

金沢大学工学部 正 員 ○宮島 昌克

金沢大学工学部 正 員 北浦 勝

1 はじめに

ライフライン系を構成する一要素である地中埋設管は、これまでの地震において多くの被害を被ってきた。過去の震害を見ると、地震波動の伝播による震害の他に、液状化や地すべり、断層などの地盤の破壊によって多くの地中埋設管に被害が生じている。著者らは、液状化時における地中埋設管の挙動に注目し、いくつかの実験を行ってきた。その結果として、液状化地盤中にある埋設管の歪は静歪と動歪に分解することができ、前者は埋設管の浮上によりもたらされる静的な破壊に、また後者は振動による埋設管の動的な破壊に結びつく可能性のある量であることを示している¹⁾。また、一端を固定された埋設管を用いた実験から、固定端近傍では動歪に比べ静歪が圧倒的に卓越し、しかも吻合部分に静歪が集中することが明らかとなっている²⁾。このことは、実際の震害例とよい一致を示している。つまり、地盤が液状化すると液状化した地盤より比重の大きいコンクリート構造物などは池下・傾斜し、液状化した地盤より比重の小さい地中埋設管は浮上する。そして、その吻合部では相対変位が大きくなり、多くの被害を生じている。この種の被害を軽減するための対策の一つとして、構造物との吻合部周辺の地盤を締固めるなどして液状化しないように地盤改良することが考えられる。このような観点から本研究では、半分をゆる詰めにし、残り半部分を締固めた飽和砂層中に地中埋設管模型を一端固定された状態で設置して振動台にて加振し、部分的に液状化した地盤中の地中埋設管の歪特性を明らかにした。

2 実験概要

実験概略図をFig.1に示す。地中埋設管模型としてサンウレタン丸棒ゴムを使用した。丸棒ゴムの上部に15枚の歪ゲージ(東京測器製, PL-5-11)を接着し、管歪を測定した。歪ゲージは固定端側よりそれぞれ1, 2, ..., 13, 16, 19と名付けた(Fig.2)。丸棒ゴムはFig.1に示すように砂箱の側壁に剛結された鋼製の腕に固定されている。また、水圧計(豊田工機製, 最大 0.5 kg/cm^2 (49 kPa), PSM-5M)を地中埋設管と同じ深さに設置し、過剰間隙水压を測定した。

ゆる詰めめの飽和砂地盤は以下のようにして作成した。つまり、ホースの先にビニール管を接続し、これを砂層底面まで挿入させた後、勢いよく水を注入し、地盤が非常に軟弱となるようにした。この操作を砂層数寸箇所を繰り返し、その後砂層表面上の水をスポンジで吸い取り、水位を地盤表面と一致させた。また、半分だけゆる詰めめの砂層を作る時は、地盤中央部にアクリル板の仕切りを設置して飽和砂地盤をよく締固めた後、半分だけを上述した方法でゆる詰めとし、その後仕切り板を抜き取り、管中央部の歪ゲージ10が境界にくるように地中埋設管模型を設置した。

入力波としては5Hzの調和波を用い、30秒間加振した。また、入力加振度は約200 gal, 埋設深さは約40 mmの一定として一連の実験を行なった。

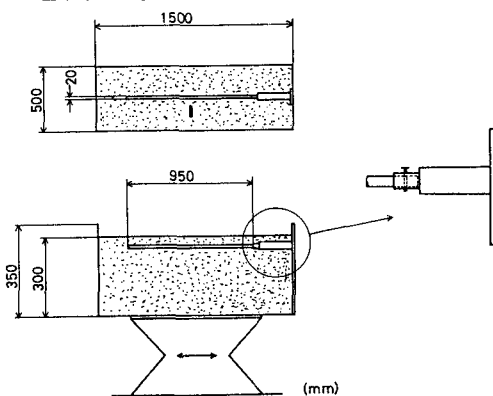


Fig. 1 General view of experiments

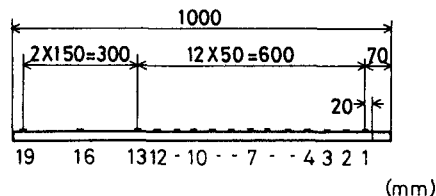


Fig. 2 Buried pipe

3 実験結果

Fig.3, Fig.4は実験結果の一例である。Fig.3は模型地盤全体をゆる詰めとした時の、Fig.4は半分だけをゆる詰めとした時の、ゲージ1, 4, 7, 10における歪記録である。また、Fig.3には地盤中央部での過剰間隙水圧が、Fig.4には入力加速度がそれぞれ示されている。ここでも歪記録を静歪と動歪に分けて考えた。すなわち、歪記録における初期状態からの中立軸の移動量を静歪、振動する歪と中立軸との差、すなわち歪振幅を動歪とした。各ケースの歪記録を最大値について整理し、管軸方向の静歪の最大値の分布としてまとめたものがFig.5, Fig.6である。それぞれ、模型地盤全体をゆる詰めとした場合と、半分だけをゆる詰めとした場合についてである。Fig.5では、ゲージ5より固定端側のゲージは圧縮を、ゲージ5より自由端側では引張をそれぞれ示している。そして、接合部に最も近いゲージ1で最も大きい歪値を示しており、その値は約 2000×10^{-6} であった。一方Fig.6においては、

