

地盤変状に対する直・異型ガス管路 の3次元地震応答解析

神戸大学工学部 正員 高田 至郎
神戸大学大学院 ○ 学生員 北野 哲司
大阪ガス(株) 正員 小川 安雄
大阪ガス(株) 正員 岡 正治郎

1. はじめに

軟弱地盤や液化化可能性地盤に埋設されるガス導管の沈下や側方流動に対して、その挙動や耐震性をあらかじめ把握しておくことは重要である。本研究では、かかる挙動を解析できる3次元地震応答解析法を開発して、地盤変状量と地盤変状範囲をパラメータとしたケーススタディを実施して、定量的に挙動把握を行った。

2. 地盤変状モデル

図-1は、今回解析で用いた軟弱地盤沈下の直・曲管、側方流動の曲管のモデルを示している。

(曲管のモデルについては、曲がり部における沈下量および変状方向を変化させて最大応力が発生する場合を選定した。) また、管路材質は、ダクタイル鋳鉄管(200A)、継手はGMD継手を用い、継手特性については実験値を用いた。沈下(側方流動)量・沈下(側方流動)範囲は、図-1に示す通りである。

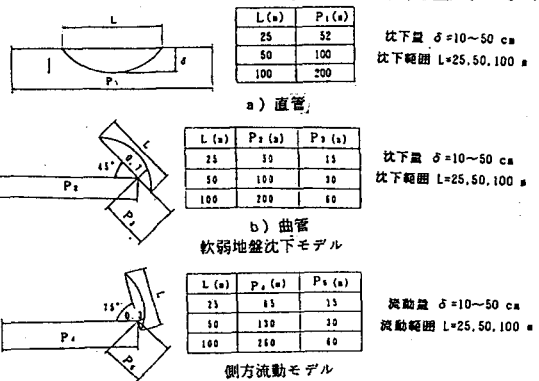


図-1 地盤変状モデル

3. 解析結果

a) 直管の軟弱地盤沈下: 図-2は、沈下量10cm、沈下範囲25mの場合の管体ひずみ分布を示している。ひずみの最大値は、最大沈下位置で生じている。また応力が急激に低下している箇所は継手があり、継手の回転特性により応力が緩和されている。図-3は、それぞれの沈下範囲に対しての沈下量とひずみの関係を示している。沈下範囲が短い方がひずみは、大きく発生しており変位の変化率に比例している。最大値は、沈下範囲25m、沈下量50cmで $\varepsilon_{max} = 0.03\%$ と管材材料弾性範囲内にある。図-4は、同一のケースについての継手曲げ回転量を示している。この継手最大回転量は、地盤沈下開始地点である。回転方向や回転量からも解るように管路が地盤変状によく追従している。

