

防衛大学校土木工学教室 正 員 ○佐藤敏志

同 上

大内 元

1. まえがき

曲管部を含む平面埋設管路の耐震性評価を評価するうえで重要なことは、1) 外力が地盤の強制変位として与えられること、2) 巨視的には地盤の拘束力は強大であること、などである。したがって、このような系では地震時に作用する強制変位を系のどこかで吸収する必要がある。いい換えれば、管路系のどこかに変位が集中することになる。ダクトイル管のように継手を持っている場合には継手で吸収できるが、溶接接合された鋼管路の場合、直管部または曲管部で受け持つことになる。これまでに行った平面管路系に関する弾塑性解析の結果によれば、与えられた地盤変位を、管径の小さい場合には直管部で、管径が大きくなると曲管部で吸収する傾向になっている¹⁾。また、これまでの震害例でも管本体に関する被害の多くは曲管部などの異形部に発生している²⁾。しかしながら、強制変位を受ける管路系の中での曲管部の挙動については不明な点が多く残っている現状にある。本研究はこのような観点から埋設管路の耐震性評価の内、特に曲管部の取り扱いについて検討することを目的として行ったものである。

2. 曲管部に関する載荷試験結果の概要と許容変形量³⁾

載荷試験は、図-1に示したようなSGP100A 90°ロングエルボ(外径114.3mm, 肉厚4.5mm, 曲率半径152.4mm)の両端に長さ350mmのストレート管(SGP100A)を溶接した試験体を用いて行った。図-2は、静的内曲げおよび外曲げ試験における最大ひずみ(曲管部における)ー変位(載荷点の)関係を示したものである。ここで、内曲げとはエルボが閉じる方向であり、外曲げとはエルボが開く方向の変位を与えることを指している。図から、両者とも降伏変位(内曲げ試験の場合8.5mm, 外曲げ試験の場合8mm)以降急激にひずみが増加しており、その割合は内曲げ試験の方が大きくなっている。この図より、この曲管部に対する許容変形量として、基準ひずみ1%に対しては載荷点変位として10mm(対応する曲げ角度約0.8°)、ひずみ3%に対しては、同じく40mm(曲げ角度約3.2°)が得られる。なお、ここでは基準ひずみとしてガス導管耐震設計指針(高圧, 中低圧)⁴⁾に示されている値を用いた。一方繰返し載荷試験からは、図-3のような荷重ー変位関係についての履歴特性などが得られている。この図は、30mmの一定振幅で50回繰り返した後、50mmの一定振幅で亀裂が発生するまで繰り返した(この場合20回で亀裂発生)結果を示したものである。

