

地盤変状による埋設管路の地震時挙動

金沢大学大学院 学生員 ○木村 哲雄
 金沢大学工学部 正 員 北浦 勝
 金沢大学工学部 正 員 宮島 昌克

1. はじめに

近年、液状化に伴う永久変形や地盤沈下など地震時の地盤変状により上下水道管、ガス管などのパイプラインに大きな被害が発生している。さらにその被害の多くは、液状化地盤と非液状化地盤の境界部付近、すなわち液状化遷移領域に集中して発生していた。そこで筆者らは、これまで、液状化遷移領域に注目し、液状化の発生範囲や地盤ばね定数の低減率が管路に及ぼす影響について、管路の挙動解析を行ってきた¹⁾。今回は、液状化遷移領域に注目し、挙動解析に対応するような模型実験を行い両者を比較検討した。

2. 実験概要

Fig. 1に実験装置の概略図を示す。図中のLはゆる詰め砂層を、Dは締め固め砂層を表わしている。振動台は水平一方向に加振できるものである。この振動台の上に鋼製の砂箱（長さ1500mm、幅 500mm、高さ 350mm）を固定し、その中に手取川の砂を水中落下させて厚さ 220mmの模型地盤を作成した。この砂は、平均粒径が 0.2mm、均等係数が2.96の比較的均一な砂である。その、地表面から深さ60mmの所に丸棒ゴムの管模型（直径20mm、長さ1000mm）を埋設した。この模型地盤を、5秒間で最大加速度に達する5Hzの調和波で砂箱の長手方向に加振した。Table 1に示すように、最大加速度が120galで加振時間が6秒間または30秒間の2ケースと、最大加速度が150galで加振時間が6秒間または30秒間の2ケースの合計4ケースについて実験を行った。ここで6秒加振は液状化の発生後すぐに止めたケースであり、液状化終了後の振動締め固めの影響がないものである。それぞれの実験ごとに過剰間隙水圧、地盤の応答加速度、地盤の最終沈下量、管模型に生ずる歪、管模型の鉛直方向移動量を測定した。

3. 実験結果及び考察

Fig. 2の(a)にCASE3における入力加速度を、Fig. 2の(b)、(c)にそれぞれ締め固め地盤中と軟弱地盤中の過剰間隙水圧の値を、Fig. 2の(d)~(i)にS₁~S₆における軸歪をそれぞれ示している。同様にFig. 3には、CASE4におけるそれらを示す。ここで歪については、正が圧縮（パイプは上に凹形に変形）を、負は引っ張り（パイプは上に凸形に変形）を表わす。また、動的振幅を動歪（引っ張り・圧縮の動的繰り返し）、中立軸の変化を静歪（静的な引っ張り、または圧縮）と定義する。CASE3については、Fig. 2の(c)より約6秒で完全液状化に達しそれが約15秒まで続いていることがわかる。しかし、Fig. 2の(b)においては、水圧計が締め固め地盤中にあるので、そこでは完全液状化には達していない。Fig. 2の(d)~(i)の歪について

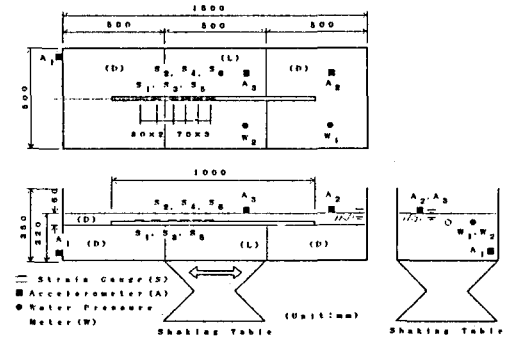


Fig. 1 General View of Test Apparatus

Table 1 Conditions of Test

Parameter \ CASE	Shaking Time (s)	Maximum Excitation Acceleration (gal)
1	30	120
2	6	120
3	30	150
4	6	150

