

中口径ポリエチレン管による曲線管路の繰返し内水圧負荷実験

Field test of using curved pipelines formed with polyethylene pipes to cyclic internal pressure

時吉 充亮* 工藤 秀穂** 日野林 譲二* 毛利 栄征*** 有吉 充***

M.Tokiyoshi* , H.Kudo** , J.Hinobayashi* , Y.Mohri*** , M.Ariyoshi***

1. はじめに

農業用パイプラインは、屈曲点に曲管を配置し、内圧によるスラスト力に対してはスラストブロックで防護する方法が一般的である。しかしながら、スラストブロックは軟弱地盤上に敷設する場合や地震時に管路の構造的弱点となる。管路の一体化による曲線配管は、パイプラインのウィークポイントを回避する上で最も効果的な対策方法である。本報では中口径ポリエチレン管路の曲線配管に作用するスラスト力に対し長期的な安全性を評価することを目的に行った繰返し内水圧負荷実験について報告する。

2. 実験概要

実験管路は、内径 450mm、管厚 27mm のポリエチレン管 5 本を電気融着によって接続（長さ 23m）し、Fig.1 に示すよう曲率半径 25.20m、22.7° の交角相当の水平曲線敷設とした。

①実験管路の作成手順

a) 関東ロームの現地盤を曲線状に掘削、b) 5 本の管を現地盤上で電気融着継手（EF 継手）を用いて完全に一体化し、掘削溝内に線形なりに敷設、c) Fig.2 に示す粒度分布の霞ヶ浦砂を撒出し厚 0.3m ごとに転圧し、土被り 0.6m まで埋戻した。なお、締固め管理は振動コンパクター（60kg 級）にて締固め度（D 値）が 95.0%以上となるよう締め固めた。

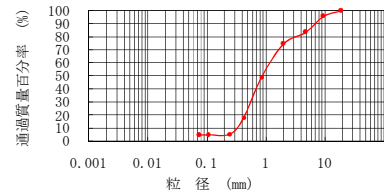
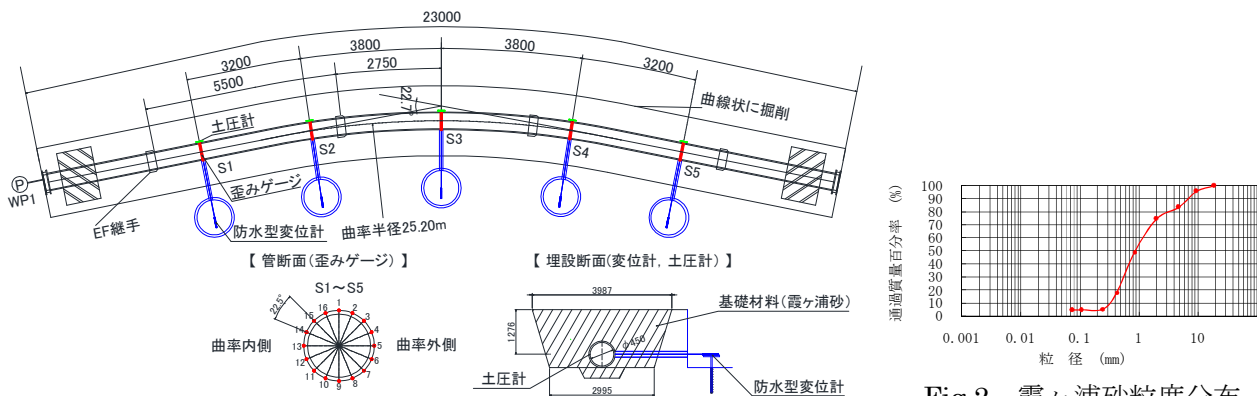


Fig.2 霞ヶ浦砂粒度分布

Fig.1 実験管路

②内水圧繰返し実験

スラスト力に対する安全性評価を行うため 0~1.0MPa の内水圧を 500cycle（3 時間周期、内水圧保持時間 90 分）繰返し負荷した。なお、実験管路において、Fig.1 に示す S1~S5 の 5 断面の曲率外側から水平土圧を計測し、曲率内側から水平変位を計測した。また、上記 5 断面の円周方向および管軸方向にひずみを計測した。ひずみの計測は、管路外面に貼付したひずみゲージを用い、貼付ピッチは 22.5° とした。

大日本プラスチック* [Dainippon Plastics] 日本ハウエル** [Nippon Hawer]

農業・食品技術総合研究機構 農村工学研究所*** [National Institute for Rural Engineering]

キーワード：ポリエチレン管 曲線布設 一体化管路

3. 結果

(a)管背面の水平土圧

1.0MPa の水圧を 1 回,150 回,300 回,500 回目に負荷した時の測点 S1~S5 における管背面の水平土圧 Fig.3 に示す. S2~S4 の曲線配管部だけでなく S1,S5 の直線配管部でも受働土圧の増加が顕著で, 管路全体で内圧によって作用する不平衡力とバランスを取っている. S3 を除いては繰り返し回数の増加により受働土圧の増分が収束の方向にあり, 全体的に安定化に向かっている様子がうかがえる. ただし, 内水圧から計算される不平衡力 (62kN) と [受働土圧] × [S1~S5 間の背面断面積] から求めた不平衡力 (312kN) には大きな差があり, 繰り返し内圧負荷の影響, 背面土圧分布など検討課題が残された.

