

大阪ガス 正会員 堀之内伸裕  
神戸大学工学部 正会員 高田 至郎

1.はじめに 曲管路、T字管路などは一部の耐震設計指針に取り上げられているが、十字管路に関してはその耐震性が検討されていないのが現状である。本文では、修正伝達マトリックス法<sup>1)</sup>を用いた十字管路用2次元非線形地震応答解析プログラム

(ERAUL-C)を開発し、前回開発したT字管路用2次元非線形地震応答解析プログラム(ERAUL-T)<sup>2)</sup>を用いて解析したT字管路の挙動との比較検討を行い、その差異を明らかにした。

2.解析方法 修正伝達マトリックス法を用いて解析を行っている。T字管路の解析と異なる点は、十字部での断面力の釣合条件および変位の適合条件である(図.2.1を参照)。この関係を以下に示す。

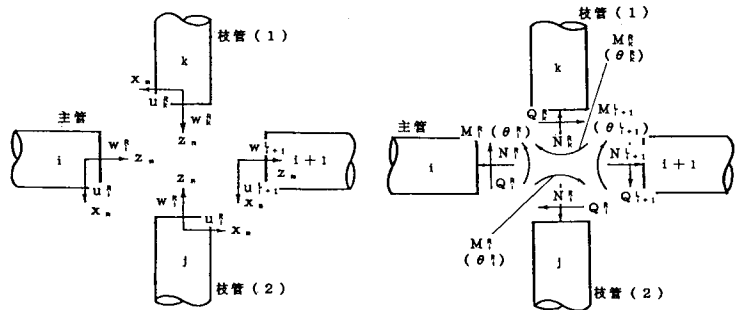


図.2.1 十字部での変位および断面力

ここで、 $U = \{u, \omega, \phi\}^T$ 、 $Q = \{Q, N, M\}^T$

$u$ : 軸直角方向変位(cm)、 $Q$ : せん断力(kgf)

$\omega$ : 軸方向変位(cm)、 $N$ : 軸力(kgf)

$\phi$ : たわみ角(rad)、 $M$ : 曲げモーメント

上付き添字T: 転置行列 (kgf・cm)

変位の適合条件  $U_{i+1} = U_i^T = U_i^R = U_i^L \quad \} (2.1)$

断面力の釣合条件  $Q_{i+1} = Q_i^T + Q_i^R + Q_i^L$

式(2.1)を基にERAUL(II)プログラム<sup>3)</sup>の作成時に示した解析過程を2次元に修正したものに導入することで、2次元十字管路の地震時挙動が把握できる。

3. 解析モデル 入力地震波動として正弦波を用い、埋設管と地盤との相対変位が最大となるように振幅を1.90cm、波長を141mとした。波種は進行方向と運動方向が一致するような波動を仮定している。解析の対象とした管路は主管、枝管ともに無継手鋼管とし、管体諸元は表.3.1に示すものを用いている。本解析に用いた管路の基本モデルとして、主管には直径 $\phi 89.1$ mm、枝管には $\phi 60.5$ mmを用いている。管体に作用する地盤ばねの特性は、ガス導管耐震設計指針<sup>4)</sup>により図.3.1のように定めて解析を行っている。

表.3.1 管体諸元

| 管径<br>D(mm) | 断面積<br>A(cm <sup>2</sup> ) | 断面2次モーメント,<br>I(cm <sup>4</sup> ) |
|-------------|----------------------------|-----------------------------------|
| 27.2        | 2.15                       | 1.62                              |
| 34.0        | 3.10                       | 3.71                              |
| 42.7        | 4.31                       | 8.35                              |
| 48.6        | 4.96                       | 12.68                             |
| 60.5        | 6.77                       | 27.32                             |
| 76.3        | 9.51                       | 62.03                             |
| 89.1        | 11.20                      | 101.20                            |
| 101.6       | 12.85                      | 152.68                            |

※ 弾性係数:  $E = 2,100,000.0$   
(kgf/cm<sup>2</sup>)

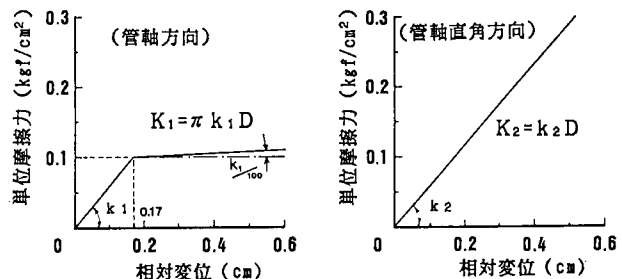


図.3.1 地盤ばね特性

4. 解析結果 主管側入力波動の入射角を $0^\circ \sim 90^\circ$ (入射角 $0^\circ$ で異型部に腹、 $90^\circ$ で節がくる)に変化させた場合の主管側および枝管側のT字部・十字部に生じる軸ひずみおよび曲げひずみに及ぼす影響を図.4.1、図.4.2に示している。ここで、解析により得られた応答ひずみを直線管路( $\phi 89.1\text{mm}$ )に生ずる最大軸ひずみ( $\varepsilon_a$ )を用いて正規化している。

