

マンホール・管路系の液状化挙動実験（その2）

神戸大学工学部 正員 高田 至郎

神戸大学大学院 学生員 〇田邊揮司良・永井 淳一

久保田鉄工(株) 正員 片桐 信

1. はじめに 前回、マンホールー両端自由管路系の液状化時応答特性等について報告したが、今回は管路端部固定のモデルに対して同様の実験を実施し、弾性床上のはり理論で解析する場合の等価液状化地盤ばね定数を求めている。また、その結果を前回のものと比較している。

2. 実験 Fig.1は、一端を土槽壁に、もう一端をマンホール(比重0.5,幅x長さx高さ=32.5cmx32.5cmx42.0cm)に固定した有継手管路(PVP, φ40)の液状化実験の概要を示している。マンホールの片側のみに管路があるため、反対側にマンホール転倒を防ぐ鋼製ばねを取り付けている。Fig.2に管体の軸・曲げひずみ分布、マンホール浮上量を示している。Fig.2より、管体曲げひずみは継手部で緩和されている。また、マンホール浮上のため継手回転角は最大6.9°も発生している。さらに、マンホールの浮上にともない管路が長手方向に伸びたため、マンホール近傍の管体に軸ひずみを発生させたと思われるが、その値は曲げひずみに比べ小さい。さらに、軸ひずみは継手で吸収されており、その時の継手最大引抜量は約2mmであった。

3. 等価液状化地盤ばね定数 外力は、マンホールと管路でそれぞれ次の様に求められる。

$$\left. \begin{aligned} F_m &= \gamma_s \cdot V_m - \gamma_m \cdot V_m \\ f_p &= \gamma_s \cdot \pi \cdot D^2 / 4 \cdot W_p \end{aligned} \right\} (1)$$

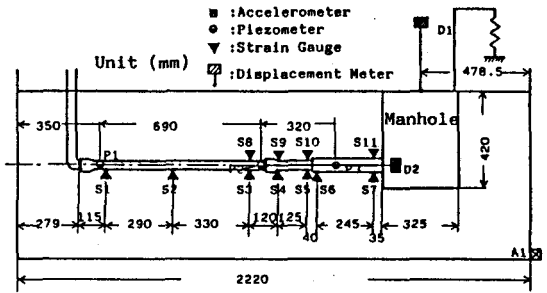


Fig.1 Model of Experiment

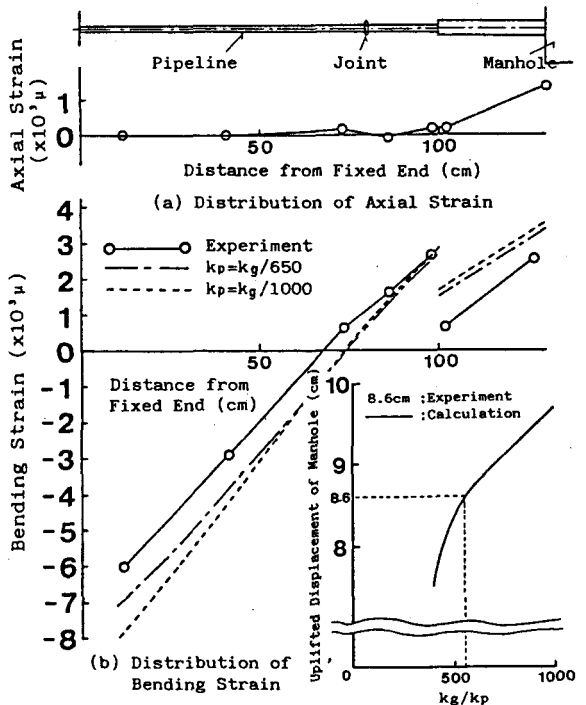


Fig.2 Results of Experiment and Calculation

Shiro TAKADA, Kishiro TANABE, Jyunichi NAGAI and Shin KATAGIRI

ここに、 F_m :マンホールに作用する外力(kgf)、 f_p :管路単位長さ
に作用する外力(kgf/cm)、

γ_s :飽和砂の単位体積重量(kgf/cm³)、 γ_m :マンホールの単位体積重量(kgf/cm³)、 V_m :マンホールの体積(cm³)、 W_p :管路の単位長さ当りの自重(kgf/cm)、 D :管路の外径(cm)、である。実験モデルでは、非線形継手およびマンホールの転倒拘束ばねがあるため、前報告のように簡単な式では地盤ばね定数が逆算できない。そこで、著者らが開発した ERAUL プログラムを液状化解析用に改良して地盤ばね定数を求めている。計算手順を Fig.3に示す。初めに、管路の