3. 履歴特性を考慮した弾塑性解析と耐震性評価

一般に、埋設管路の耐震性評価は、与えられた地盤変位に対して計算された管体のひずみとあらかじめ定められている

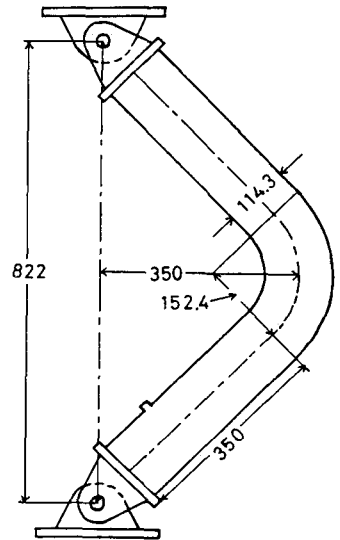


図-1 試験体の寸法

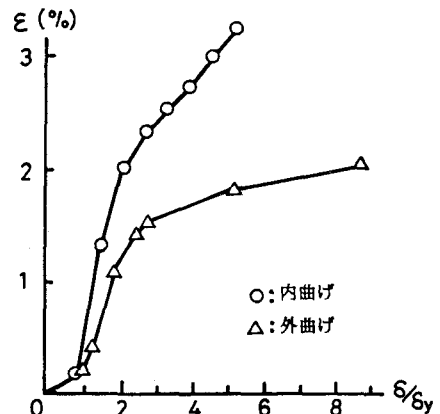


図-2 最大ひずみー変位量関係

許容ひずみとを比較することによって行われている。その際、許容ひずみとしては塑性範囲まで容認されてきたので、著者らもこのような設計面での流れに対応すべく、管体の塑性変形を考慮し得る弾塑性解析手法を定式化し、その手法により種々の管路系の挙動を検討してきた¹⁾。しかし、そこでは曲管部の取り扱いに関して、その部分に生ずる塑性ひずみを評価することが難しいことなどのため不十分のまま残されていた。ここでは、前述の曲管部に関する載荷試験結果を利用した管路系の耐震性評価について検討する。その方法は、曲管部に対しては塑性ひずみを直接評価することを避け、曲管部近傍の変形量で評価しようとするものである。すなわち、まず図-3の履歴特性を、図-4のような曲管部における曲げモーメント-曲げ角度関係にモデル化した上で、すでに定式化した弾塑性解析の基本式に組み込む。なお、この際曲管部は図-5に示したような剛体-ばねモデルに置換する。このようなモデル化を行った上で、次に、例えば図-6に示すような地盤変位を与えて、弾塑性解析を行い、1)直管部に対してはひずみを計算し、そのひずみを許容ひずみと比較し、2)曲管部に対してはその前後の変位

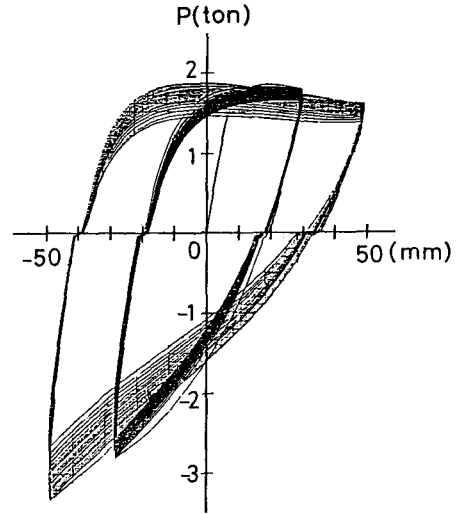


図-3 荷重-変位履歴曲線

（または、曲げ角度）を求め、この量と先に定めた許容変形量を比較することにより耐震性を評価する。

4. あとがき

本研究は、曲管部を有する埋設管路の耐震性評価の方法について検討することを目的として行ったものである。先に行った実験によって得られた曲管部の履歴特性を考慮した弾塑性解析とその結果を利用した耐震性評価の詳細については講演時に述べる。

参考文献

- 1) 佐藤・石川：地盤急変部における埋設管路の地震時挙動に関する一考察，構造工学論文集，Vol. 31A，pp. 427-437，1985. 3.
- 2) 日本ガス協会：日本海中部地震と都市ガス，1984. 2.
- 3) 大内・佐藤：埋設管路曲管部の大変形挙動に関する実験的研究，構造工学論文集，Vol. 32A，pp. 865-878，1986. 3.
- 4) 日本ガス協会：ガス導管耐震設計指針，1982.

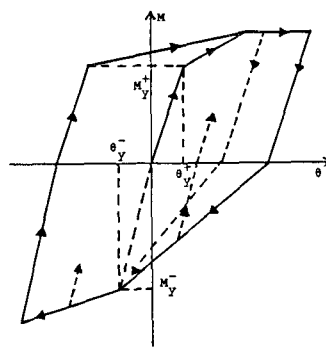


図-4 履歴特性のモデル化

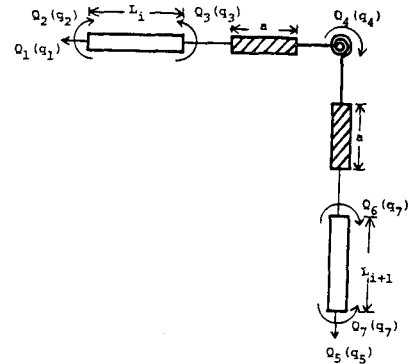


図-5 曲管部の要素モデル

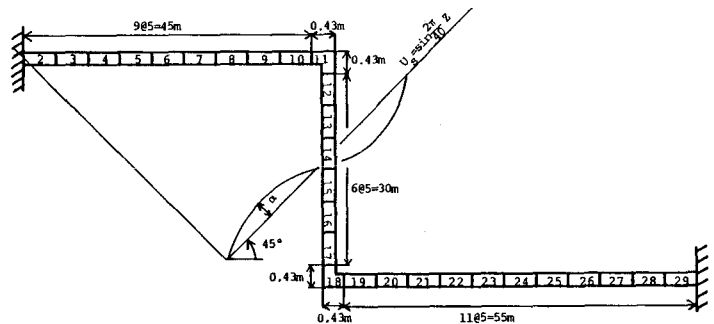


図-6 曲管部を有する管路系モデル