

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
 金沢大学学 生 小杉 俊一

1. はじめに

過去の震害記録によれば、噴砂、噴泥、木杭の浮上りなどの記述により液状化現象が発生したと推測される例は、全国の埋立地や沖積砂層地盤にわたって見られる。1964年新潟地震(M7.5)において顕著であったように、大規模な液状化が発生すると上下水道管をはじめとする地中埋設管は浮上し、壊滅的な破壊を生ずる。しかし、液状化被害を軽減するための対策については確立されたものがほとんどないのが現状である。そこで本研究では、地盤液状化時に地中埋設管に作用する力について検討し、管の浮上を防止するための対策について基礎的な実験を行なった。

2. 地盤液状化時に管に作用する力

周辺地盤が液状化した時に地中埋設管に作用する力として、地震波動、浮力、浸透流による力、などが考えられる。しかし、周辺地盤が液状化するとせん断波はほとんど伝播されなくなるので、地震波動による影響は他に比べて小さいと思われる。そこでまず、地盤液状化時に管に作用する浮力について検討する。ここでは上水道管を例にとり浮力を算出した。Figs. 1, 2 はそれぞれダクタイル鋳鉄管と鋼管について、管に満水している状態での管全体の重量との比で、地盤液状化時に管に作用する浮力を表わしたものである。同図によれば、地盤液状化時には管径によらず、ダクタイル鋳鉄管の場合は総重量の約1.4倍の、鋼管では約1.6倍の浮力を受けることがわかる。なお、ここでは液状化した地盤の単位体積重量を 2.0 t/m^3 として計算した。

つぎに、浸透流による力について考える。新潟地震の際には噴水の高さが人の腰ぐらいの高さにまで達したと報告されている¹⁾。したがって、このような地点に管が埋設されている場合には、管は相当大きな力を受けるものと思われる。このような噴砂、噴水現象は、クラックなどに沿った表層地盤の比較的弱い部分に集中して発生しており、局地的な現象であるのでここでは省略するが、非常に重要でありこれらについても現在検討を進めている。

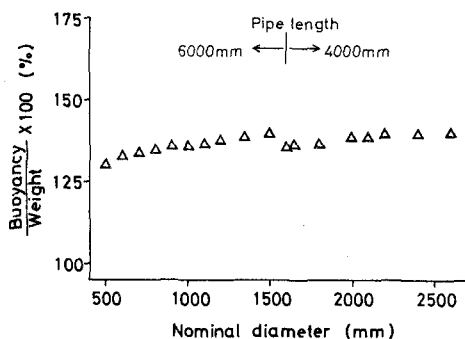


Fig. 1 Buoyancy per unit weight
(Ductile cast iron pipe for water service)

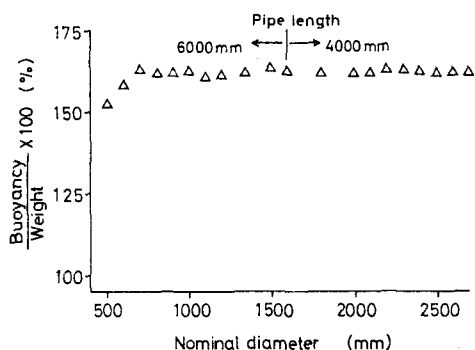


Fig. 2 Buoyancy per unit weight
(Steel pipe for water service)

3. 埋設管の浮上防止に関する実験

Fig.3に実験概要図を示す。詳細は文献2)にゆずるが、単位体積重量が 1.14 gf/cm^3 の丸棒ゴムを地中埋設管模型とし、ゆる詰めめの飽和砂層中に一端を固定した状態で管を埋設し、加振実験を行なった。埋設管模型の上端に管軸方向に貼り付けたひずみゲージによって管の挙動を測定した(Fig.4)。Fig.5は実験結果の一例で、地盤中央部の管の埋設深さにおける過剰間隙水圧とゲージ1,4,7,10におけるひずみ記録である。同図より、固定端に近づくほど管の浮上による影響が大きくなること、固定端に最も近いゲージ1において静ひずみが約 2000×10^{-6} の値となること、などがわかる。また、この時の自由端での浮上量は4.0 cmであった。

