

Ⅲ－B 228

不同沈下時の埋設管の変形挙動に関する模型実験

建設省土木研究所

正会員 三木 博史

//

正会員 古本 一司

積水化学工業㈱（建設省土木研究所交流研究員）

石田 敬一

1. はじめに

地盤の軟弱な箇所などに埋設管を敷設した場合、埋設管とマンホールなどの構造物との間には、その沈下挙動の違いから相対的な沈下差（不同沈下）を生じやすい。また、地盤急変箇所においても同様に、管体にも不同沈下が生じるおそれがある。その際、管には管軸方向の曲げモーメントが作用し、管体などに損傷を引き起こすことがある。したがって軟弱地盤など不同沈下の生じやすい箇所に管渠を敷設する場合、管路の損傷を防止する工法が必要である。

本報では、不同沈下の影響を受ける各種埋設管路の変形挙動と管種との関係を把握するため、管種を変えた模型管路に対し、地盤沈下発生装置を用いて不同沈下実験を行った。また可撓性管に対して、その適用性が明らかになっている「地盤変位の影響を考慮した弾性床上の梁」のモデル¹⁾を用いて、剛性管を用いた管路の管軸方向の解析を行い、その適用性を検討した。さらに、管径の影響についても検討を加えた。

2. 管路の不同沈下模型実験

(1) 実験方法

実験装置の概要を図－1に示す。

実験は管種を変えた4ケースについて行った。各ケースに使用した管種を表－1に示す。ただし、ケース4において使用した管は可撓性リングが各管体中央に設置されている。埋戻しは表－2に示す砂質土を1層仕上がり0.2mでまき出し、振動ローラーにて締め固めた。模型作製後、地盤沈下発生装置の沈下板を路中央部での沈下速度が5cm/h、最大沈下量が30cmとなるよう制御した。また、沈下形状は、両端固定梁の等分布荷重によるたわみ曲線とした。

実験中は、管体に取り付けた計測機器を用いて管沈下量、管体ひずみ量、たわみ量、継手部の抜け量を計測した。

(2) 実験結果

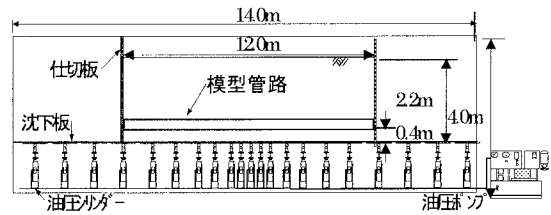
実験で計測した管周方向および管軸方向のひずみから、管軸方向に作用する曲げ応力を算出した。その結果を図－2～4に示す。

ケース1（図－2）の場合、実験終了後管路を観察すると、両端から約1mにおいて亀裂が生じていた。また継手部の抜け量も大きく、管渠としては使用不能の状態となっていた。

また継手部の抜け量も大きく、管渠としては使用不能の状態となっていた。

キーワード：埋設管、不同沈下、弾性床上の梁

連絡先：茨城県つくば市旭1番地 TEL 0298-64-2211 FAX 0298-64-0564



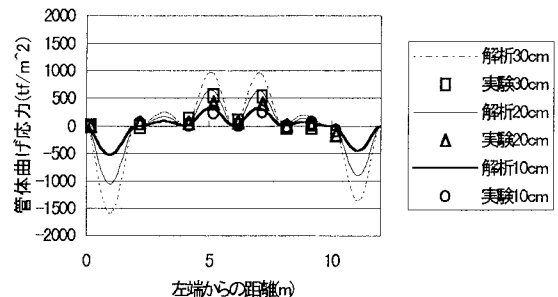
図－1 実験の概要

表－1 管材の種類

実験ケース	管種	管径	管長
ケース1	鉄筋コンクリート管（ヒューム管）	200	2m
ケース2	ポリエチレン管	200	4m
ケース3	塩化ビニル管	100	4m
ケース4	鉄筋コンクリート管（可撓性リング付）	200	2m

表－2 埋戻材の土質特性

含水比	4.0%
粒度	
レキ	3.0%
砂	90.3%
シルト	3.6%
粘土	3.1%
粘着力 c	0
内部摩擦角 φ	39.4°



図－2 曲げ応力の分布（鉄筋コンクリート管）

ケース 2 にて使用したポリエチレン管は、管体を融着により結合する。そのため管路が一体化しており、曲げ応力を管全体で緩和する。管自体の可撓性が非常に大きいため、発生曲げ応力も小さくなっていた。(図-3)