b) 曲管の軟弱地盤沈下: 図-5は、沈下量10cm、沈下範囲25mの場合の管体ひずみ分布を示している。最大ひずみは沈下開始右端で発生しており、継手部

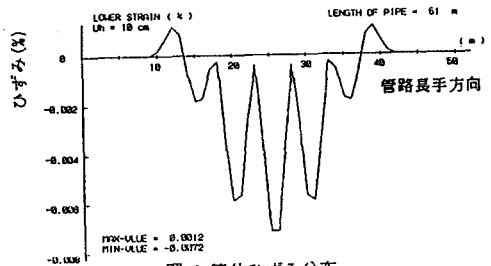


図-2 管体ひずみ分布

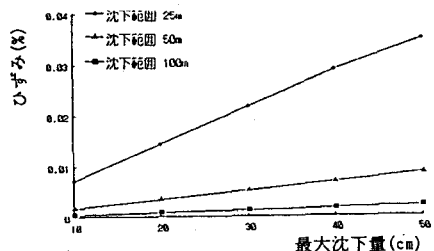


図-3 最大沈下量とひずみの関係

Shiro TAKADA, Tetsuji KITANO, Yasuo OGAWA and Shojiro OKA

では応力の低減がみられる。直管のひずみ図と比較すると最大ひずみ量が発生している箇所は異なっているが、これは曲がり部における管軸回りの回転（ねじれ回転）により応力が低下しているのではないかと考えられる。管軸回りの回転量は曲がり部において最大値が生じているが、その値は 0.0011rad (0.06deg)程度である。直管同様最大ひずみ量は同一のケースで $\varepsilon_{\text{max}} = 0.1\%$ である。この値は、やはり弾性範囲内にあり管体の破壊ひずみと比較するとかなり小さい値である。また、曲げ回転量がモーメントの関係上直管の分布図とは若干違っているもののよく似た分布形状をしていることが知られた。最大回転量も許容範囲内である。このように、曲管の軟弱地盤沈下は曲げ部への応力集中が起こらず管路全体の变形によって応力を分担していると考えられる。

c) 曲管の側方流動： 図-6は、流動量10cm、流動範囲25mの場合の管体応力分布を示している。継手での応力の低減がみられるが、曲がり部では応力集中が生じて最大応力 1331.3kgf/cm^2 （ひずみ 0.08% ）となっている。また、流動量50cm、流動範囲25mの場合においても最大ひずみは2.8%となり、管路の破壊ひずみと比較すると小さい。図-7は、継手の伸縮量を示している。側方流動では、応力集中が起こっているため継手伸びも曲がり部の継手に集中している。

4. まとめ

2次元的に配管された管路網であっても、軟弱地盤沈下や側方流動を受ける場合には外力が面外に作用するケースがあり、3次元的な応答解析が必要とされる。本研究では、かかる場合に解析可能となる計算手法の開発を行った。また、地震外力（軟弱地盤沈下、側方流動）を受けるGMD継手-ダクタイル鋳鉄管の直・曲管路のケーススタディーを行った結果は以下のようにまとめられる。

- (1) 軟弱地盤沈下では、直・曲管路ともに、少なくとも50cmの沈下に耐えることが可能である。
- (2) 面外変状（軟弱地盤沈下）では応力集中が発生しにくい、面内変状（側方流動、地割れなど）では曲がり部などに容易に応力集中が発生する。
- (3) 側方流動は、面内応力集中が発生し、継手変位が大きくなって軟弱地盤沈下よりも厳しい地震外力となる。

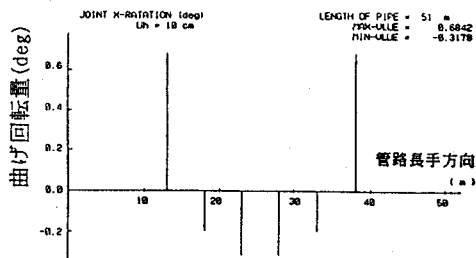


図-4 継手の曲げ回転

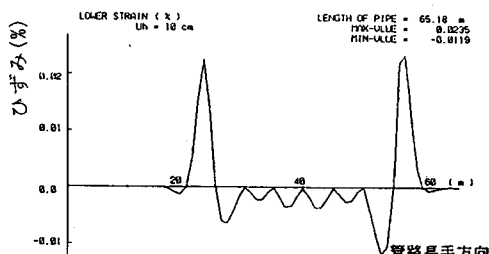


図-5 管体ひずみ分布

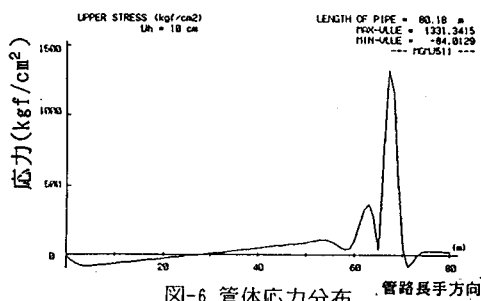


図-6 管体応力分布

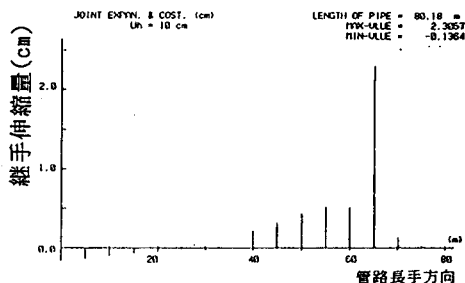


図-7 継手の伸縮