つぎに、浮力による影響を軽減するために、管の単位体積重量を増して液状化地盤のそれに近づけて振動実験を行なった。つまり、長さ507×幅15×厚さ0.27mm、重量21.64gfの板鉛

を管の12か所に巻きつけ、管の単位体積重量を 1.81 gf/cm^3 に増加させた。Fig.6は実験結果の一例であり、ひずみゲージ1,2,3,4におけるひずみ記録を示している。

同図によれば、固定端に最も近いゲージ1においても静ひずみは小さく、約 700×10^{-6} となっている。この時、管に板鉛を巻きつけたことによる管の曲げ剛性の増加が考えられるので、管の曲げ剛性の変化を空中にて計測した。その結果、板鉛を巻きつけていない管を自由端で4cm浮上させるのに要する力で、板鉛を巻きつけた管を浮上させたところ、その量は27cmにおさえられることがわかった。しかし、砂地盤中での本実験では数ミリメートルしか浮上していなかったため、管の曲げ剛性の増加による影響はかりでなく、管の単位体積重量を増加させた効果が、浮上量の減少となって表われていると言える。

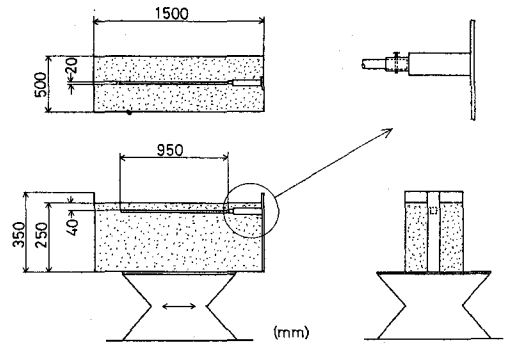


Fig. 3 General view of experiments.

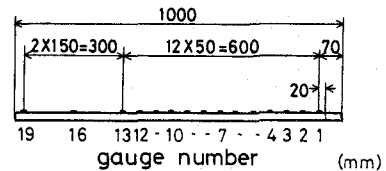


Fig. 4 Pipe model

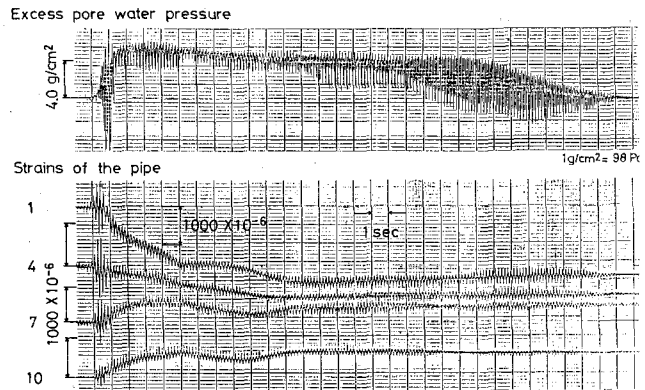


Fig. 5 Records of excess pore water pressure and pipe strains. (Case 1)

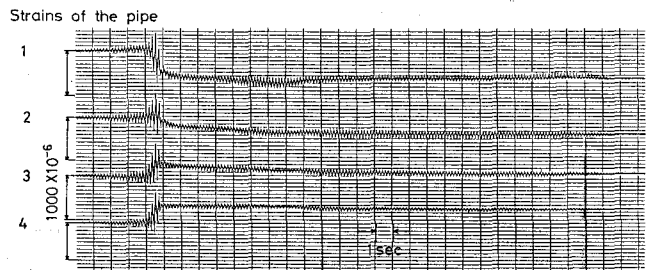


Fig. 6 Pipe strains. (Case 2)

参考文献 1) 古見吉昭: 砂地盤の液状化, 技報堂出版, p. 95, 1980.

2) 宮島昌克, 北浦 勝: 部分的液状化地盤における地中埋設管模型の特性, 第37回土木学会年次学術講演会, 1982.