

# 埋設管路の沈下応力解放方法の実験的研究

Experimental study of stress releasing of buried pipeline subject to ground settlement

東京ガス㈱ 正員 飯村正一 (Shoichi Iimura)

## 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土上の梁理論<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。

前論文<sup>3)</sup>では、土圧解放による応力低減工法を実施するにあたっての管路応力の解析的評価方法について提案した。本論文では、前報で示した解析方法の妥当性をモデル実験結果との比較から示す。

## 2. 水平地盤上の部材中央部を吊り上げた場合の応力

幅 50mm、板厚 4.5mm、長さ 5000mm の規格寸法を有する矩形断面の鋼製板材を溶接接合し長さ 16540mm としたものを、供試体とした。表-1 に実測による断面寸法および単位体積重量を示す。

表-1 供試体の諸元

項目	実測値 (規格値)
板厚 (mm)	4.36 (4.5)
幅 (mm)	50.07 (50.0)
単位体積重量 (kN/m <sup>3</sup> )	75.33 (76.5)

図-1 にひずみゲージおよび磁気異方性センサによる測定位置を印および印で示す。ひずみゲージを取り付け後、水平の取れた定盤の上に供試体をセットし、ひずみゲージおよび磁気異方性センサの初期値を計測した。

次に平らな地盤上に図-1 に示す供試体を置き、ほぼ

中央部を図-2 に示す要領で 20、40、60cm の高さに吊り上げ、ひずみゲージおよび磁気異方性センサによる測定と吊り上げ点反力を測定した。

図-3 に 40cm 持ち上げた場合の管路変形について実測と解析の比較を示す。が実測の変位、を付した実線が提案方法<sup>3)</sup>による解析値を示す。実測と解析は極めて良い一致がみられる。

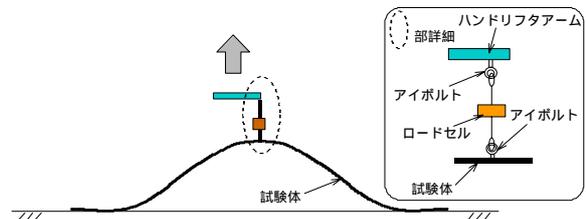


図-2 中央部吊り上げ試験方法

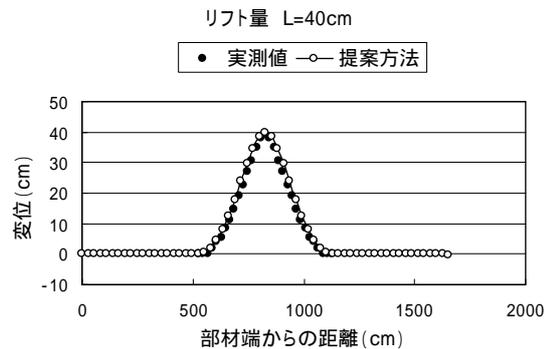
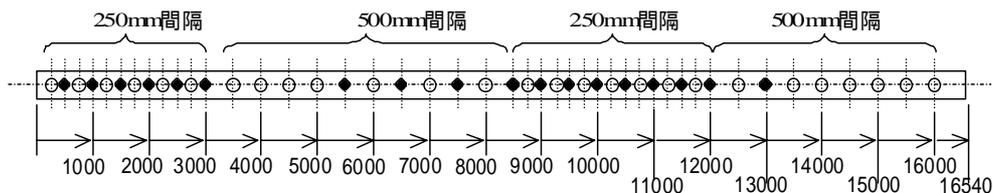


