

液状化地盤における断面形状の異なる埋設管の水平抵抗力

Horizontal resistance force of different cross-sectional pipes in liquefied ground

○藤田信夫* 井谷昌功* 澤田 豊** 有吉 充*** 毛利栄征*** 河端俊典**

FUJITA Nobuo, ITANI Yoshinori, SAWADA Yutaka, ARIYOSHI Mitsuru,

MOHRI Yoshiyuki, KAWABATA Toshinori

1. はじめに

液状化地盤における埋設管路の安全性を考える上では、その管路挙動や管体に作用する力などを把握することが重要である。特に圧力管路の屈曲部では内圧によりスラスト力が生じるため、その対策が必要となる。現行の設計基準ではスラスト力に対する抵抗力として曲管背面の受働土圧を考慮するが、過去の研究成果¹⁾から矩形断面に対する曲面の補正係数として0.65を見込んでいる²⁾。本報告では、液状化地盤中の埋設管の水平抵抗力に対する断面形状の影響を把握することを目的として、スラスト力を受ける曲管部をモデルとした模型実験を実施した。

2. 実験概要

実験装置の概要を Fig.1 に示す。模型管は Fig.2 に示すように断面形状が外径 50 mm の円形および 50 mm×50 mm の矩形の 2 種類とし、長さともに 200 mm のアルミ製で管の両側面には定格容量 50kPa の土圧計 (φ10) および間隙水圧計 (φ8) を埋め込んでいる。また、模型管の比重は周辺地盤と概ね同程度になるよう調整した。実験は土槽内に上向きの浸透流を与え、限界動水勾配 ($i=H/L \approx 1.0$) まで上昇させることで液状化を模擬し、それを保持した状態で模型管を重錘(一定荷重)または電動アクチュエータ(一定速度)により横引きする方法で行った。重錘の重量は 1, 2, 4 kgf の 3 ケース、電動アクチュエータの牽引速度は 0.1, 0.5, 1.0 mm/s の 3 ケースとした。

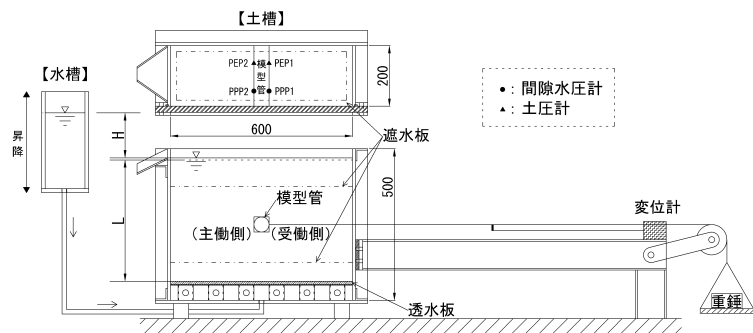


Fig.1 実験装置 (一定荷重を負荷する場合)
Experimental equipment

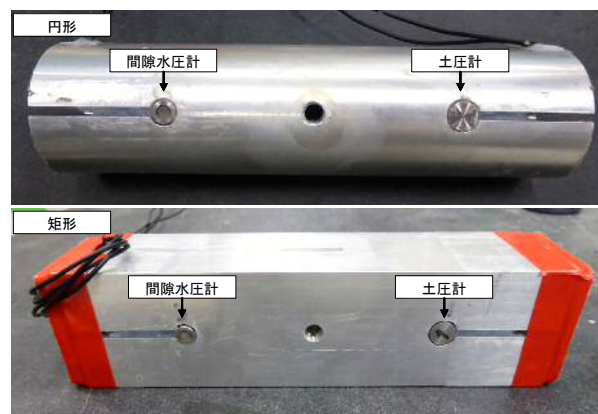


Fig.2 模型管の外観
Test pipes

* 株式会社クボタ Kubota Corporation, ** 神戸大学大学院農学研究科 Graduate School of Agricultural Science, Kobe University, *** 農村工学研究所 National Institute for Rural Engineering

キーワード: 埋設管, 模型実験, 液状化

3. 実験結果および考察

(1) 管に作用する土圧

重錘 4 kgf を負荷し，限界動水勾配まで上昇させた場合の管に作用する土圧について受働側を Fig.3 に，主働側を Fig.4 に示す．なお，図中の点の濃淡は動水勾配の変化を表す．土圧は飽和地盤作製直後を 0 とし，付加土圧に加えて間隙水圧上昇分も計測している．管は動水勾配の上昇とともに移動し，水平変位が 20 mm 程度で受働側の土圧が 4.0 kPa に達した後，1.0 kPa 付近まで急減する．それ以降，一時的に土圧が増加して変位が拘束される現象もみられるが 1.0 ~ 1.5 kPa 程度を保持して変位が増加している．一方，主働側の土圧は荷重載荷直後に一旦解放されて 0.5 kPa 程度減少するが，間隙水圧の上昇とともに増加し， $i=1.0$ に達した後は 1.0 kPa 前後で一定している．これらの挙動は断面形状に関わらず共通している．

