

神戸大・正員 高田至郎, 大阪瓦斯 K.K 椿本敏弘, 奈良県・正員 山田晃也

1.はじめに: 著者らによって開発された、ERAUL (Earthquake Response Analysis of Underground Lifelines) プログラム⁽¹⁾を用いて、継手および地盤摩擦力の非線形特性を組み込んで、T字部をもつダクタイル継手管路の地震時挙動シミュレーションを実施した。また、端部が他構造物に固定されている継手管路の挙動についても計算を行ない、T字部挙動との差異について論じた。

2.解析モデル: Fig. 1 に解析対象とした管路を示している。1本5mのダクタイル管(φ150^{mm})およびT字管を用いて、互いに直交する、各々100mの延長をもつ2条の管路としたものである。地震動入力は、T字部で最大の変位をもち、element(1)の管路で長手方向にのみ運動成分をもつ正弦波を設定している。変位振幅、波長、周期はそれぞれ、5^{cm}、191^m、1^{sec}の値を用い、この際、最大地盤ひずみは 1.64×10^{-3} となっている。対象とした継手は、ガス供給の低圧管路に使用されている2種類のもので、Fig. 2 にその形状特性を示す。また、これらの伸縮特性とFig. 3 に示す。実験によって知られた非線形特性をそのままシミュレーションモデルに取り入れている。伸縮特性値から知られる様に、両継手とも引掛け特性はほぼ同様であるが、タイプ(II)継手では、押込みに対して余裕をもつように、ロックリングに工夫がなされている。また、地盤の摩擦力特性についてはFig. 4 に示すものを用いた。本図はマサ土中に埋設された継手部を含む管路の静的な押し引き試験によって得られた次式を用いて求めたものである⁽²⁾。

$$F = 0.737 \times S \times \delta + 3.49 \times A \times \sqrt{\delta} \quad (0 \leq \delta < \delta_0)$$

$$F = 0.344 \times (C + \gamma_s H \tan \phi) \times S + 3.49 \times A \times \sqrt{\delta} \quad (\delta \geq \delta_0)$$

$$\delta_0 = 0.344 \times (C + \gamma_s H \tan \phi) / 0.737$$

ここに、 δ は管と地盤の相対変位、 S, A は管体表面積、継手断面積、 C, γ_s, ϕ は埋設土の粘着力、単位体積重量、内部摩擦角、 H は埋設深さである。上式は直管部とともに継手突出部の影響を考慮した摩擦力の推定式となっている。なお、計算に使用したERAUL プログラムは、伝達マトリックス法を用いて、地中管路の地震応答を擬似静的に解くもので、非線形計算には荷重増分法を採用している。

3.計算結果: Fig. 5 は、element(1)の管路の埋設されている地盤が圧縮ひずみを受ける際の計算結果である。(a),(b)はT字管路について継手伸縮変位量、管体軸力を示しており、(c),(d)は両端固定管路について同様の応答値を図示している。(a) 図より知られるように地盤が圧縮ひずみにもかかわらず、T字部近傍では引

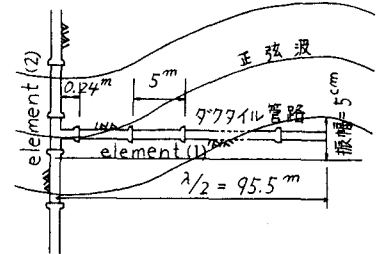


Fig. 1 解析モデル

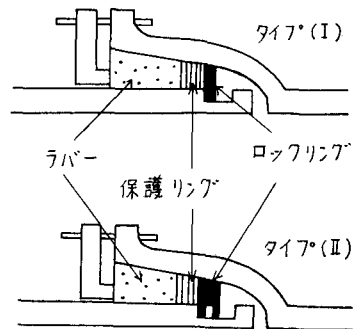


Fig. 2 継手の形状特性

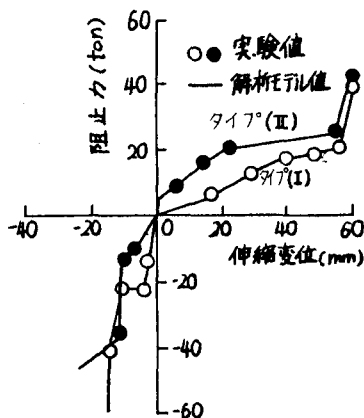


Fig. 3 継手の伸縮特性

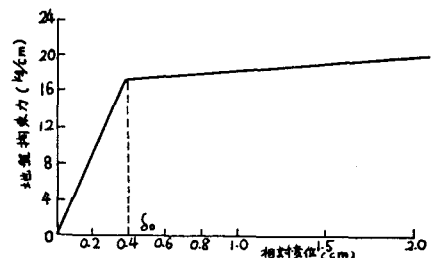


Fig. 4 地盤の摩擦力

投けの継手変位が生じている。その最大値はタイプ(I),(II)の継手で 24mm , 17mm となる。element(1)の管路が圧縮されるために、element(2)の管路は引張力を受ける事になり、丁字部で引投けを生じているものである。タイプ(I)の継手は押し込みに対する余裕が少ないために、地盤圧縮ひずみを十分に吸収できず、その分だけelement(2)の管路に余分な引張力を生ぜしめる結果となり、丁字部付近での継手投け量も大きくなる。一方、タイプ(II)の継手では地盤圧縮ひずみを継手押し込み変位である程度吸収できるために、丁字部での引投け量も減少する結果となっている。また、継手特性の差異は、

