幅500×長さ1500×高さ350mm）に比較的細砂で均一な砂（有効径0.1mm，均等係数2.3，粒径はほぼ0.1mmから0.6mmの間に分布している）を厚さ250mmまで入れた。砂箱の周囲に厚さ60mmの中空の発泡スチロールを、そして管と垂直となる側壁にはさらに厚さ60mmのスポンジを貼りつけ、砂層のせん断変形の拘束を多少なりとも軽減するようにした（図-1）。地中埋設管模型としてはサンウレタン丸棒ゴムを使用した。丸棒ゴムはその寸法が20φ×1000mm，弾性係数810kg/cm²，単位体積当たりの重さ1.14g/cm³である。丸棒ゴムの中央部の上（A），下（C），両端（B，D）の4ヶ所に歪ゲージ（東京測器研究所製，PL-5-11）を接着し，防水加工した。また，地盤の動きを計測するために加速度計（東京測器研究所製，A-2）を，飽和砂実験においてはさらに間隙水圧計（豊田工機製，PMS-5M）を，それぞれ管中央部の近傍にセットした。

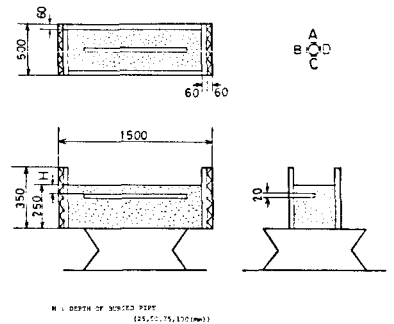


図-1 実験概要図

はサンウレタン丸棒ゴムを使用した。丸棒ゴムはその寸法が20φ×1000mm，弾性係数810kg/cm²，単位体積当たりの重さ1.14g/cm³である。丸棒ゴムの中央部の上（A），下（C），両端（B，D）の4ヶ所に歪ゲージ（東京測器研究所製，PL-5-11）を接着し，防水加工した。また，地盤の動きを計測するために加速度計（東京測器研究所製，A-2）を，飽和砂実験においてはさらに間隙水圧計（豊田工機製，PMS-5M）を，それぞれ管中央部の近傍にセットした。

3. 乾燥砂実験

飽和砂実験の結果が乾燥砂実験のそれとどの程度異なるかを比較するために，まず乾燥砂実験を行なった。実験に先立ち，

図-2に示すように砂箱の上をコロを介してバケツを移動させ，バケツの底に開けられた細いスリットから少量ずつ砂を入れるという方法で，均一なゆる詰め飽和の砂層を作った。この後約200galの加速度で締め固め，各実験中の地盤の硬さがほぼ一定となるようにした。

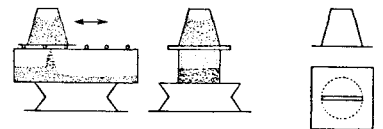


図-2 均一な砂層を作る装置

図-3は埋設管の軸方向に加振した結果を示している。歪の全振幅で歪の大きさを代表させ、各振動数ごとの定常となった時点での応答をまとめたものである。図中上方の曲線は地盤の加速度であり、下方の4本の曲線が丸棒ゴムの歪である。砂層の卓越振動数である35Hz付近ですべての歪が大きくなっており、流動化が生じたと考えられる。また、各点の歪の値が全振動数域においてほぼ等しいことから、軸歪が卓越しているといえる。図-4は埋設管の軸直角方向に加振した結果である。この時、砂箱を振動台上で90°回転し固定したので、軸方向加振の結果と直接比較はできないが、この場合も35Hz付近で両横(B,D)の歪が大きい値を示しており、このことは曲げ歪が卓越していることと、流動化の発生を表わしている。

