

光ファイバセンサによる地中埋設ガス導管のひずみ計測の現場適用

東京ガス（株） 正会員 佐々木 太郎 西村 暢明 新海 元
清水建設（株） 正会員 岡田 敬一 柴 慶治

1. はじめに

地中に埋設されたガス導管（鋼管）は、沈下などの周辺地盤変位の影響を受けると変形が生じ、応力が発生する。道路下に埋設されたガス導管に加わった応力は、数百メートルおきに地上に立ち上げた沈下測定棒の変位によりガス導管の変形を予測したうえで計算により確認しているが、道路管理者の指導等により沈下測定棒を設置できないケースが発生した。この場合、従来技術による方法では電気式のひずみケーシングによる計測が考えられるが、防食上の問題があるうえ供用時の長期計測には向かないため、コンクリート構造物等の土木技術分野での実績が増加している光ファイバを用いたひずみ計測技術「BOTDR」¹⁾を適用した。この光ファイバセンサは、線状に連続的なひずみを計測できることが大きな特徴で、塗覆装が施された実際のガス導管への適用にあたっては、室内試験を実施し適用性を確認している²⁾。本報告では、実際に埋設されるガス導管に光ファイバセンサを取り付け、ひずみ計測した事例の紹介ならびにその結果について報告する。

2. 計測概要

今回の光ファイバセンサによる計測対象は、千葉県内において建設中の高圧ガス導管（API 5L X60, 400A t=11.9mm）である。計測現場は、土被り約 8m 位置から約 2m 位置への垂直立ち上がり部で、2 本のベンドを有している。図 - 1 にガス導管の形状と光ファイバセンサの取り付け位置を示す。光ファイバ（通信用光ファイバをガラス繊維強化プラスチック（FRP）被覆により耐久性を高めた外径 1mm の線）は、ガス導管の上下対称面に沿わせ塗覆装外面（高密度ポリエチレン）に密着するように接着し取り付けている。

計測は、ガス導管が設置されている立坑内における埋め戻しによる影響を見るために、図 - 2 に示すステップで実施し、STEP0 を初期状態として埋め戻しによ

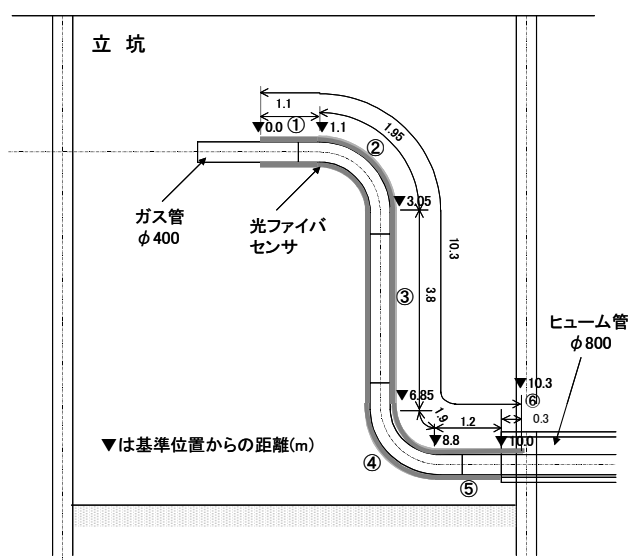


図 - 1 光ファイバセンサの設置概要

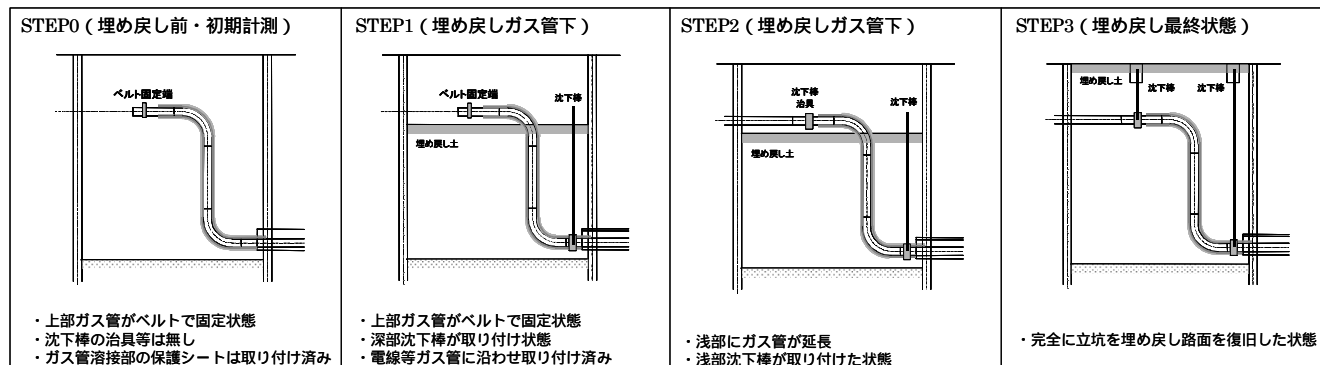


図 - 2 立坑埋め戻し時の計測ステップ

キーワード：ライフライン、地中埋設管、光ファイバセンサ、BOTDR、ひずみ計測

連絡先：〒105-8527 東京都港区海岸 1-5-20 東京ガス（株）導管部 幹線エンジニアリンググループ
TEL 03-5400-7544 FAX 03-3437-9177

る土圧の影響を計測した。ステップが進むにつれてガス導管上端に接続されるガス導管が溶接されたことにより応力が変化したために埋め戻し土圧の影響のみを評価するのは厳密には難しいが、その影響は小さいと考えられる。

