

薄肉パイプラインの埋設挙動に関する模型実験 Model test for behavior of buried thin wall pipe

有吉 充*・毛利栄征*・堀俊和*・松島健一*・河端俊典**

Mitsuru ARIYOSHI, Yoshiyuki MOHRI, Toshikazu HORI, Kenichi MATSUSHIMA,
Toshinori KAWABATA

1. はじめに

農業用水の効率的利用のため、開水路のパイプライン化が進んでいるが、埋設されたパイプラインが、現行の設計基準¹⁾に示されている許容たわみ量(5%)を大きく超えて変形する事例が、たびたび報告されている。しかしながら、埋設パイプラインの挙動は、周辺地盤との複雑な相互作用によって決まるため、その限界状態は十分に解明されておらず、適切な対応を決定することが困難となっている。そのため、本研究では、限界状態を把握することを目的とし、薄肉パイプの埋設挙動に関する模型実験を行ったので、以下に報告する。

2. 実験概要

Fig.1 に示す実験装置（縦 1.0m×横 1.0m×奥行き 0.4m）を用いて、豊浦砂で作成した地盤（乾燥密度 1.63g/cm³）に供試管を埋設し、地表面から載荷する実験を 2 ケース実施した。供試管に使用したアルミ管（A3004、弾性係数 69GPa、引張強さ 175MPa）の物性値を Table1 に示す。J.R.Allgood²⁾の分類(Fig.2)において、土の弾性係数を 40MPa、ポアソン比を 0.3 とすると、基礎材とパイプの剛性比は、Case1 の場合 2.3×10⁵、Case2 の場合 1.8×10⁶ となり、flexible に分類される。なお、地表面載荷は載荷板を 0.2mm/sec の変位制御で行い、載荷荷重、パイプの変形・ひずみなどを測定した。

3. 考察

Fig.3 に示すように、管厚が薄い Case2 の方が Case1 よりも変形しやすく、400kPa 載荷時には、約 2 倍の鉛直たわみ量が発生している。Case2 は、470kPa 載荷時に破壊し、その時の鉛直たわみ量は 4.9mm(3.7%)であり、設計基準に示されている許容たわみ量(5%)以下で破壊に至っている。Case1 は、1.75MPa(土被り約

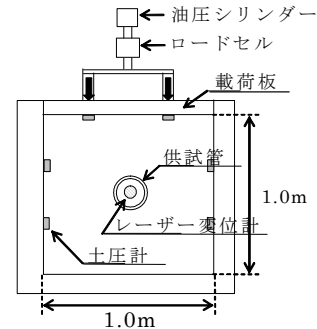


Fig.1 実験装置
Test installation

Table1. 供試管の物性値
parameters of pipe model

	管厚 (mm)	曲げ剛性 EI/D ³ (Pa)
Case1	0.45	30.6
Case2	0.23	230.2

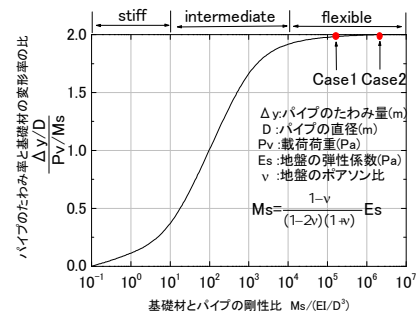


Fig.2 供試管の剛性
Pipe stiffness

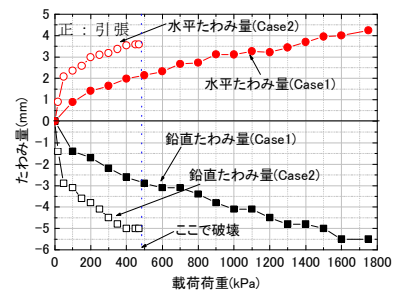


Fig.3 載荷荷重とたわみ量の関係
Relationship between surface load and pipe deflection

100mに相当)の載荷荷重でも破壊しておらず、破壊荷重は非常に大きくなっている。また、Fig.4に示すように、Case2において、破壊時に発生した最大応力は、121MPaであった。Case1に発生した最大応力は226kPaであり、Case2ではパイプに発生した応力が小さい状態から、突然破壊に至っている。なお、破壊は、Fig.5に示すように、管頂部から反時計回りに120°進んだ箇所が発生している。

曲げひずみは、Fig.6に示すように、400kPa載荷時にCase1とCase2で大きな差は生じておらず、管の曲げ剛性による違いはあまり見られなかった。Case2では、破壊直前までは、破壊した箇所において大きなひずみは生じておらず、また、局所的な変形も観察できず、破壊の予兆はみられなかった。また、Case1において、1.6MPa載荷時には、400kPa載荷時と比較して、局所的なひずみが生じた管頂部・管底部付近の曲げひずみは増加しているが、他の箇所での増分量は小さかった。一方、Fig.7に示すように、軸ひずみは、パイプ全周にわたり圧縮領域にあり、載荷荷重の大きさにほぼ比例して増加し、Case1において、1.6MPa載荷時には、400kPa載荷時の約4倍の軸ひずみが発生している。また、パイプ剛性が低いCase2の方が、大きな軸ひずみが発生し、400kPa載荷時にスプリングラインでは、Case1よりも約2.6倍大きくなっている。パイプの剛性が低いと、周辺地盤の拘束を受けて、パイプ外側への変形が抑制され、曲げひずみよりも軸ひずみが卓越するモードが生じると考えられる。また、同じ荷重を受けた場合でも、管厚に応じた軸ひずみが生じるために、管厚が薄い場合には、相対的に軸ひずみは大きくなる。

4. まとめ

剛性が非常に低い埋設管には、曲げひずみだけでなく、大きな軸ひずみが生じることがわかった。現行の設計基準は、土圧により生じる軸力を考慮していないため、薄肉パイプの構造安全性に関しては、十分に評価できていない可能性がある。

参考文献

- 1)農林水産省構造改善局：土地改良事業計画設計基準設計「パイプライン」、1998
- 2)J.R.Allgood, Summary of soil-structure interaction, Naval civil engineering laboratory technical report, 1972

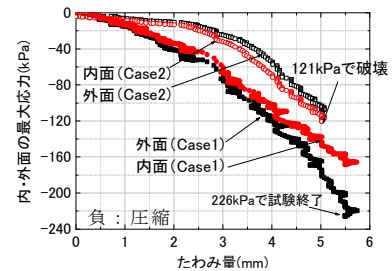


Fig.4 たわみ量と内・外面の最大応力
Relationship between pipe deflection and maximum strain of pipe



Fig.5 実験終了後の供試管(Case2)
The pipe after the test

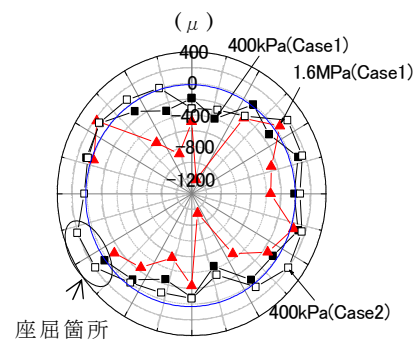


Fig.6 曲げひずみ分布図 (外面)
Bending strain distribution

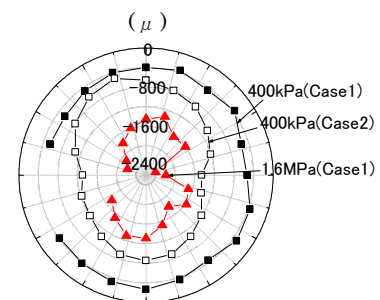


Fig.7 軸ひずみ分布図
Axis strain distribution