4. 飽和砂実験

める話めの飽和砂地盤を作成するために、ホースの先にビニール管を接続し、これを砂層底面まで貫入し、水を注入して地盤が非常に軟弱になるようにした。図-5、図-6はそれぞれ過剰間隙水圧と埋設管の歪の記録である。以下、過剰間隙水圧はその中立軸の値で代表し、歪は図-6に示すように、その全振幅をひずみ全振幅、中立軸の初期状態からの変位量を大ひずみと名付け、大ひずみ、大ひずみの変化の割合、ひずみ全振幅について整理した。なお、大ひずみの変化の割合というのは、過去1秒間における大ひずみの変化量を表わすものとした。

図-7は、埋設深さ50mmにおいて、管軸方向に5Hzで30秒間加振した結果である。過剰間隙水圧の記録より1秒後にほぼ完全液状化となり、約10秒間継続していると考えられる。この時の大ひずみの変化の割合、ひずみ全振幅を見ると、それぞれ2つのピークを持っており、それは完全液状化時というよりも、むしろその前後の不完全液状化時、あるいは再堆積時にピークを示している。図-8は管軸直角方向に加振した結果であるが、同様のことと言える。また、歪の値を乾燥砂実験の結果と比較すると格段に大きいことがわかる。

なお、この外に種々の実験を行な、たが、それらの実験結果および詳しい考察は講演時にゆずる。

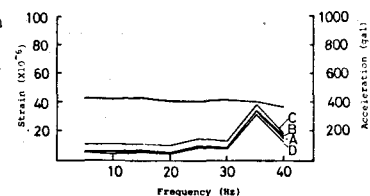


図-3 管の共振曲線；乾燥砂
管軸方向加振

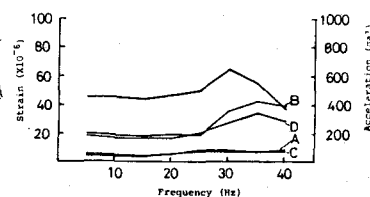


図-4 管の共振曲線；乾燥砂
管軸直角方向加振

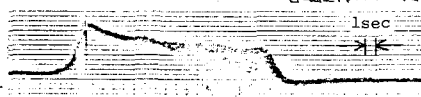


図-5 過剰間隙水圧の記録

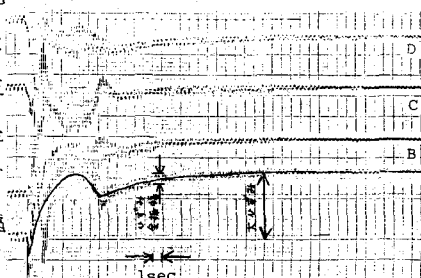


図-6 埋設管の歪記録

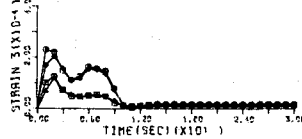
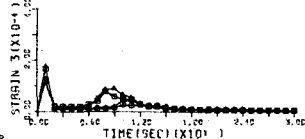
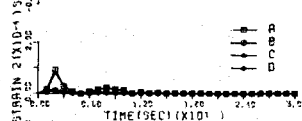
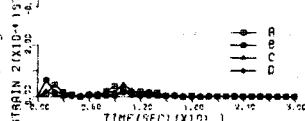
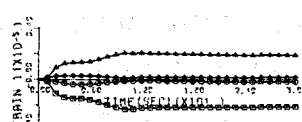
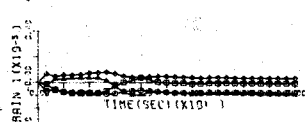
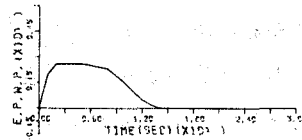
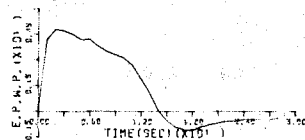


図-7 過剰間隙水圧、大ひずみ、
大ひずみの変化の割合、ひ
ずみ全振幅の時間曲線
飽和砂、管軸方向加振

図-8 過剰間隙水圧、大ひずみ、
大ひずみの変化の割合、
ひずみ全振幅の時間曲線
飽和砂、管軸直角方向加振