

日本電信電話株式会社 建設技術開発室 正員○藤橋一彦

同 上 正員 中野雅弘

同 上 正員 澤橋剛志

1. まえがき

地中埋設管路は、年間を通じた地中温度の変化により伸縮や応力発生を繰り返しているが、その挙動に大きな影響を与えている地盤の拘束効果については、必ずしも明確にはなっていない。このため、温度に対する地下管路の設計においては、温度応力は境界条件にかかわらず埋設管が地盤により完全に固定されたとして求め、一方、継手の伸縮量は地盤の拘束効果を全く考慮せず、管路が自由に伸縮するとして求める等、いわば便宜的な手法を用いているのが現状である。そこで本研究では、実験的にこの地盤の拘束効果を定量的にとらえ、あわせて現場調査結果との比較検討を試みたものである。

2. 実験概要

ヒートサイクルを与えることができる高低温実験室に鋼製土槽（高さ2.0m×幅2.8m×長さ6.0m）を組立て、供試体を土被り60cm、120cmの位置に山砂で埋設し、室温を制御することにより埋設管に温度変化を与え、その時の管体温度、歪、変位、及び土中温度を測定した。実験に用いた管は塗覆装鋼管（P S管）と硬質ビニル管（V管）であり、管端は自由に伸縮できるようにした。これら管の諸元を表-1に、埋設状況を図-1に、測定点の設置位置を図-2に示す。

なお、ひずみゲージの温度特性と管体の線膨張係数については、埋設実験に先だてて別途実験により求めた。

3. 実験結果及び考察

3-1. 管体及び土中の温度変化

図-3に土被り120cmにおける管体中央及び土槽中央の温度変化を示す。管体温度は管周辺の土中温度によく追従して変化していることが確認できる。

3-2. 地盤拘束効果

地盤の拘束効果が、地盤と管との相対変位に無関係で一定な摩擦ばね τ (kg/cm) により与えられると仮定する。この時、管体に生じる変位 u 及び応力 σ は次式で与えられる。⁽¹⁾

$$u = \frac{\pi D \tau}{2AE} X^2 - \frac{\pi D \tau}{AE} X + \alpha \Delta t X \quad \text{eq (1)}$$

$$\sigma = \frac{\pi D \tau}{A} (L - X) \quad (\leq E \alpha \Delta t) \quad \text{eq (2)}$$

ただし、 X ：管中央からの距離 AE ：管軸剛性

$2L$ ：管長 α ：線膨張係数 Δt ：温度差

このeq.(2)における摩擦ばね τ と発生ひずみとの関

表-1 管路諸元

管 種	V 管	P S 管
諸元		
管外径 (cm)	9.60	8.91
肉厚 (cm)	0.65	0.42
ヤング率 (kg/cm ²)	2.7×10^4	2.1×10^5
線膨張係数 (1/℃)	6.3×10^{-5}	1.1×10^{-5}

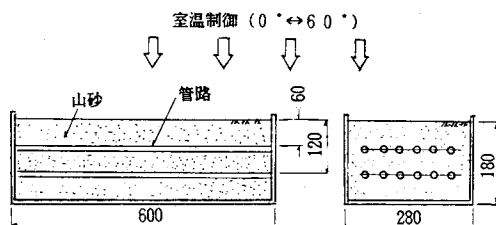


図-1 供試体埋設状況 (単位：cm)

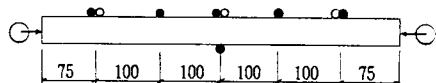
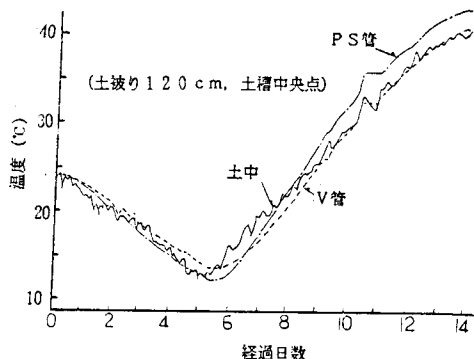
図-2 供試体測定位置 (○：温度 ●：歪 ⊕：変位)
(管長2L=540cm)

図-3 管体及び土中の温度変化

係を図-4の直線に示す。また、実験で得られた、 $\Delta t = 20^\circ\text{C}$ の温度変化により長さ540cm, 390cmの管中央に発生したひずみをこの直線上にプロットした。これより τ はV管で0.03~0.045 (kg/cm²)、PS管で0.06~0.12 (kg/cm²)の範囲で分布していることがわかる。土被りによる影響はV管で多少みられるが、PS管では有意差はみられない。これは、PS管のひずみレベルが小さいため測定値のバラツキの中に包含されてしまったためと考えられる。