図-3 中央部吊り上げ時の変形



印 : ゲージ測定点      印 : 磁歪測定点      〇 : 溶接継ぎ手部

図-1 ひずみ等測定位置

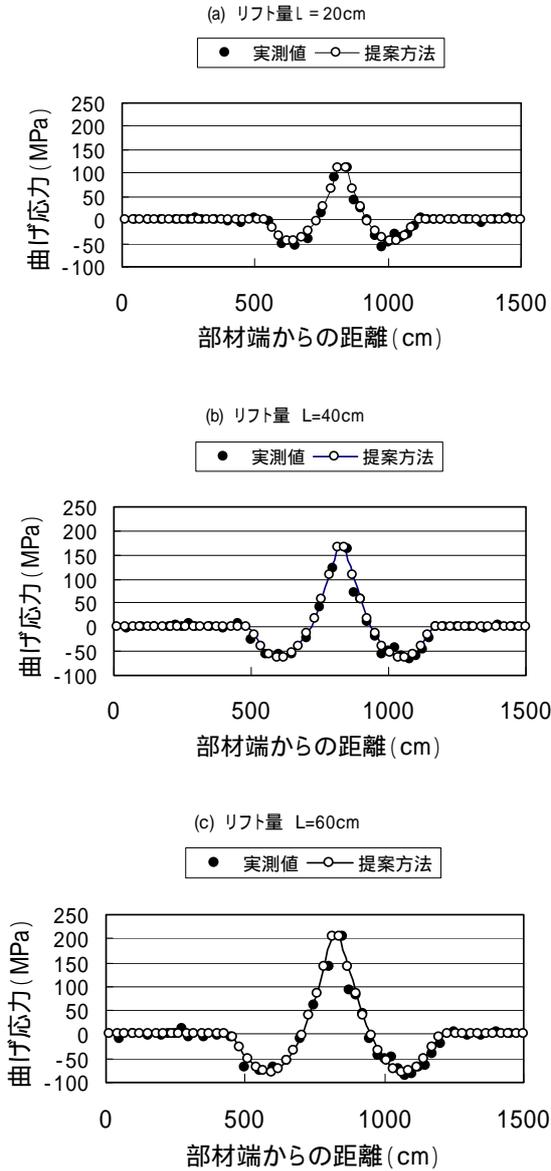


図-4 中央部吊り上げ時の応力の実測と解析との比較

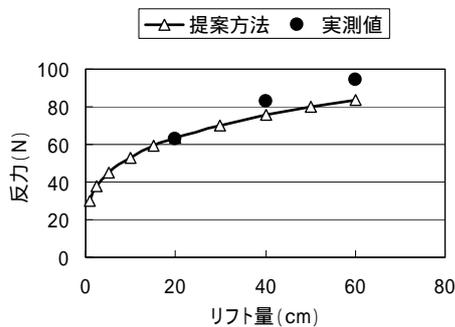


図 5 吊り上げ点反力の実測と解析の比較

図-4(a),(b),(c)に 20、40、60cm 吊り上げた場合の応力

の実測と解析との比較を示す。図において、 $\bullet$  は実測の応力を示すが、このケースについては、ひずみゲージによる測定のみで磁気異方性センサによる測定は実施していない。吊り上げ量に関わらず実測応力と提案手法に基づく解析による応力は極めて良い一致を示す。

図-5 は、吊り上げ点反力の実測と解析との比較を示す。実測は解析よりも高めの値を示すが、理由のひとつとして実測値にはひずみゲージリード線の自重が入っているのに対し、解析値には含まれていないことが考えられる。

### 3. 凸凹地盤上に置かれた部材の応力と、部分吊り上げ時の応力

延長約 16m の範囲に 30cm の深さと 20cm の深さの長手方向に直交する方向の 2 つの溝を設けた。図-6 の印は、地盤面の凹凸の形状を変位計で測定した結果を示す。次に図-1 に示す供試体を溝の上に直に置き、図-7 に示すように 1 端を支持し、他端をローラー支持とした。この状態での供試体の変形を提案手法を用いて解析した結果を図-6 の  $\bullet$  を付した破線で示す。最も溝が深い位置において、地盤面と供試体変位に若干の差が見られる

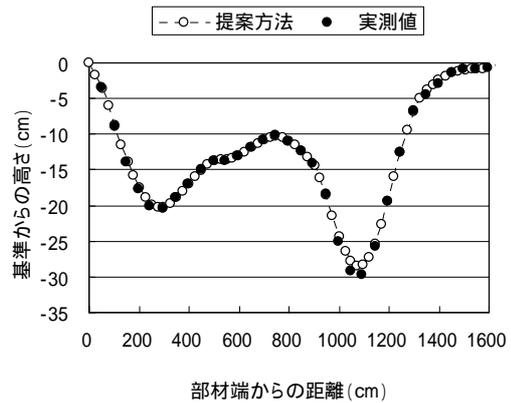


図-6 実測地盤面形状と解析供試体変形の比較

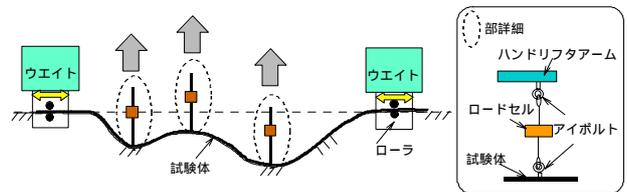


図-7 多点吊り上げ方法

点を除くと、実測地盤面と供試体の変位はほぼ一致している。

つぎに、この状態での部材の応力をひずみゲージおよび磁気異方性センサにより測定した。図-8 の  $\bullet$  はひずみゲージによる測定値、 $\circ$  は磁気異方性センサによる測定値を示す。磁気異方性センサによる測定値はひずみゲージによる測定値を補間するような分布を示していることが見られる。 $\bullet$  を付した実線は本提案の解析手法によ

