

内圧及び輪荷重が作用した塩化ビニル管の現地計測
 Field measurement of PVC pipe subjected to both
 internal pressure and traffic load

○有吉 充* 田中良和* 泉 明良* 河端俊典**

Mitsuru ARIYOSHI, Yoshikazu TANAKA, Akira IZUMI, Toshinori KAWABATA

1. はじめに

農業用パイプラインの破損事故は営農に支障をきたすだけでなく、交通障害などの二次被害を引き起こす場合もあるため、極力防ぐ必要がある。そこで、本研究では、塩化ビニル管の破損事故が生じている地区において、破損の原因を検討するため、埋戻し時、輪荷重及び内圧作用時の管の挙動を計測した。

2. 計測条件

計測断面を図1に示す。計測断面は2断面で、A断面では埋戻し時、B断面ではトラック走行時の管の挙動を計測した。供試管はφ200の塩化ビニル管（VP）である。基礎材料には細粒分質礫質砂（SFG）、管頂より300mm以上上部には再生砕石（RC40）を用いており、それぞれプレートコンパクタ及びタンピングランマーにより締固めを行った。

走行試験は埋戻し完了から11ヵ月後に行った。本地区で想定される最大の荷重に相当するトラック（20.7t）を時速10～20km/hで5回通過させた後、2～5分間の停車を5回（交通の都合により2回目のみ2分間、他は5分間）行い、再度時速10～20km/hで5回通過させた。なお、走行試験時には内圧も作用している。

A断面では管頂から管底の半断面において22.5°毎に合計7箇所、B断面では管頂・管底・管側の合計4箇所において、管の外面のひずみを計測した。また、B断面では管の上部100mmの箇所に土圧計を設置した。

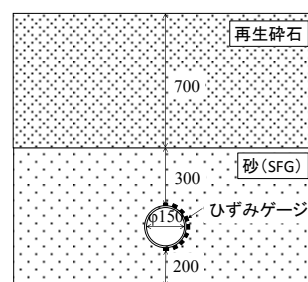
3. 計測結果

(1) 埋戻し

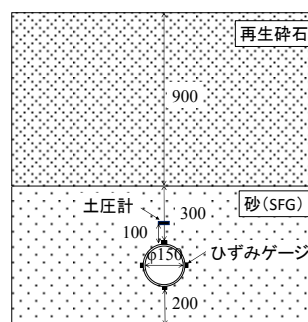
埋戻し完了時のひずみ分布図を図2に示す。管は横長に変形し、最大のひずみは管頂（1448μ）で生じており、管底（594μ）の2.4倍である。設計基準¹⁾に基づく構造設計（地盤反力係数4000kPa、設計支持角120°とした場合）の試算では最大のひずみは590μ（管底）で、計測値の最大値は設計値の2.4倍で危険側になる。管上部の地盤を締固めたときに、管上部が地盤とともに変形し、締固め後も管の変形が残留したと考えられる。

(2) 走行試験

走行試験時の内圧及び管のひずみを図3及び図4にそれぞれ示す。図4は走行試験開始時（トラック通過前）のひずみを0とした。試験開始時の内圧は345kPaであるが、試験時にパイプは供用中であり、給水栓の操作等で水圧は変



(A 断面)



(B 断面)

図1 計測断面
Measured cross section

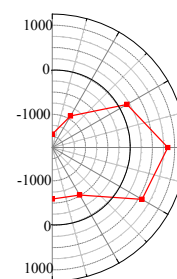


図2 埋戻し完了時の
管のひずみ
Pipe strains at the completion
of backfill

農研機構農村工学研究部門* Institute for Rural Engineering, NARO

神戸大学** Kobe University

キーワード：塩化ビニル管 輪荷重 内圧

動し、最大で 433kPa、最小で 277kPa の水圧が生じた。なお、こうした水圧の変動は本地区では頻繁に生じている。図 3 及び図 4 から、ひずみは内圧の大きな変動にも微小な変動にも対応して増減することが分かる。