曲げひずみについて、主管側ではT字管路より十字管路の方が小さい値を示し、逆に枝管側では大きい値となることからわかる。これは、入射角が $0^\circ$ の場合十字部では主管を境にして両側に枝管を有する形状をなしており、また入射方向と主管の管軸方向が一致することにより枝管側十字部にたわみ角が発生しない。一方、T字部では主管を境にして枝管が片方側にしかない形状のため、枝管側T字部にたわみ角が発生し、十字部に比べて若干の曲げひずみの減少を生じるものと考えられる。また入射角 $90^\circ$ では、T字部、十字部ともに主管側にたわみ角は発生しないが、T字部に比べて十字部は主管を境にして両側に枝管を有する形状であることにより、地盤運動に追従しやすくなり(T字管路と十字管路との配管形状の違いによる影響)、主管に生じる曲げひずみが若干小さくなるものと考えられる。

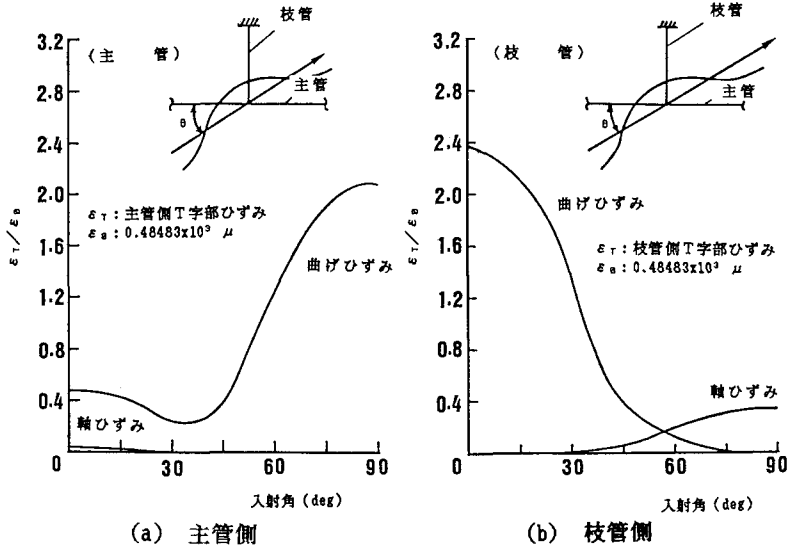


図.4.1 入射角がT字部ひずみに及ぼす影響

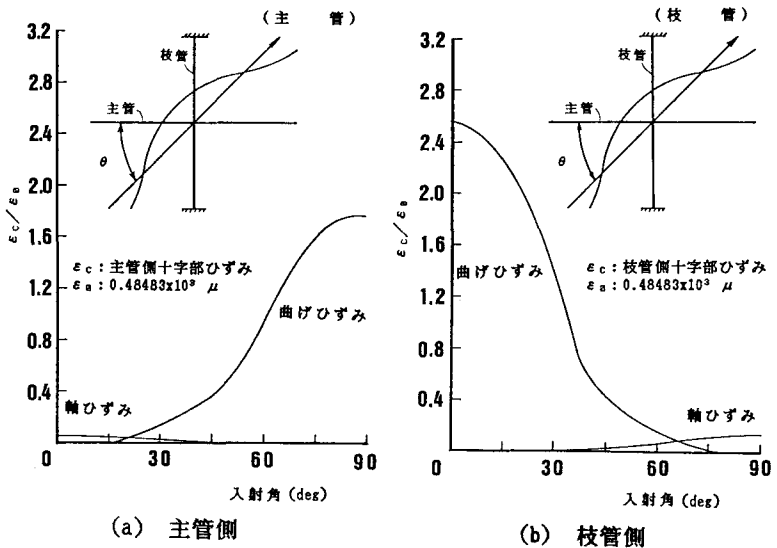


図.4.2 入射角が十字部ひずみに及ぼす影響

5. おわりに 一般に主管よりも口径の小さい枝管路に発生する応力が耐震設計上問題となることが多いが、十字管路

ではT字管路よりも大きい応答値(枝管側)を示すので、T字管路解析だけでは充分ではなく本文で提案する十字管路の解析を実施することが望まれる。T字・十字部に及ぼす管径の影響については、当日発表する。

6. 参考文献 1)中村:数値誤差の改善を考慮した伝達マトリックス法の提案、土木学会論文報告集、第289号、pp.43-53、1979.9. 2)高田他:多分岐を有する管路の地震時挙動解析、土木学会第42回年次学術講演会第I部門、pp.1040-1041、1987.9. 3)高田他:地中立体配管路の沈下・耐震解析、第38回土木学会年次学術講演会、pp.727-728、1983.9. 4)日本ガス協会:ガス導管耐震設計指針、1982.3.