(b)図の軸力分布にも反映されており、タイプ(II)の継手では管体圧縮力が小さくなっている。丁字管路と比較のために計算した(c),(d)図の固定端管路では、上述の現象は見られず、丁字管路独自の挙動と見なし得る。なお本計算は、端部で地盤変位最大、ひずみゼロの場合について実施しており、固定端部で継手変位が小さくなっている。Fig. 6は、element(1)の管路の埋設されている地盤が引張ひずみを受ける場合について、前図と同様の応答値を示している。本図では、タイプ(I)の継手についてのみの結果である。

Fig.5の場合とは逆に、element(2)の管路は圧縮力を受けることになり、地盤が引張ひずみにもかかわらず、丁字部では、圧縮継手変位、圧縮軸力を生じている。Fig.7は、比較のために、継手のない鋼管路の丁字部、固定部について地震時挙動シミュレーションを行なったものである。この場合には、丁字部で引張力が作用することによって、固定部の場合よりも管体圧縮力が減少することが分る。

(1)高田 他：水道協会雑誌, No.547, 1980.4

(2)日本瓦斯協会：ガス工作物設置基準調査, 1981.3

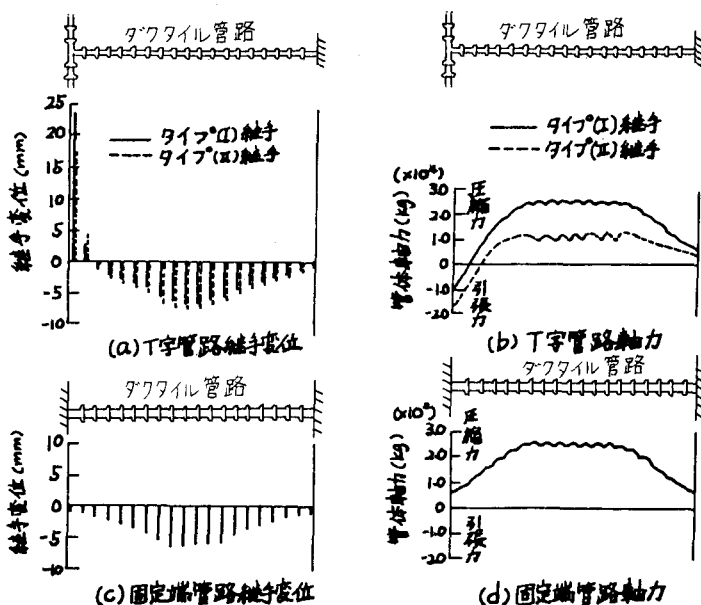


Fig.5 圧縮地盤ひずみを受けるダクタイル管路の挙動

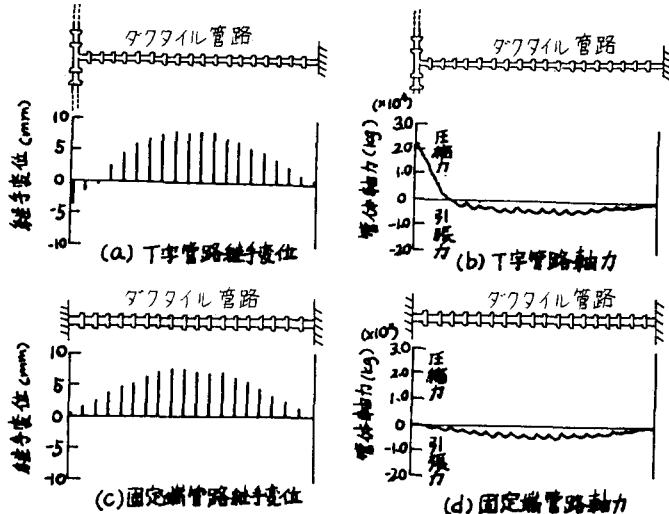


Fig.6 引張地盤ひずみを受けるダクタイル管路の挙動

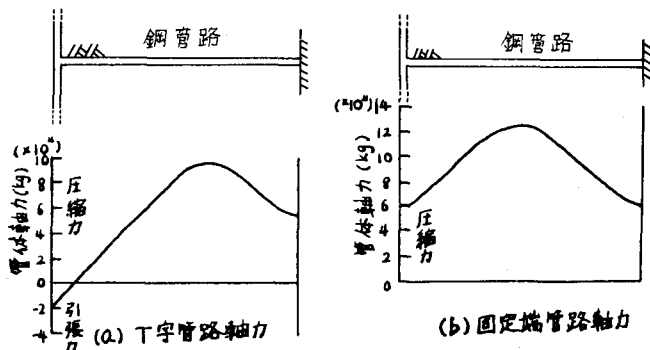


Fig.7 圧縮地盤ひずみを受ける鋼管路の挙動