

1. まえがき

埋設管路の耐震性評価は、与えられた設計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疲労損傷度などを考慮して定められた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弾性限度を超えた塑性域まで容認されている¹⁾。著者らも、このような設計面での流れに対応すべく、これまで管体の塑性変形を考慮し得る弾塑性解析法を定式化し、その手法を応用して種々の管路系の挙動を検討してきた²⁾。しかし、埋設管の震害という観点からは、大きな影響を受ける曲管部の取扱いには不十分な点が残されていた。その理由の一つは、曲管部の塑性ひずみの評価が困難であることに起因している。そこで、本研究では、曲管部に関しては、そのひずみを直接計算することを避け、その部分を独立した配管要素と考へて、曲管部の許容変形量で耐震性を評価することを検討する。以下、1つの曲管部に関する静的および繰返し実験の概要およびその結果を利用した曲管部の耐震性評価について報告する。

2. SGP 100A ロングエルボの大変形挙動に関する実験の概要

(1) 静的荷重試験

荷重試験は、図-1のような変位制御型の試験機を用いて行った。試験体は、SGP 100A 90° ロングエルボ (直径 152.4mm, 肉厚 4.5mm, 曲率半径 152.4mm) の両端に同種のストレート管 (直径 152.4mm, 肉厚 4.5mm, 長さ 350mm) を溶接接合したものをを用いた。図-2 は、内曲げおよび外曲げ試験の荷重～変位関係を示したもので、縦軸は荷重を、横軸は変位を表わしている。全体の挙動として、内曲げ試験においては最大荷重点以降、曲管の偏平化現象および内壁面の座屈によると思われる耐力の低下が顕著である。一方、外曲げ試験では、降伏した後、管が直線に近くなるため、みかけ上耐力は増加しているように見える (ここで、内曲げとはエルボを閉じる方向、外曲げとはエルボを開く方向とする)。

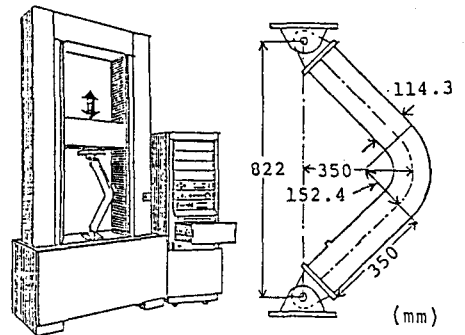


図-1 試験装置および試験体

図-3 は、内曲げおよび外曲げ試験における円周方向の最大ひずみと変位量を示したもので、縦軸はひずみ、横軸は移動端の変位量である。内曲げでは、2500μ程度までは直線的に増加し、それ以後急激に立ち上がっていることがわかる。

(2) 繰返し荷重試験

図-4 に、荷重～変位の履歴曲線を示す。これらの履歴曲線から、(1) 管の剛性は、繰返し回数とともに徐々に低下していること、(2) 全般的に、内曲げでは耐力が低下し、逆に外曲げでは荷重が直線的に増加し、同じ変形量では内曲げの約 2 倍の値となっていること、などがわかる。この試験にお

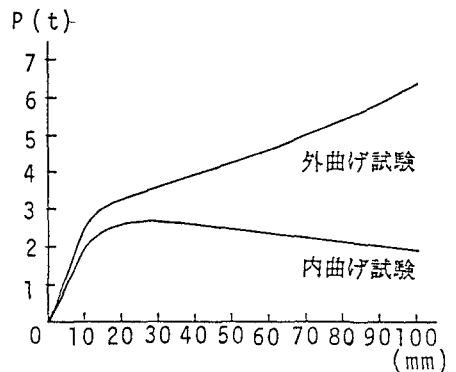


図-2 荷重～変位関係

ける亀裂は、すべてエルボ本体の側面の母線方向に発生した。ここで、LP-1 は、50mmの一定変位振幅での繰返し試験であり、その33回目に亀裂が発生した。以下、同様に、LP-2は、10mmからの各変位振幅を10回ずつ10mm毎の繰返しで(60mmの9回目に亀裂発生)、LP-3 は、20mmの一定変位振幅で50回繰返した後、50mmの一定変位振幅で(50mmの22回目に亀裂発生)、LP-4 は、30mmの一定変位振幅で50回繰返した後、50mmの一定変位振幅で(50mmの20回目に亀裂発生)、LP-5 は、100mmの一定変位振幅の繰返しで(8回目に亀裂発生)行った実験であることを示している。なお、載荷速度は、すべて 50mm/min とした。

