

## 地盤沈下を受けた埋設管路の応力低減手法の研究

東京ガス(株) 導管部 幹線グループ\* 正員 ○飯村 正一

## 1. はじめに

輸送パイプラインのような重要管路の沈下のおそれのあるところには、地盤沈下による影響を管理する目的で、沈下棒が建設時に取り付けられる。定期的に水準測量を行い、沈下量から管路変形を把握し弾性床上の梁理論<sup>1)</sup>などにに基づき管路の応力が評価される。このようにして評価された応力が管理値を超えた場合には、スポット的に管路を露出させ、磁気異方性センサ<sup>2)</sup>などを用い応力が確認され、基準値を超えている場合には、応力を低減させるための措置(以下、応力解放と呼ぶ)が取られることとなる。本報では、応力解放の方法として、管路を露出させ高さを調整した後埋め戻す、という工事方法の簡易解析法を提案するものである。

## 2. 解析方法

地盤沈下を受けた埋設管路の FEM 解析モデルは図1のように示すことができる。ここで、 $k$ は地盤と管とを接合する地盤バネ、 $y_g$ は地盤の沈下量、 $y_p$ は管路の沈下(変位)量、 $S$ は沈下測定を行っている位置での管路の沈下量を示す。この状態において、沈下による曲げ応力が基準値を超えた場合には、管上の土を取り除き沈下した部分をワイヤーなどで吊り上げて均した状態で、管下を流動化土などで埋め戻し、管が支持される状態になった後に管上を埋め戻す、という応力低減工事が行われる。このような工法を簡易的に解析するために図2に示すような手順を考えた。

まず、(a)図に示すように、管上の土を取り除いたときの管下の地盤形状を茶色の太線のように設定する。このとき、管は空中にあるとし、有限の要素(要素の両端は節点)に分割して置く。次に管に自重を与え、自重によって落下した管が地盤面の最も高い点と接触したら、対応する管の節点と地盤とを接合する地盤バネを、(b)図の右端に示すように設定する。更に自重による落下を進行させ、次に地盤面と管が接触した点(節点)に地盤バネを設定するというステップを繰り返す、外力としての荷重が自重の大きさに達する時点までステップを進行させる。このような解析における最終ステップが、沈下を受けた管路上の土圧を取り除いた場合の応力状態と考えることができる。次に、沈下した部分をワイヤーなどで吊り上げて高さを調整する場合であるが、吊り上げ点における地盤高さは、(b)図に示されるように、吊り上げ量に対応した高さ分(赤い矩形の部分)を加えた値とする。ただし、この吊り上げ位置でのバネ係数は、地盤バネの係数では無く、ワイヤーの引張剛性に対応するバネ係数を設定する。このような手順によれば、吊り上げ点前後では地盤と管とは非接触状態、言い換えると吊り上げた場合と同じ状態が再現されるとみなされる。

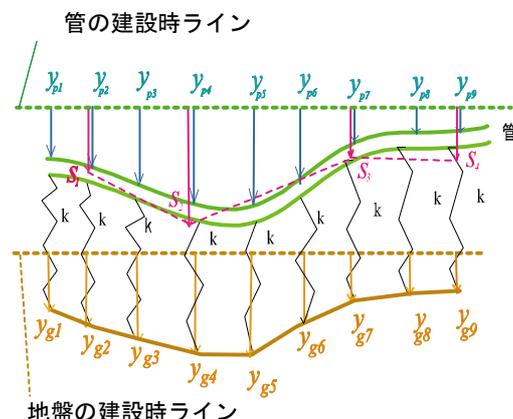


図1 埋設状態での FEM 解析モデル

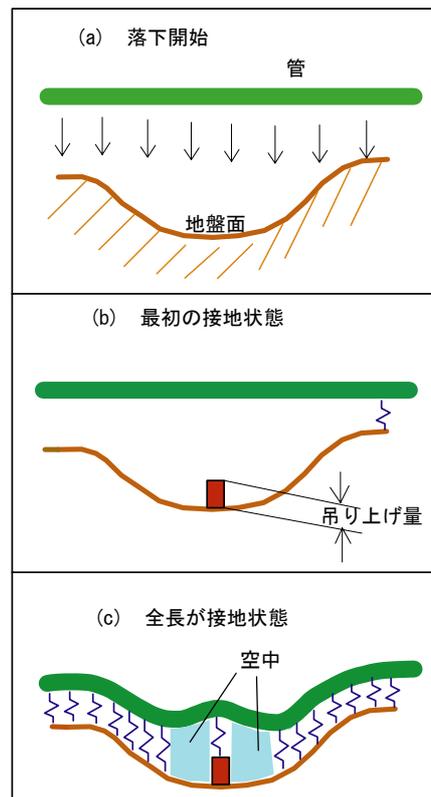


図2 吊り上げ時の解析イメージ

キーワード 埋設管路, 沈下, 応力解放, 弾性床上の梁理論, FEM, 磁気異方性センサ

連絡先 \* 〒105-8527 東京都港区海岸 1-5-20

siimura@tokyo-gas.co.jp

### 3. 実験方法

前節で示した解析方法の妥当性を検証するために、図3に示すような幅50mm、板厚約4.5mm、長さ約16.5mの鋼製板材を用いたモデル実験を行った。図の●印で示される位置にひずみゲージを貼付し、平らに整地された砂地盤上に供試