3. 計測結果

各計測ステップにおけるガス管のひずみ変化を図-3に示す。同図における距離は、管の中心軸の距離として管上下対位置を同位置として示している。ガス管の浅い部分の下まで立坑内が埋め戻された計測STEP1の状態では、土圧が最もかかると思われたガス管の深い部分にあたるヒューム管から出た水平部分の上側で0.05%程度の引張側にひずみ変化が見られた。この下側のひずみは、圧縮側のひずみが出ていると予想され（センサ保護上の問題による破断により未計測）ガス管がヒューム管出口を固定とし土圧により水平部の先が上側から押され曲げ変形していると推測される。垂直部の深部側においてもひずみ変化が大きく見られた。同位置は管の継ぎ目の溶接部付近にあたり計測STEP3で非常に大きなひずみ変化が見られるが、図中のひずみ変化は構造体の変形によるものではなく、光ファイバ取り付け後に取り付けられた防護シートが土圧により接って光ファイバを引っ張るような影響が出ているものと考えられる。

計測STEP2を初期状態としたSTEP3でのひずみ変化を図-4に示す。このひずみ変化は、最終的に露出していたガス管の上面（、）が埋め戻された時を示しており、ガス管の浅い水平部において上からの土圧がかかった状態である。ひずみは、ガス管の浅い部分の水平部とベンド部から垂直部上側におよそ0.03%程度の変化が見られた。このガス管の水平部分は管の上側が圧縮側、下側が引張側、またベンド部では下側圧縮の傾向が出ており、埋設土によるガス管が上側から土圧がかかり下側に変形するような傾向が見られるが、土圧の影響は小さいと考えられる。

4. おわりに

本計測により、埋設時のセンサ保護など現場適用上の課題を残すものの、線状に連続的なひずみ計測という本センサの特徴を有効に活用することで、ガス導管をはじめとする地中埋設管の沈下や地震時などにおける健全性評価手段として利用できることが判った。今後は、管周方向のひずみ計測への適用拡大、光ファイバの特徴を活用した計測データの長距離伝送など、維持管理への展開を含め検討を進めていく予定でいる。

[参照論文] 1) 熊谷仁志ほか：コンクリート構造物用光ファイバセンサの開発と実証、コンクリート工学 Vol.38, No.7, 2000.7. 2) 岡田敬一ほか：光ファイバセンサによる地中埋設ガス管のひずみ計測への適用試験、第56回土木工学会年次大会（投稿中）、2001.

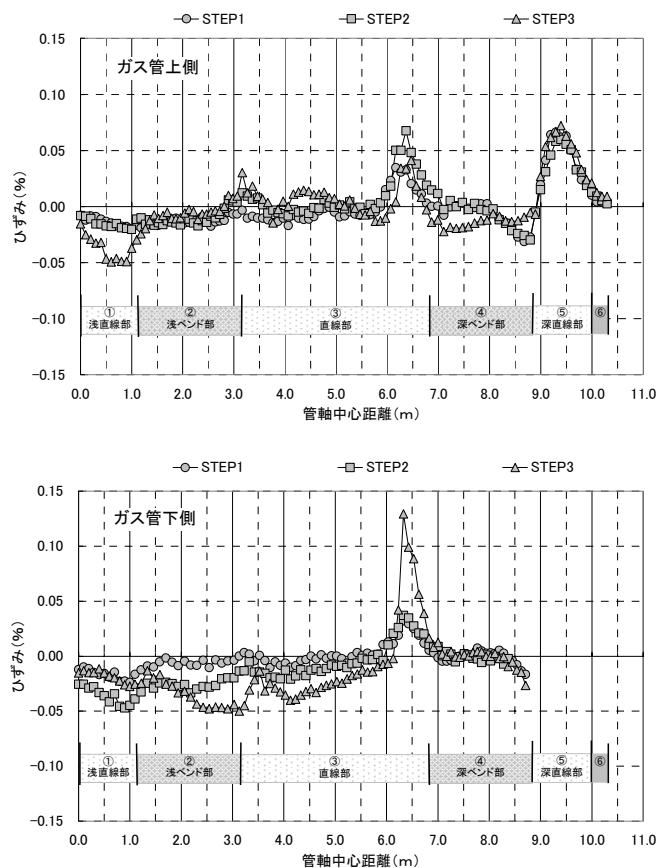


図-3 各計測ステップにおけるガス管のひずみ変化

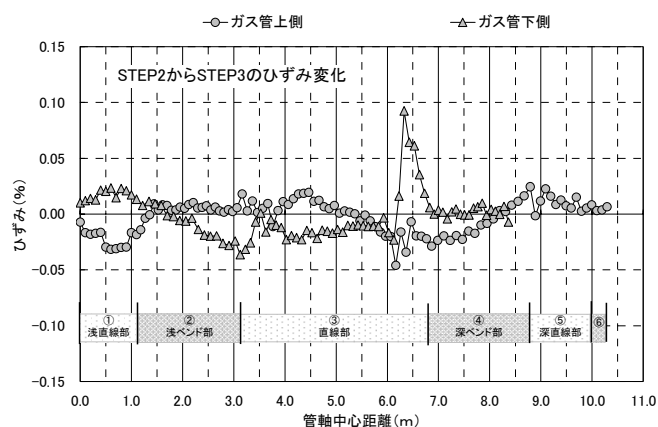


図-4 最終埋め戻し後のガス管のひずみ変化