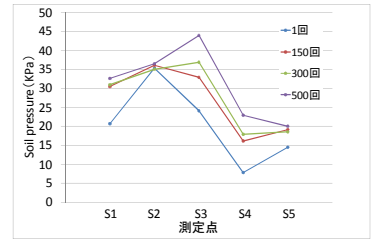


Fig.3 内水圧繰返し実験
(水平土圧増分)

(b)管路の水平方向変位量

1.0MPa の水圧を 1 回,150 回,300 回,500 回目に負荷した時の測点 S1~S5 における水平方向変位量を Fig.4 に示す. 変位量はスラスト力の作用方向 (曲率内側から外側へ向かう方向) を正とした. 受働土圧と同様に水平方向変位量についても S1,S5 の直線配管部で顕著に増加しており, 一体管路として管路全体でバランスを取ろうとする様子がうかがえる. ただし全体的に変位量の増加は繰返し内圧負荷回数とともに収束方向に向かっているとは言えない.

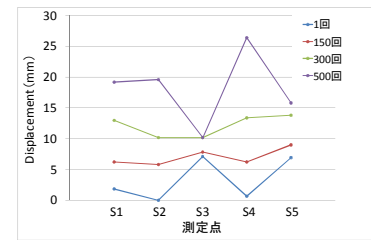


Fig.4 内水圧繰返し実験
(水平方向変位増分量)

(c)管外面ひずみの変化

1.0MPa の水圧を 1 回目,500 回目に負荷した時の測点 S1~S5 における外面ひずみを Fig.5 に示す. 円周方向, 管軸方向共に繰返し内水圧負荷によるひずみの増加は顕著ではない. 管軸方向のひずみに関しては受働土圧や水平変位と異なり S2~S4 の曲線配管部のみ曲率外側に引張りひずみが発生したが, 最大値は S4 断面 No.5 で 11,662 μ と管材料の許容値 (45,000 μ) を下回った.

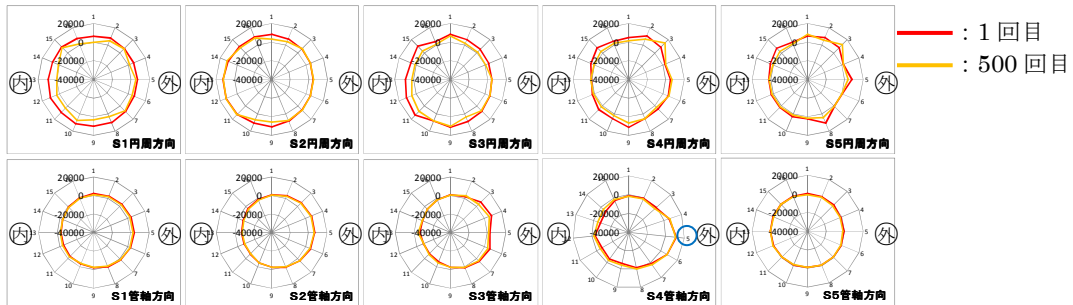


Fig.5 外面ひずみの変化

4. まとめ

中口径ポリエチレン管を電気融着継手により一体化した曲線管路に対して繰返し内水圧負荷実験を行った. その結果, 受働土圧および水平変位が曲線部だけでなく広範囲に発生し, 一体管路としての分散効果が明らかになった. 一方, ①スラスト力から計算される不平衡力と受働土圧から求めた不平衡力に大きな差がある②水平変位量の増加は繰返し内圧負荷回数とともに収束方向には向かないという課題が残った. しかし, 管外面に発生するひずみは円周方向, 管軸方向のいずれも管材料許容値以下であった.

参考文献

- 1) 時吉, 工藤, 日野林, 毛利, 有吉: 中・大口径ポリエチレン管による曲線配管工法の開発, 平成 24 年度農業農村工学会 9-22
- 2) 時吉, 工藤, 日野林, 毛利, 有吉: 中口径ポリエチレン E F 継手の実験的研究, 土木学会第 67 回年次学術講演会 III-025
- 3) (社) 農業農村工学会 土地改良事業計画設計基準及び運用・解析 設計「パイプライン」