

振動台を用いた液状化過程における埋設管の挙動についての一考察

新日本製鐵（株）正会員○ 長谷川 久 柳本 速雄
 新日本製鐵（株） 柴田 良樹
 東京ガス（株） 正会員 塚本 克良

1. はじめに

地震時の地盤の液状化による埋設管の被害の原因は、一般的に動的な地盤変形によるもの、浮力によるもの、液状化後の永久変位によるものに大別されている¹⁾。この中で埋設管に決定的な被害を与えるものとして、地盤の動的変位、永久変位による影響が注目されており、安田ら^{2) 3)}により、液状化による地盤の動的変位、永久変位の解明の為の模型実験が行なわれている。筆者らは、勾配を設けた地盤中に管を敷設し、管に対し平行及び直角方向に加振を与え、地盤を液状化させた時の地盤の動的変位、永久変位と管の発生ひずみの関係をとらえるための実験を行った。ここではその内の、地盤の動的変位および永久変位が管に与える影響について報告する。

2. 実験概要

模型地盤は、図1に示すように、内寸法縦2.6m×横2.6m×高1.8mの大型土槽内に層厚1.1mの飽和砂層地盤を作成し、地盤底部及び表面に5%、10%の勾配を設けた。地盤材料として使用した砂は、均等係数5.87、有効径0.02の液状化し易い砂を用いた。表1に示すように、実験ケースは前記2種類の勾配及び加振方向を組み合わせた4ケースを行った。供試管は、外径60.5mm、厚さ1.65mmの直管のステンレス製パイプを用い、地盤表面からパイプ表面迄の距離が常に50cmとなるように設置した。供試管の端部は、非液状化層と液状化層との境界条件に近づけるために土槽に予め取り付けた鋼製ガイドバーにボルトで接続した。なお、液状化時の浮力による影響を与えないようにするために、パイプ内面には地盤の単位体積重量と等しくなるよう粘土を等分布に充填した。計測は図1に示すように加速度計、間隙水圧計を地盤内に設置し、パイプにひずみゲージを取付け、加振開始と同時に計測を開始した。地盤製作中および地盤の液状化時において計器の設置位置、計測方向が出来るだけ変化しないよう各計器はたこ糸で吊るしておいた。振動台による加振は3Hzの正弦波で80gal～200galまで段階的に変化させ、10秒間の加振を基準とした。

3. 実験結果及び考察

加振開始とともに計測した地盤の動的変位および永久変位により発生するパイプの軸方向ひずみをケース

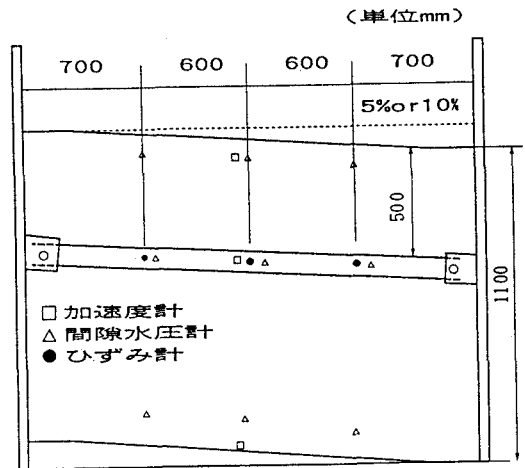


図1 実験概略図

表1 実験条件

ケース No.	加振方向	地盤勾配	相対密度
1	軸直角	5%	25 %
2	軸方向	5%	45 %
3	軸直角	10%	30 %
4	軸方向	10%	30 %

3を例に図2に示す。図の軸方向ひずみは、最もひずみが大きく発生した軸方向中央部の引張側の軸方向ひずみを示す。加振開始とともに地盤の動的変位にตอบสนองしてパイプの動的ひずみ（ α ）が発生し、ひずみ振幅は次第に増大しながら振幅中心は初期の位置から移動を始める。加振前の初期のひずみゼロ点から振幅中心までの移動量（ β ）が地盤の永久変位による発生ひずみである。これら動的ひずみ、永久ひずみの関係を加振開始からのパイプ設置位置における過剰間隙水圧比とともに図3に示す。これより、動的ひずみは加振開始後、過剰間隙水圧比の上昇とともに増加し始めているのに対し、永久ひずみは過剰間隙水圧比がある程度上昇してから増加し始めているのが読み取れる。これに対し、動的ひずみは、過剰間隙水圧比が1.0に達する付近から低減している。動的ひずみ、永久ひずみの発生量を各ケースに対し比較した結果を表2に示す。ケース2, 3, 4で永久変位によるひずみが動的変位によるひずみに対し1.56倍から6.4倍の値を示している。ケース1については地盤の相対密度が25%と他のケースに比べ比較的軟らかく、加振開始とともに液状化が生じ、加振による慣性力に対し抵抗するよりも早く地盤の拘束力が低下したためと考えられる。

4. まとめ

地盤中に敷設されたパイプラインに対し、液状化現象の発生による地盤の動的変位および永久変位と、パイプに発生する軸方向ひずみの関係を捉えることを目的として振動台を用いた実験を行った。本実験結果では、従来、液状化過程におけるパイプに発生する軸方向ひずみは、地盤の動的変位によって発生するひずみが支配的になると言われているが、地盤の永久変位によってパイプに発生するひずみが支配的になり得ることを確認できた。

5. あとがき

本研究を遂行するにあたり御指導頂いた、九州工業大学の安田進先生をはじめ地盤工学研究室の皆様方にご場をお借りして感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 宮島 昌克：地盤液状化による埋設管路の破壊、配管技術、1990.3
- 2) 安田・多田・福崎・中島：液状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講演集、1987
- 3) 安田・規矩・豊島：液状化過程を考慮した埋設管の解析、第27回土質工学研究発表会、1992

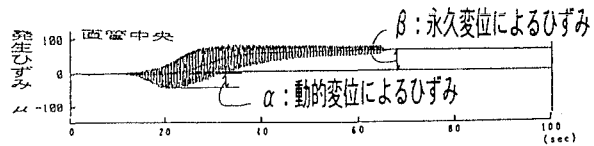


図2 動的ひずみ及び永久ひずみの定義

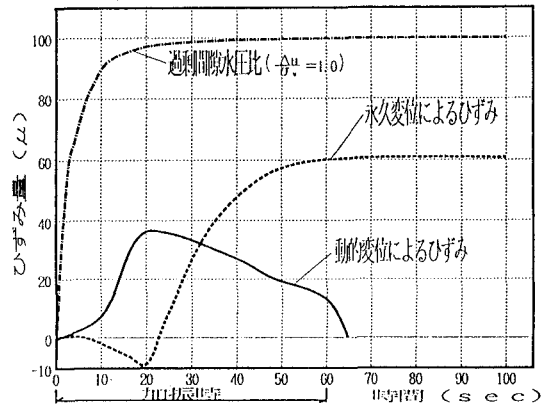


図3 動的ひずみ及び永久ひずみの時刻歴

表2 設置方向のちがいに発生ひずみ量

	ケース1	ケース2	ケース3	ケース4
a 動的ひずみ 最大値 (μ)	142.0	5.6	39.0	4.0
b 永久ひずみ 最大値 (μ)	48.0	18.5	60.8	25.6
b/a	0.34	3.30	1.56	6.40