は、過剰間隙水圧が急に上昇する約6秒のときに大きな動歪と静歪が発生することがわかる。動歪については、液状化の終了する15秒付近でもう一度大きくなっている。また、締め固め砂層中にある S_2 と、ゆる詰め砂層中にある S_3 を比較すると境界部付近 (Fig. 2の(e), (f)) では、液状化発生後すぐに発生する静歪が正負逆であることから、パイプには大きな力が働いていると考えられる。そして、静歪の絶対値はゆる詰め砂層中すなわち液状化地盤中の方が大きくなっている。CASE4については、実験中に表層地盤が液状化したとき (約6秒) に加振を止めている。このことにより液状化後の振動締め固めの影響がなくなっている。Fig. 3の(c) より約6秒から9秒の間液状化していることがわかる。歪についてはCASE3と同様過剰間隙水圧の上昇とともに大きな動歪が発生しているが、その後加振を止めたため動歪は消えてしまい、静歪が残っている。ここでも境界部付近では、液状化発生後に発生する静歪が正負逆である。以上のことからこれまで行ってきた解析や、震害報告と同様に実験についても液状化遷移領域では大きな歪が発生することがわかった。なお、CASE1、CASE2については、入力加速度が小さいため両者の応答に大きな違いが見られなかったが、液状化遷移領域では大きな歪みが発生していた。

4. まとめ

動歪は液状化発生時と液状化の終了時に大きく発生する。液状化の発生後すぐに加振を止めると、静歪が残留する。震害報告や今まで行ってきた解析と同様に、実験でも液状化遷移領域では大きな歪が集中する。以上のことが明らかとなった。

<参考文献>

- 1) 北浦 勝・宮島昌克・木村哲雄：液状化の発生範囲と地盤ばね状数が地中埋設管の破壊に及ぼす影響、第20回地震工学研究発表会 講演概要、pp.581~584、1989年7月。

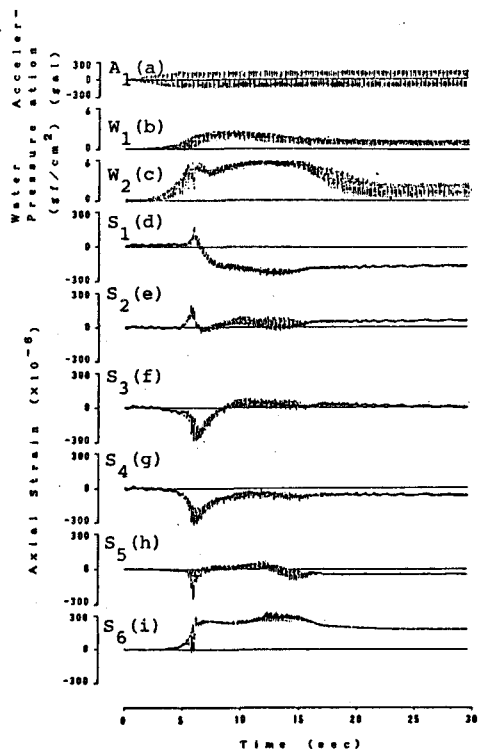


Fig. 2 Time Histories in the Shaking Test (CASE3)

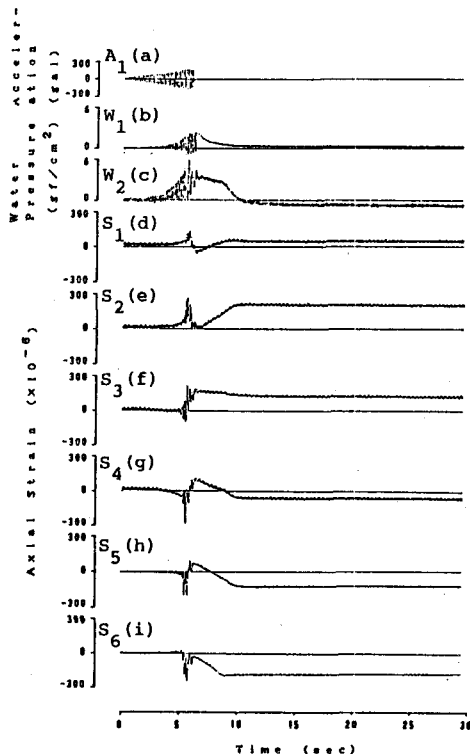


Fig. 3 Time Histories in the Shaking Test (CASE4)