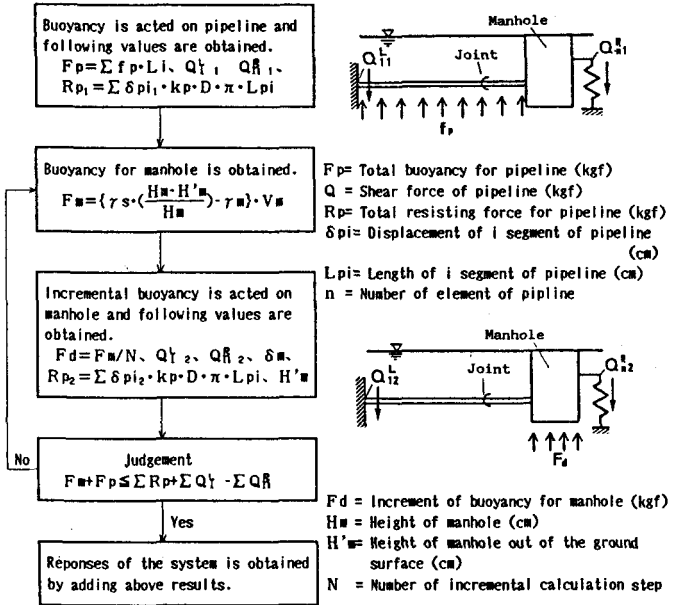


Fig.3 Procedure to Obtain Equivalent Spring Constant

みに浮力を作用させて液状化解析を行い、次にマンホールのみに浮力増分を作用させることにより解析を行う。この両者の解析で得られた下向きの全抵抗力が、与えた上向きの全浮力と等しくなるまで繰返計算を行っている。同様の手順で地盤ばね定数を種々変化させて計算し、実験で得られた管軸方向曲げ応力分布およびマンホール浮上量と比較することで、地盤ばね定数を求めている。その値を Table 1の Model-3の項に示している。Table 1には前報告の結果をも示している。これらより、液状化等価地盤ばね定数は非液状化地盤 ($k_p=0.6\text{kgf/cm}^3$) の約1/5500 ~ 1/300の範囲に入っている。また、他の研究者による同様の実験についても同様の手続きで液状化地盤ばね定数を求めたが、一端固定管路の実験¹⁾では1/2264 ~ 1/461に、両端固定管路の実験²⁾では1/1473~1/1428と、本研究とほぼ同じ範囲にあった。また、実験モデルの曲げひずみ、浮上量に対する地盤ばね定数の感度特性を調べたが、等価液状化地盤ばね定数が1/3000 ~ 1/1000の範囲にあれば実験値はほぼ満足されることがわかった。

Table 1 Equivalent Ground Spring Constants

| Object | | Equivalent Ground Spring Constant | |
|---------|--------|--|---------------|
| | | kp or km | kp or km/kg |
| Model-1 | Eq.(3) | $1.6 \times 10^{-4} \sim 5.7 \times 10^{-4}$ | 1/3750~1/1052 |
| | Eq.(4) | 7.4×10^{-4} | 1/815 |
| Model-2 | Eq.(5) | $1.9 \times 10^{-2} \sim 1.1 \times 10^{-4}$ | 1/5455~1/316 |
| | Eq.(6) | 5.5×10^{-4} | 1/1091 |
| Model-3 | | $1.1 \times 10^{-3} \sim 6.3 \times 10^{-4}$ | 1/950~1/550 |

* kg:Non-Liquefied Ground Spring Constant = 0.6kgf/cm³

また、実験モデルの曲げひずみ、浮上量に対する地盤ばね定数の感度特性を調べたが、等価液状化地盤ばね定数が1/3000 ~ 1/1000の範囲にあれば実験値はほぼ満足されることがわかった。

参考文献 1) 北浦他:一端を固定された地中埋設管模型の液状化時の挙動、土木学会論文報告集、第336号、1983.8. 2) E.Kuribayashi et al.:An experimental Behavior of Buried Pipes During Liquefaction of Saturated Sandy Soil, P.V.P. Con.,1985.6.