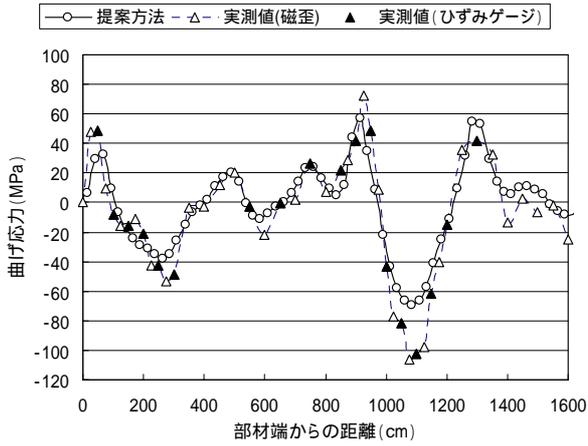


図-8 地盤面形状と解析による供試体変位の比較

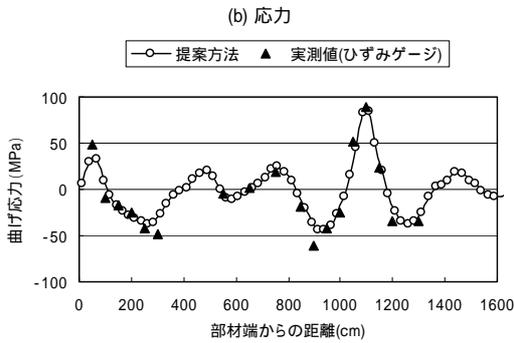
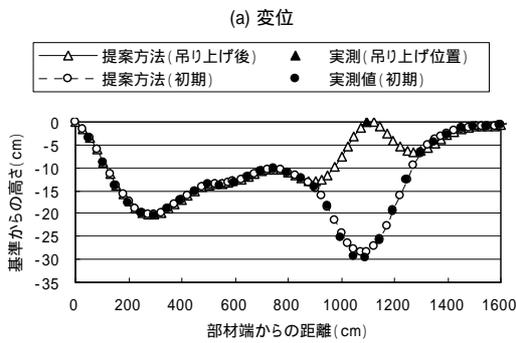


図-9 A点吊り上げ時の応力と変形

って求めた応力分布を示す。応力の変曲点において、解析による応力は実測をやや下回っていることがみられるものの変曲点の位置は良い対応を示している。この差をより小さくする方法としては、地盤面形状の更なる密な間隔での測定が考えられる。

図-9(a)の印は、溝が最も深い端部からの距離1100cmの位置(A点とする)において、供試体を約30cm吊り上げ、0cmのレベルにしたときの解析による供試体の変形を、印は吊り上げ点の実測変位を示す。同図には、地盤面の位置も印で示されており、印と印に差が見られる範囲は部材が地盤面から離れていることを示す。図-9(b)は、解析による応力分布(印を付した実線)とひずみゲージによって実測された応力分布(印)を示す。なお、このケースでは磁気異方性セン

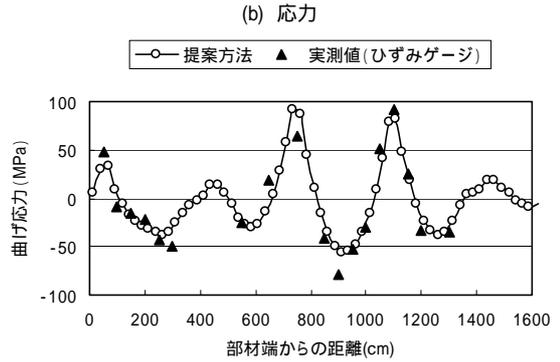
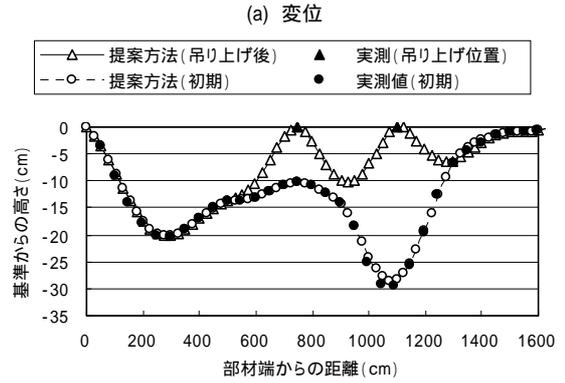