3-3. 管体ひずみ分布の解析

管体のひずみ分布の一例を図-5に示す。図中点線は、摩擦ばね τ を一定としてeq.(2)により管に発生するひずみを計算した結果であり、また図中実線は、摩擦ばねが図-6に示すようなバイリニアな特性を有すると仮定し、この非線形ばね上の梁として数値計算的に解析した結果である。非線形ばねで評価した方が管中央付近のなだらかな分布形状をよく説明できることがわかる。

3-4. 実埋設管路の調査結果との比較(2)

昭和56年から59年にわたり管路とマンホール接続部における管路移動量調査を全国的に実施したが、このうち温度変化による移動量調査結果と、今回の実験で求めた τ を用いてeq.(2)より算出した結果とを比較したものを図-7に示す。今回の実験値と実埋設管路の実測値とがかなりよく合うことがわかる。

4. まとめ

今回の実験では、埋設長540cmの直線管路というモデルを用いて地盤の拘束効果の評価を行い、実埋設管路の調査結果との比較で、その妥当性を確認することができた。今後は、地盤の拘束効果をさらに良く定量化し、合理的な設計法に反映していく予定である。

参考文献:

- (1) 飯村, 西尾 熱膨脹・収縮履歴により埋設管に生じる応力の研究 「東京ガス技報第28号」
- (2) 澤田, 倉谷, 中山 マンホール際伸縮継手(ダクトスリーブ)の長期安定度調査結果 「第39回年講」

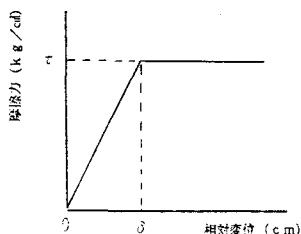
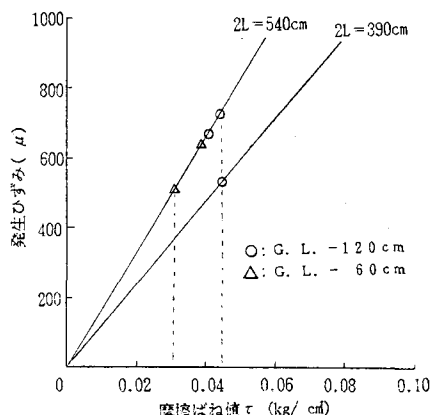
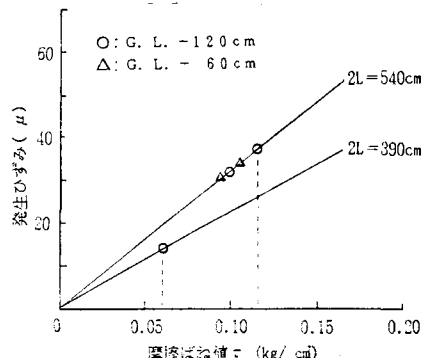


図-6 バイリニアばねモデル



(i) V管(管中央点)



(ii) PS管(管中央点)

図-4 摩擦ばね値と発生ひずみの関係 ($\Delta t = 20^\circ\text{C}$)

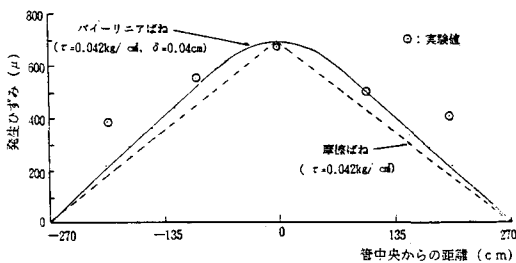


図-5 管体ひずみ分布 ($\Delta t = 20^\circ\text{C}$, G.L. - 120cm)

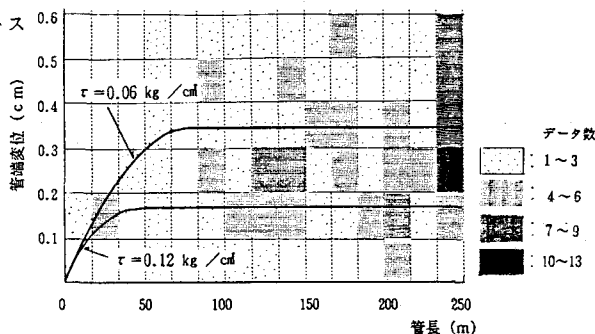


図-7 地中埋設管路の伸縮量調査結果 (PS管, $\Delta t = 20^\circ\text{C}$ で換算)