

液状化側方流動を受ける曲管を含むガス導管の大変形 FEM 解析

神戸大学工学部 フェロー会員 高田至郎 東邦ガス(株) 北野哲司
 大阪ガス(株) 正会員 小川安雄 住友金属工業(株) 正会員 松本真明
 東京ガス(株) 小口憲武 住友金属工業(株) 正会員 〇田島知治

1. はじめに

兵庫県南部地震などの大地震では液状化に伴う地盤変状によりガス導管が塑性変形する被害が多く見られる。液状化に関する研究は数多くされているが、ガス導管の液状化耐震設計法は未だ確立されていない。ここでは液状化耐震設計法を構築していく段階で必要となる液状化に伴う地盤変状によるガス導管の大変形挙動把握を目的として実施した解析に関して報告する。埋設管の大変形解析についてはいくつかの研究があるが^{1, 2)}、本研究ではシェルはりハイブリッド解析手法を用いて曲管を含むガス導管に液状化側方流動による地盤変位が作用する場合の解析を行い、ガス導管の大変形挙動の把握をした。

2. 埋設管の変形解析モデル

- (1) 液状化側方流動による地盤変状モデルを図1に示す。直径400mの範囲で三角形分布の地盤変位をもつモデルとした。
- (2) 解析の対象としたガス導管モデルの種類を図2に示す。平面的にクランク形状の導管(A)、伏越し導管(B)と曲管1個を含む導管(C)、(D)の4種類である。これらの導管の曲管部が図1に示す地盤変状の中央に位置した状態で埋設されているものとした。なお、図2において矢印は地盤変位方向を示す。(A)は2種類の地盤変位方向を対象とした。
- (3) ガス導管は表1に示す諸元とし、この導管を図3に示すバイリニア特性を持った非線形シェル要素とはり要素を使い、大変形を受ける範囲をシェル要素でその他をはり要素でモデル化したハイブリッドモデルとした。
- (4) 地盤を図4に示すバイリニア特性を持った非線形ばね要素でモデル化し、地盤変位をこのばね要素に強制変位として与えた。
- (5) 解析コードは ABAQUS ver5.7 を使用した。