ケース 3 では $\phi 100$ の塩化ビニル管を使用した、これと $\phi 200$ の場合とを比較すると(図-4)、最大管体曲げ応力の値は約半分であり、ほぼ管径に比例する結果となった。

ケース 4 では、ケース 1 と同じ鉄筋コンクリート管を用いているが、可撓性のリングをもつため、継手部だけでなくリングで管体曲げ応力が緩和される。そのためリングには図-5に示すような変形が発生した。しかし、実験終了後の管体には、損傷はなく、管渠としての機能は保たれていた。

3. 管路軸方向の数値解析

梁状の構造物と地盤との相互作用を解析する場合に用いられる「弾性床上の梁」モデルに基づく数値解析手法により実験をシミュレートし、その適用性を検証した。表-3に解析に用いた入力定数を示す。これらの値は、各部材の曲げ試験の結果などから決定した。ケース 1 の場合、沈下量 30cm のとき実験値と解析値の開きが大きくなっている。これは実験においては管が破壊した後は、破壊部で曲げ応力が緩和されたのに対し、解析では、それを考慮していないためであると考えられる。その他のケースでは、解析値は実測値と近似しており、この解析手法の適用性は良好であるといえる。

4. まとめ

管種および管径を変化させた管路の不同沈下模型実験および数値解析により、以下のことが明らかになった。

① 「地盤沈下を考慮した弾性床上の

梁の理論」に基づいた数値解析手法は、継手部の曲げ特性に基づいてバネ定数を適切にとることにより、剛性管に関しても実用上良好な適用性を有する。また、管径の違いに対しても、管体の弾性係数や断面 2 次モーメントなどを適切に評価することにより十分な適用性を有する。

② 剛性管は不同沈下量が大きいと破壊に至るが、適切な位置に可撓部を設けることによって地盤変位に対応できる。また、可撓性管は管自体のたわみ性が高く、地盤変形に追従しやすい。

今後は、不同沈下量に応じた、合理的な不同沈下対策工法の選定手法について検討していく必要がある。

参考文献

- 1) 三木博史、森範行、田中正「不同沈下の影響を受ける地中埋設管路の変形挙動に関する模型実験および数値解析」土木学会第 52 回年次学術会議講演会講演概要集 3-B, pp.326~327

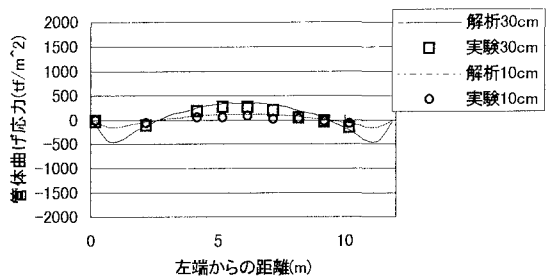


図-3 曲げ応力の分布 (ポリエチレン管)

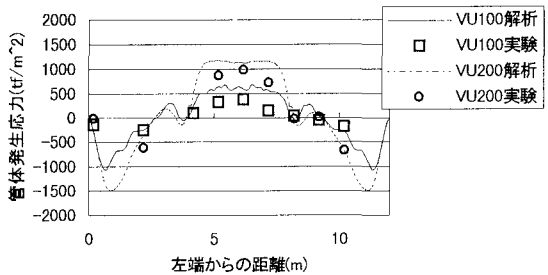


図-4 曲げ応力の分布 (塩化ビニル管、沈下量 30cm)

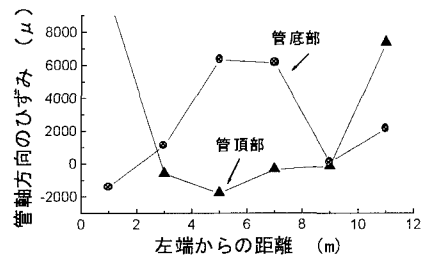


図-5 リングの変形状況

表-3 解析に用いた入力定数

管種	地盤定数		管路定数		
	N	地盤反力係数(tf/m^2)	弾性係数(tf/m^2)	断面 2 次モーメント(m^4)	継手曲げバネ定数($\text{tf}\cdot\text{m}/\text{rad}$)
鉄筋コンクリート管 ($\phi 200$ 相当)	5	7.45×10^2	3.50×10^6	1.26×10^{-4}	0.34
ポリエチレン管 ($\phi 200$ 相当)	5	1.13×10^3	7.80×10^4	9.55×10^{-5}	---
塩化ビニル管 ($\phi 100$ 相当)	5	8.14×10^2	3.00×10^5	1.86×10^{-6}	1.88