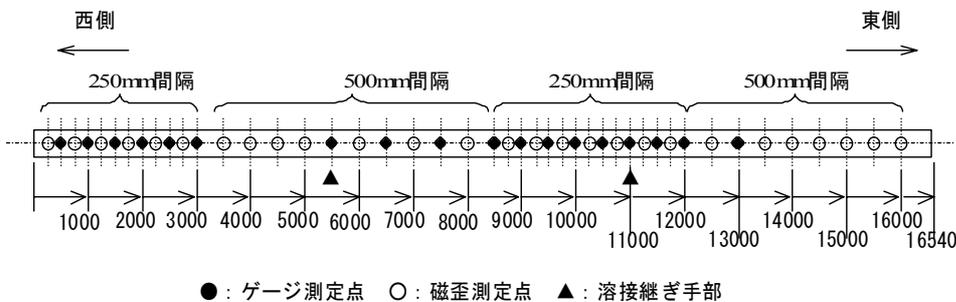


図3 ひずみ等測定位置

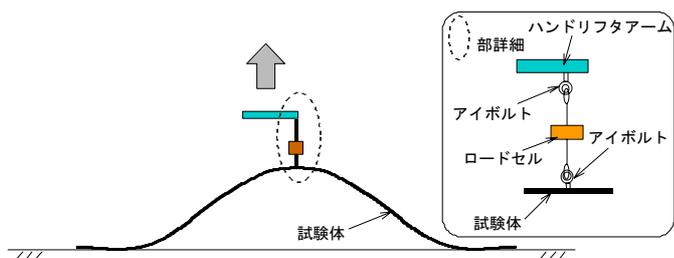


図4 中央部吊り上げ方法

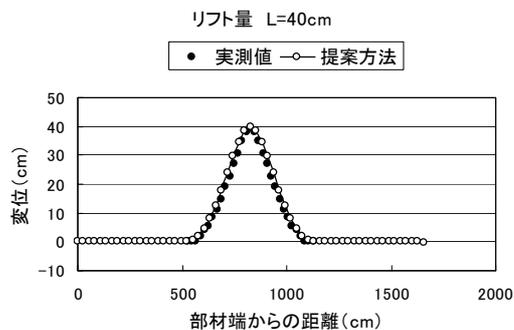


図5 40cm吊り上げ時の変形

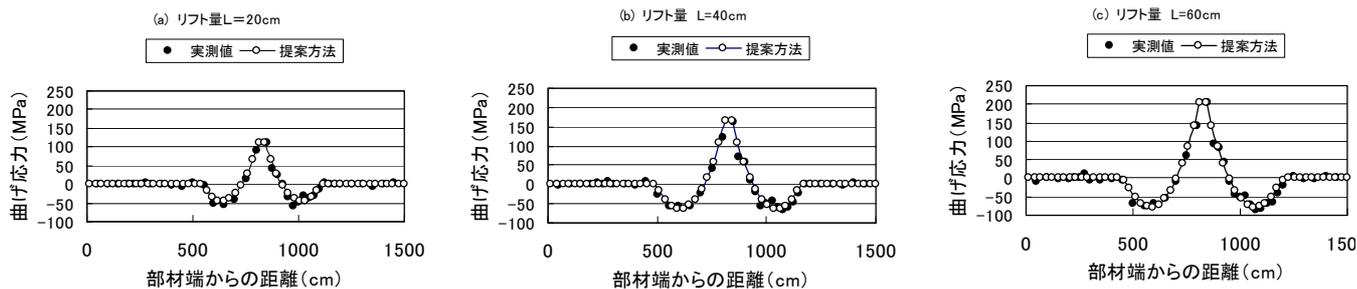


図6 中央部吊り上げ時の応力

体を直置きした。この状態で、図4に示されるようにほぼ中央点を吊り上げ、そのときの供試体に生じるひずみと吊り上げ点荷重を測定した。なお、ひずみゲージによる測定を補間するために、図3中の○印で示される位置で磁気異方性センサを用いた応力測定も行った。

### 4. 実験結果

図5に40cm吊り上げた場合の供試体の変形、図6には、20、40、60cm吊り上げた場合の応力分布、図7には吊り上げ点荷重と吊り上げ量の関係について、それぞれ実測と解析で比較して示す。いずれも提案手法に基づく解析結果は実測と良い一致がみられる。

### 5. おわりに

地盤沈下を受けた埋設管路の応力を解放するために、管上の土圧を取り除き、沈下した部分を吊り上げる工事を実施する際に、管路に発生する応力と吊り上げ点荷重を事前に予測するための簡易的な解析手法を提案した。実験結果との比較から、提案手法によればほぼ妥当な解析結果が得られることが確認された。

### 【参考文献】

[1] Hetenyi, M. : Beams on Elastic Foundation. Ann Arbor : The University of Michigan Press, 1946.  
 [2] 境禎明, 卯西裕之 : 磁気ひずみ法を利用した鋼管の曲げ応力測定・評価技術, 非破壊検査, 53(12), pp. 767-771, 2004.

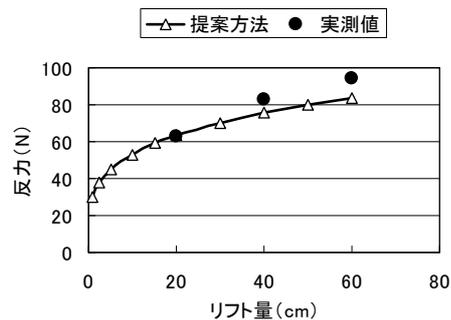


図7 吊り上げ点反力