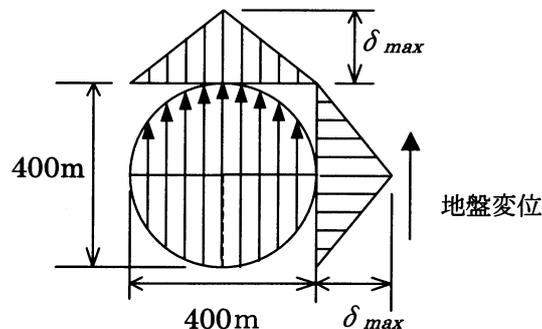


図1 地盤変状モデル

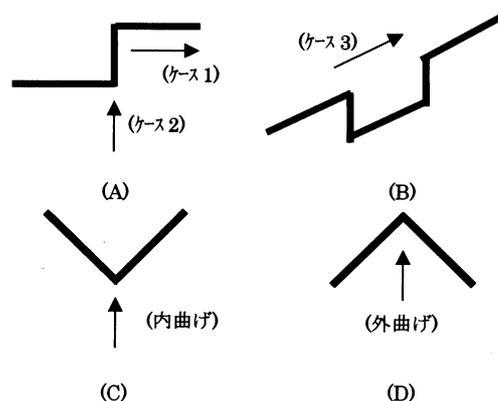


図2 ガス導管モデルの種類

表1 ガス導管の諸元

管径×管厚	φ 165.2mm×7.1mm
曲管	90° ×1.5DR
材質	STPG370
内圧	5.6MPa

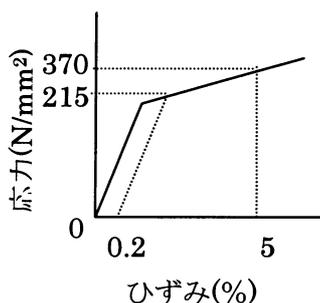


図3 ガス導管の材料特性

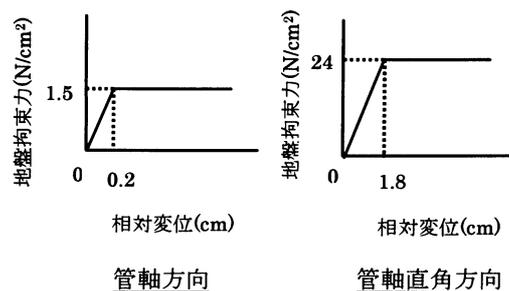


図4 地盤ばねの特性

3. 解析結果

(1) 地盤変位が 5m

の時のケース 1 の変形図を図 5 に示す。図中、曲管 1、曲管 2 はそれぞれ面内内曲げ、外曲げ変形しており、曲管 2 の方が大きく変形している。

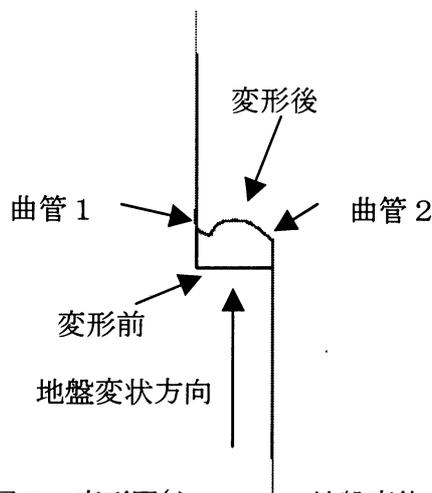


図 5 変形図(ケース 1、地盤変位 5m)

(2) ケース 1～ケース 3 の最大ひずみと地盤変位についての解析結果を図 6 に示す。ケース 1 がもっともひずみが大きく、地盤変位 5m に対して 13.4%で、図 5 の曲管 2 の腹側で発生しており軸方向引張りひずみであった。

(3) 曲管 1 個を含むガス導管モデルは発生変形量をもっとも大きくなる場合 2) をモデル化した図 2 の(C)対称内曲げ、(D)対称外曲げのモデルについて解析を行った。

図 2 に示した全ケースの曲管の変形(曲げ角度)と地盤変位の解析結果を図 7 に示す。曲管 1 個を含む導管モデルがもっとも変形(曲管曲げ角度)が大きく、曲管を複数含む導管モデルでは曲管曲げ角度は曲管 1 個のモデルに比べ小さな値となる。

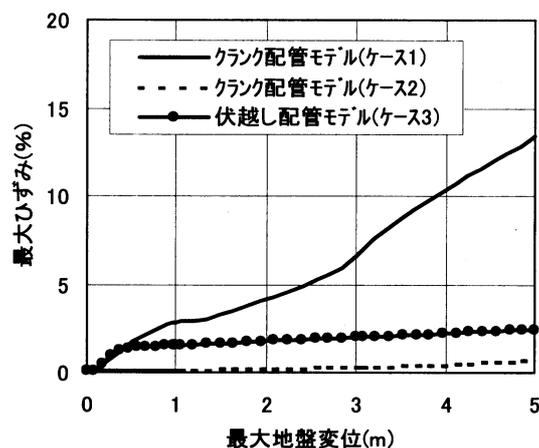


図 6 最大ひずみと地盤変位の関係

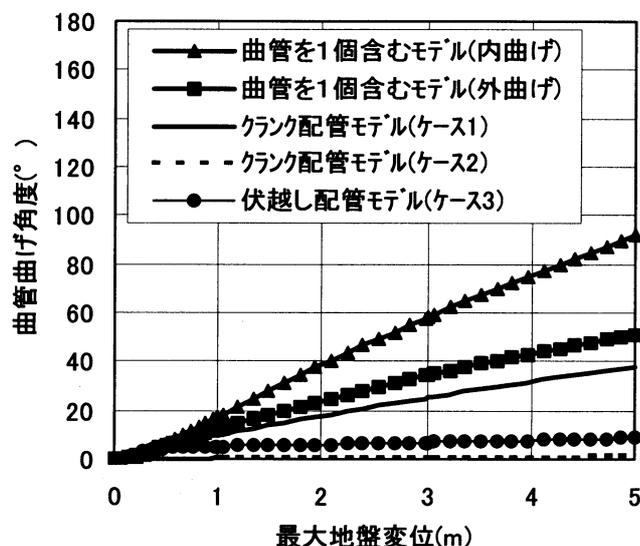


図 7 曲げ角度と地盤変位の関係

4. まとめ

曲管を含む埋設ガス導管をシェル要素とはり要素でモデル化し、地盤をばね要素でモデル化したハイブリッド解析手法で液状化側方流動に対する解析検討を行い、地盤変位に対する最大発生ひずみ、最大変形量(曲管曲げ角度)を把握した。また、曲管 1 個を含むガス導管の場合がもっとも大きな変形が発生することが判明した。

本研究は(社)日本ガス協会が通商産業省(現経済産業省)より委託を受けて調査研究を実施した「ガス導管液状化対策調査」の一部をまとめたものであり、関係各位に感謝の意を表す。

<参考文献>

- 1) K. Yoshizaki and N. Oguchi : Estimation of the deformation behavior of elbows for an earthquake resistant design, 11th World Conference on Earthquake Engineering, 1996
- 2) 高田他 : 液状化側方流動を受ける埋設管の非線形挙動解析, 第 46 回構造工学シンポジウム, 2000 年 4 月