3. 曲管部の許容変形量

配管要素の許容変形量を定めるためには、その基準となる量をどのように設定するかが重要である。ここでは、(1) 最大ひずみが基準¹⁾に示された許容値になるときの変形量、および(2) 地震時の地盤変位の等価繰返し回数40～50回で管内流体の漏洩またはクラックが発生するような変形量を、2. で述べた実験結果をもとに決定し、これらの値をこの要素の許容変形量とする。

図-3 から、中低圧ガス導管耐震設計指針にある SGP 100Aの許容ひずみ 3%に対して、ここでは図-1 に示すような載荷点変位として約 40mm が得られ、図-4 の繰返し試験結果からも、40～50回の繰返し回数で、管体にクラックが生ずる載荷点変位は40mm程度と予想される。したがって、この配管要素に対しては、埋設管路-地盤系の弾塑性解析から得られるこの部分の変形量とこの値とを比較することによって耐震性の評価が可能である。

4. あとがき

本研究は、埋設管路曲管部の耐震性評価のための許容変形量を検討することを目的として行ったものである。本研究の成果として、SGP 100Aロングエルボの静的および繰返し試験の結果より、現行の設計指針を考慮した曲管部の許容変形量を定めることができた。ここで求められた値と各試験における亀裂が生ずるまでの履歴吸収エネルギー量との関係、また、この実験結果を利用した埋設管路系の応答解析と耐震性評価については講演時に述べる。

参考文献

- 1) 日本ガス協会：ガス導管耐震設計指針，1982。
- 2) 佐藤紘志，香月智，石川信隆：強制地盤変形を受ける平面埋設管路の弾塑性解析，土木学会論文集，Vol. 350, pp. 217-226, 1984. 10.

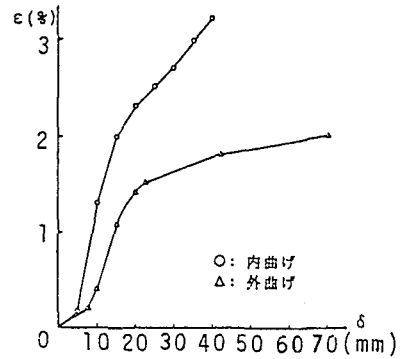


図-3 最大ひずみ～変位量関係

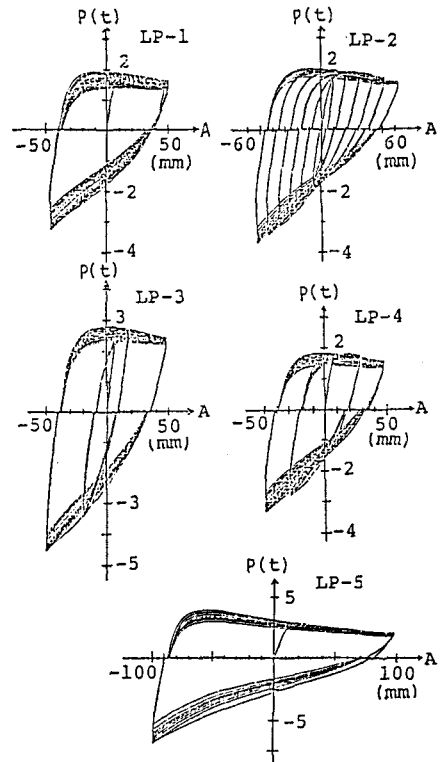


図-4 繰返し試験による荷重～変位履歴曲線