(2) 水平抵抗力

管を一定速度で 25mm 牽引した場合の水平抵抗力について $i=0.5$ の場合を Fig.5 に， $i=1.0$ の場合を Fig.6 に示す．水平抵抗力は，動水勾配が大きいほど減少し， $i=1.0$ のとき最小となる．牽引速度により多少異なるが，いずれの場合でも矩形断面と比べて円形断面の方が小さな値を示している．本実験から得られた最大水平抵抗力の円形／矩形の比率を平均値で評価すると， $i=0.5$ の場合では 0.79， $i=1.0$ の場合では 0.57 となる．なお，飽和状態 ($i=0.0$) で実施した場合は 0.84 であった．

4. まとめ

液状化程度の異なる地盤を再現し，円形および矩形の断面形状の違いによる水平抵抗力を比較した．今後は，地盤密度の異なる条件で曲面の補正係数について検証を重ねるとともに，スラスト力に対する管路全体の挙動を把握するため，模型管路実験と数値解析を行う予定である．

【引用文献】

- 1) Toshinori Kawabata, Yoshiyuki Mohri and Hoe I. Ling (2002) : Earth Pressure Distribution for Buried Pipe Bend Subject to Internal Pressure, Proceedings of Pipeline 2002, ASCE, CD-ROM.
- 2) 農林水産省(2009) : 土地改良事業計画設計基準及び運用・解説 設計「パイプライン」, 387-390.

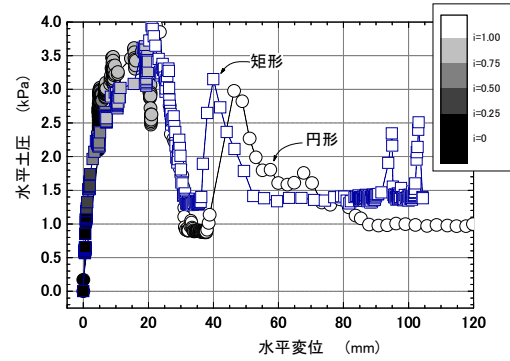


Fig.3 管に作用する受働側の土圧
Passive earth pressure acting on pipe

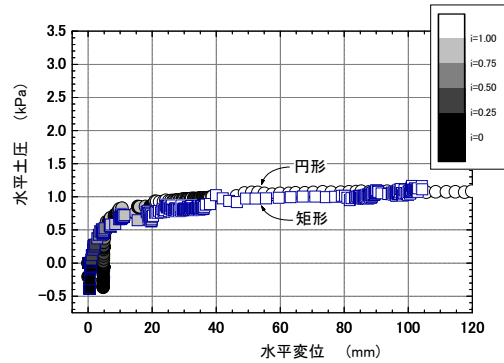


Fig.4 管に作用する主働側の土圧
Active earth pressure acting on pipe

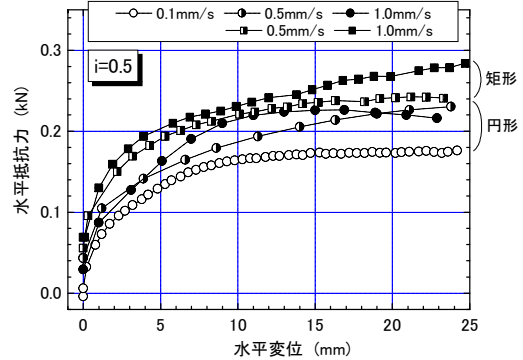


Fig.5 管の水平抵抗力 ($i=0.5$)
Horizontal resistance force of pipe ($i=0.5$)

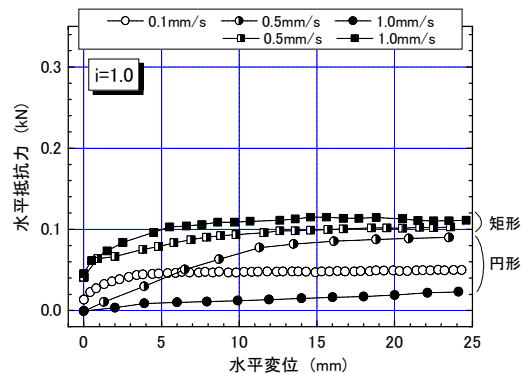


Fig.6 管の水平抵抗力 ($i=1.0$)
Horizontal resistance force of pipe ($i=1.0$)