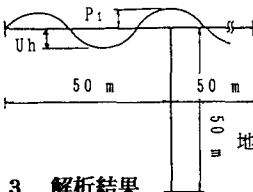


I-554 地震波動・地盤変状を受ける異型ガス管路の3次元地震応答解析

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

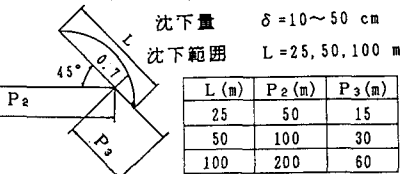
1. はじめに： 軟弱地盤や液状化可能性地盤に埋設されるガス導管の沈下や側方流動また地震波動に対して、その挙動や耐震性をあらかじめ把握しておくことは重要である。本研究では、かかる挙動を解析できる3次元地震応答解析法を開発して、T字管路に対しては地震波動の入射角とT字部における振幅をパラメータとし、曲管路に対しては地盤変状量と地盤変状範囲をパラメータとしたケーススタディーを実施して、定量的に挙動把握を行った。

2. 地盤変状モデル： 図-1は、今回解析で用いた地震波動を受けるT字管路、軟弱地盤沈下及び側方流動を受ける曲管路のモデルを示している。（曲管路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。）地震波動は、最大振幅 $U_h=1\text{cm}$ とし位相をずらすことによりT字部における振幅を変化させた。また、管路材質は、T字管路は鋼管、継手無し（200A×150A）を曲管路は、ダクタイル鉄管（200A）、継手はカニカニ継手を用い、管路材料・継手特性については実験値を用いた。T字部振幅量・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。

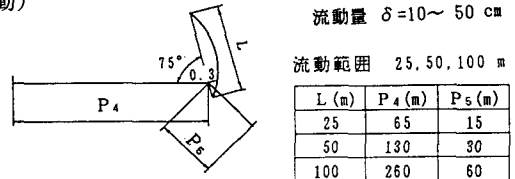


最大振幅 $U_h = 1\text{cm}$
 T字部における振幅
 $P_1 = 1, 0.7, 0.3\text{ cm}$

地震波動モデル（T字管路）



軟弱地盤モデル（曲管路）



側方流動モデル（曲管路）

3. 解析結果

図-1 地震波動，地盤変状モデル

a) T管路の地震波動： 図-2は、それぞれの地震波動による最大応力と波動入射方向の関係を示している。最大値は、T字部振幅 1cm ，入射角 180° の場合で最大応力 $\sigma_{\max}=1605(\text{kgf}/\text{cm}^2)$ である。比較的大きな応力が発生している上述のケースやそれぞれのT字部振幅の入射角 90° では、主管と枝管のT字部近傍での管体変位差が大きくなっておりそのためT字部において応力集中が発生している。逆に、入射角 135° や 225° では管体変位差が小さいため応力が減少している。

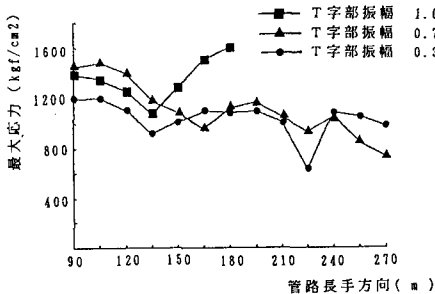


図-2 波動入射角と最大応力の関係

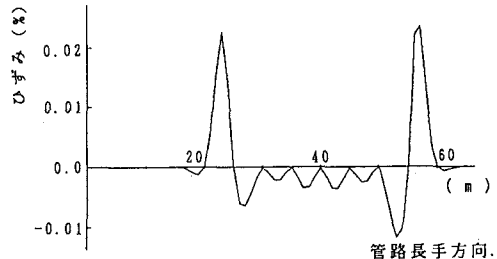


図-3 管体ひずみ分布

b) 曲管路の軟弱地盤沈下: 図-3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、継手部では応力の低減がみられる。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、地盤沈下開始右端地点である。右端の回転量が左端の値よりも大きいのは地盤変状の変化率が大きいためである。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。図-5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状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 $\varepsilon_{max} = 0.1\%$ と管材料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。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) 曲管路の側方流動: 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 1331.3 kgf/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、地震波動を受ける鋼管-継手無しのT字管路と地震外力(軟弱地盤沈下、側方流動)を受けるダクタイル鋳鉄管-継手有しの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) 地震波動を受けるT字管路の最大応力は、T字部近傍の主管と枝管の管体変位差に大きく関与している。
- (2) 軟弱地盤沈下を受ける曲管路では、少なくとも50cmの沈下に耐えることが可能である。
- (3) 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(地震波動、側方流動など)では曲がり部及びT字部などに容易に応力集中が発生する。
- (4) 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。

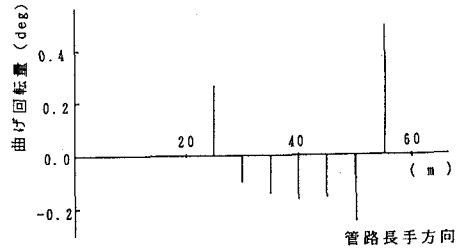


図-4 継手の曲げ回転分布

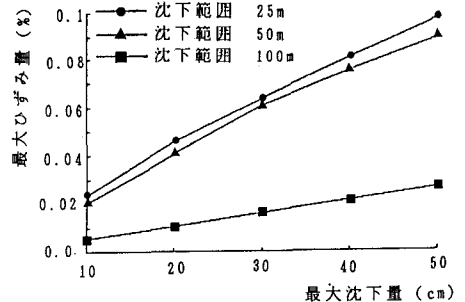


図-5 最大沈下量とひずみの関係

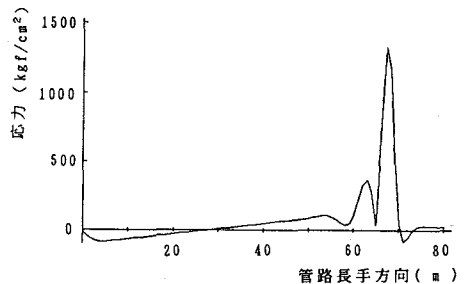


図-6 管体応力分布

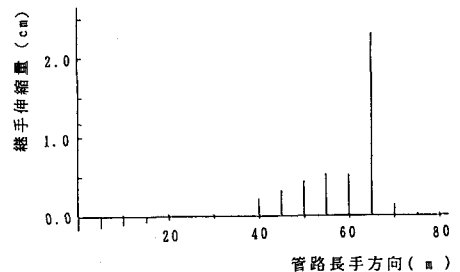


図-7 継手の伸縮分布