図-10 AおよびB点吊り上げ時の応力と変形

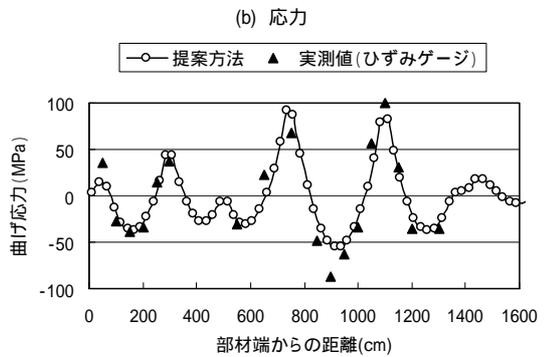
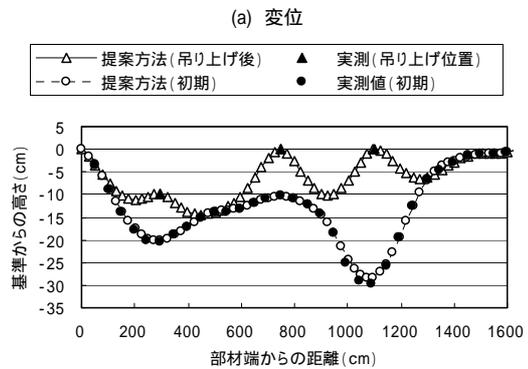


図-11 A, B, Cの3点吊り上げ時の応力と変形

サによる測定は実施していない。実測と解析は良い一致

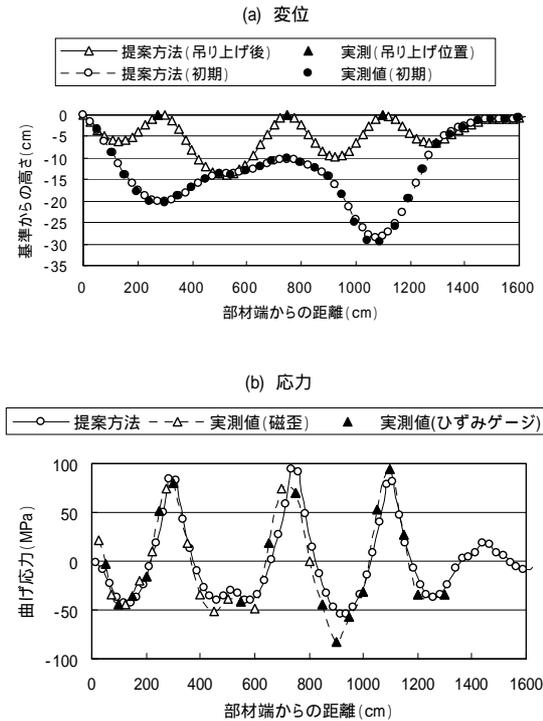


図-12 A, B, Cの3点吊り上げ時の応力と変形(C点の吊り上げ量を増やした場合)

がみられる。特に吊り上げ点前後に良好な一致がみられる。

図-10 は更に端部からの距離 750cm の位置(B点とする)を 0cm のレベルまで吊り上げた場合の変形と応力分布を示す。図-11 は距離 300cm(C点とする)の点を図-10 の状態から 10cm 吊り上げた状態における変形と応力分布を示す。図-12 はC点を更に 10cm 吊り上げた状態における変形と応力分布を示す。このケースについては(b)図の実測応力として磁気異方性センサによる測定値も示している。総じて実測応力と提案方法による応力は良い一致がみられる。

図-13 は、A, B, Cの3点における吊り上げに伴う反力の変化を、実測と解析で比較した結果を示す。両者はほぼ一致していることがみられる。

#### 4. おわりに

地盤沈下によって管路に大きな応力が発生した場合に、管路上の土を取り除き、高さを調整した後埋め戻すとい

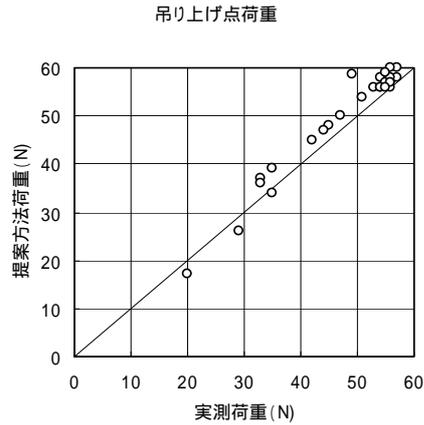


図-13 吊り上げ点荷重

う応力解放工事が実施される。本論文で提案する凹凸のある地盤面に真直ぐな供試体をゆっくりと落下させ、地盤面と接触する順に地盤パネを設定していくという解析方法は、地盤沈下が生じた状態で管路上の土を取り除いたときの管路応力や高さ調整のために管路の一部を吊り上げたときの管路応力を、比較的精度良く且つ簡便に推定するシミュレーション手法として極めて有用であることを示した。当該手法の利用により、吊り上げによる応力解放工事の効率的な実施が期待される。

#### 謝辞

本実験の実施に際しては、(株)ジャパンテクノメイトの境 禎明氏に協力をいただきました。記して謝意を表します。

#### 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.
- 3) 飯村正一: 沈下を受けた埋設管路の高さ調整による応力解放方法について, 土木学会北海道支部論文報告集 第63号, 4p, 2007.