次に、輪荷重による管のひずみを検討するため、内圧によるひずみを除去したひずみを図 5 に示す。内圧によるひずみは、内圧とひずみが比例関係にあることを用いて、内圧が 0 から 345kPa に変化したときのひずみの計測値の増分量(管頂 896 μ 、管側(90°) 904 μ 、管底 1049 μ 、管側(270°) 913 μ)及び走行試験時の内圧から試算した。1 回目の通過試験及び停車試験では、残留ひずみが増加しており、試験終了時には管側で約 50 μ 、管底で約-40 μ の残留ひずみが生じた。敷設後 11 ヶ月経過しているが、本試験での輪荷重に相当する荷重を地盤がこれまでにあまり受けておらず、輪荷重により地盤が塑性変形し、トラック通過後も地盤とともに管の変形が残留したと考えられる。2 回目の走行試験時には、残留ひずみの明確な増加はなく、1 回目の通過試験及び停車試験により、本試験の荷重に対して地盤が安定した(弾性変形を示した)と推察される。また、トラック通過及び停車時の残留ひずみからのひずみの増加量は最大でも 70 μ 以下であった。構造設計で試算される T-20 による管底のひずみは 954 μ (地盤反力係数 4000kPa、設計支持角 120°とした場合)であり、計測値は設計値よりも大幅に小さい。図 6 に示すように、輪荷重による管上部の土圧の増加量は 20kPa 以下で、設計で想定される土圧(約 30kPa)よりも管に作用する鉛直土圧が小さいことや管側面から輪荷重による主働土圧が管に作用することなどが原因として考えられる。

4. まとめ

本地区に敷設された塩化ビニル管の土圧によるひずみは設計値の 2 倍以上になるが、輪荷重によるひずみは設計値の 1/10 以下になることが分かった。走行試験時には、内圧の変動(最大で 88kPa)により 230~270 μ のひずみが生じたが、輪荷重によるひずみの増加量は 70 μ 以下であった。本地区では疲労による管の破損の可能性が指摘されている²⁾が、疲労の原因としては、トラック走行よりも内圧の変動の影響が大きいと考えられる。

参考文献

- 1)農林水産省農村振興局(2009), 土地改良事業計画設計基準・設計「パイプライン」
- 2)田中良和(2013), 小口径塩ビ管の破損事故歴の調査, 農業農村工学会大会講演会講演要旨集, 770-771

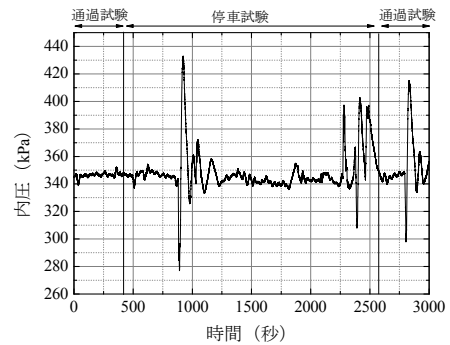


図 3 走行試験時の内圧
Internal pressure during traffic load test

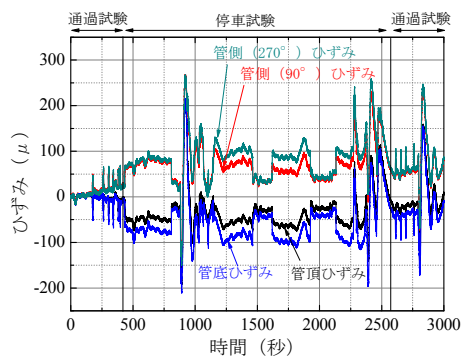


図 4 走行試験時の管のひずみ
Pipe strains during traffic load test

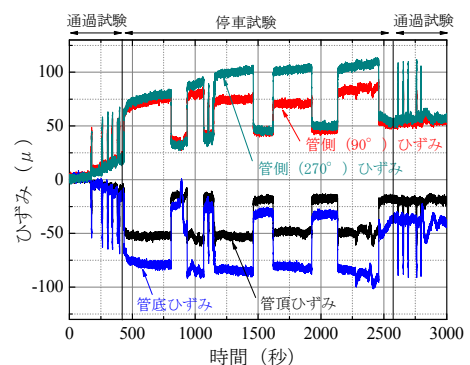


図 5 輪荷重により生じた管のひずみ
Pipe strains caused by traffic loads

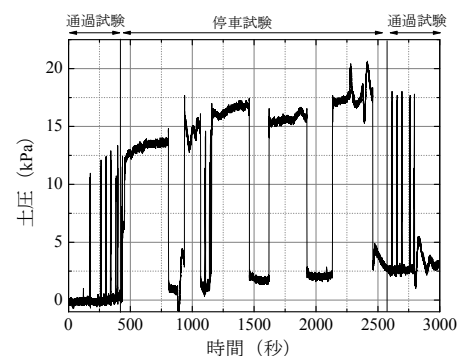


図 6 走行試験時の土圧
Earth pressure during traffic load test