ゲージ8, 9や13において大きな歪値を示しており、その値は約 750×10^{-6} と減少している。これは以下のように考えられる。つまり、埋設管模型を設置した後埋め戻した砂が十分締固まらず、加振中に軟化したので、そのことが地盤境界部に集中する静歪を分散させたことと推測される。このことは、Fig.4における動歪の記録とも一致する。すなわち、

Fig.4のゲージ7, 10は、締固められた地盤に埋設されているにもかかわらず、大きな動歪が一定時間継続している。これは、その周辺地盤が不完全液状化している場合と類似している。Fig.4のゲージ1, 4においては動歪が大きくないということと考え合わせると、完全液状化したゆるめめの地盤からの浸透流の影響で、地盤境界付近が不完全液状化しているとも考えられる。以上のことをまとめると、埋設管模型の固定端近傍を締固めることにより、接合部に集中する静歪を軽減することができた。しかし動歪については、締固めた地盤中において大きな歪が一定時間継続することになるので注意を要すると言えよう。

最後に、本研究実施に当って助言をいただいた小堀為雄教授、実験実施に当って全面的に協力賜った本学学生 杉山君夫氏（現・日本国土開発（株））に感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 北浦 勝, 宮島昌克: 液状化過程における地中埋設管の歪特性に関する実験的研究, 土木学会論文報告集, 第323号, 1982. (掲)
- 2) 宮島昌克, 北浦 勝, 他2名: 液状化時における建物近傍の地中埋設管模型の挙動, 土木学会中部支部研究発表会, 1982. (載予定)

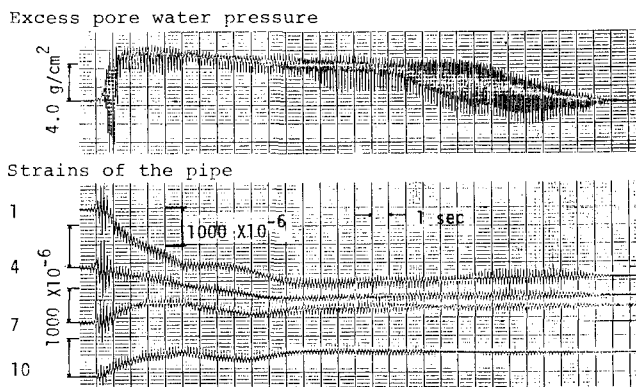


Fig. 3 Records of strains and excess pore water pressure (case 1)

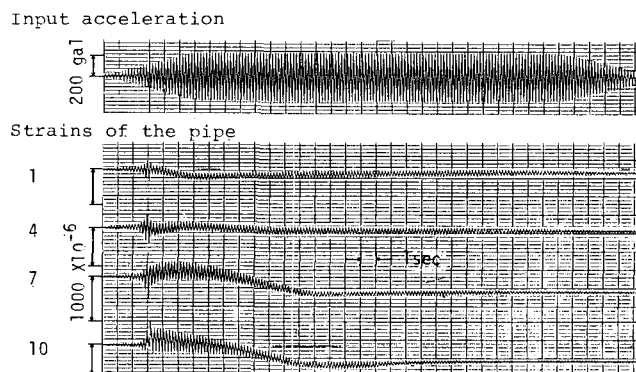


Fig. 4 Records of strains and input acceleration (case 2)

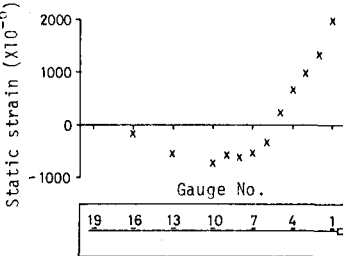


Fig. 5 Distribution of maximum static strains (case 1)

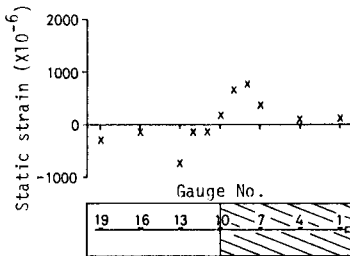


Fig. 6 Distribution of maximum static strains (case 2)