

疑似漏水を援用した農業用パイプラインの性能照査法の検討 Verification Method for Performance of an Agricultural Pipeline by using Artificial Leakage

○千代田淳* 萩原大生** 坪田到馬*** 高橋悠斗****

末松格太郎* 伊藤久也* 鈴木哲也*****

○Atsushi CHIYODA*, Taiki HAGIWARA**, Toma TSUBOTA***, Yuto TAKAHASHI****,

Kakutaro SUEMATSU*, Hisaya ITO* and Tetsuya SUZUKI*****

1. はじめに

農業用パイプラインでは、所定の流量および圧力を保ったうえで送配水することが求められるが¹⁾、漏水に伴うエネルギー損失が生じている状態での水理的な性能低下を十分に確認できていない。本研究では、実構造物の既設パイプラインを対象として、筆者らが検討を重ねている模擬漏水および圧力波の利用²⁾を活かし、性能照査手法への検討につなげる。具体的には、ポンプ-水槽系の比較的低圧のパイプラインの実構造物による実証実験結果について報告する。

2. 実構造物による実証実験方法

既設パイプラインにおいて、疑似漏水を検出する実証実験を実施した。管路延長は約 5.5 km で、管径が 600 mm の FRPM 管、SP 管および VU 管により構成されている。上流端に揚水機場 (**Fig. 1**)、下流端にオーバーフロースタンドの分水工があり、下流端が上流端よりおよそ 18.7 m 高い位置に存在する。本実験での各種計測について記載する。水圧計測では、空気弁にフランジを設置して圧力センサを取り付け、500 Hz によりデータ取得した。ひずみ計測では、マンホール内の管体の露出部分に対して、周方向および軸方向にひずみゲージを取り付け、500 Hz によりデータ取得した。



Fig. 1 上流端の揚水機場の様子

本報で提示する実験ケースは、漏水なしの Case A および漏水ありの Case B で、上流端から 1,971.5 m の位置における計測結果である。実験工程として、各種計測を始めて 1 分後に疑似漏水を発生 (Case B の場合)、その 1 分後にポンプの運転を開始、その 10 分後に運転を停止、その 10 分後に計測を終了とした (計 22 分間)。疑似漏水は、上流端から 1776.1 m に位置する排泥工を開放して発生させた。

3. 結果および考察

検討結果について記す。水圧の時刻歴波形を **Fig. 2** に示す。ここでは、720 秒以降のポンプ運転停止に伴う圧力波に着目している。Case B では、漏水に伴う圧力波の減衰および水圧の低下が確認できる。この圧

* 株式会社日本水工コンサルタント *Nihon Suiko Consultant Co., Ltd.*

** 山口大学大学院創成科学研究科 *Graduate School of Sciences and Technology for Innovation, Yamaguchi University*

*** 大林道路株式会社技術研究所 *Obayashi Road Corporation Technology Research Institute*

**** 新潟大学大学院自然科学研究科 *Graduate School of Science and Technology, Niigata University*

*****新潟大学自然科学系（農学部） *Institute of Agriculture, Niigata University*

キーワード：パイプライン、非定常流況、疑似漏水、非破壊評価

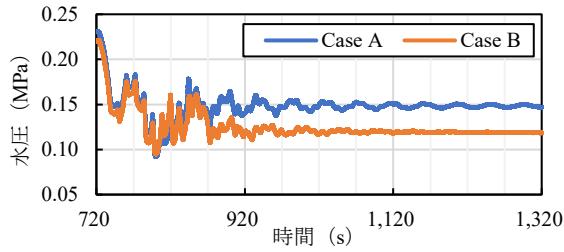


Fig. 2 ポンプ運転停止後の圧力波

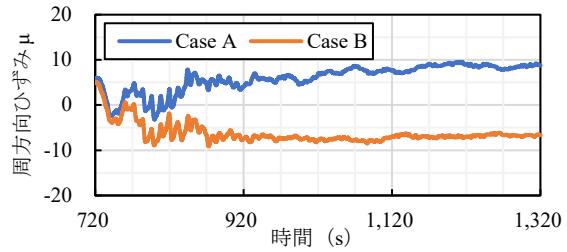
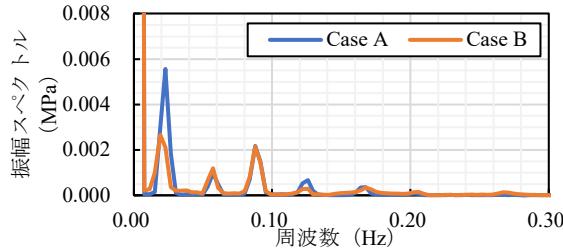
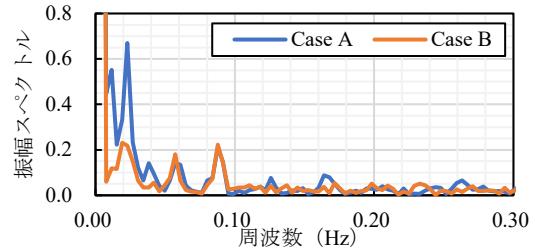


Fig. 3 圧力波起源の周方向ひずみ



(a) 圧力波の周波数分布



(b) 周方向ひずみの周波数分布

Fig. 4 周波数解析による漏水現象の特徴抽出

力波に起因した管体の周方向ひずみをひずみゲージで計測した結果を **Fig. 3** に示す。ここでは、0.3 Hz のローパスフィルタを施すことにより、周方向ひずみが抽出できることが確認された。特に Case B では、漏水に起因するとされる周方向ひずみの低下が確認された。漏水の特徴を抽出するため、**Fig. 4** に FFT により求めた周波数分布を示す。**Fig. 4** における水圧 (**Fig. 2**) とひずみゲージによる周方向ひずみ (**Fig. 3**) における 0.3 Hz までの周波数分布では、Case A で 0.023 Hz, Case B で 0.019 Hz にピークが確認された。これは、本パイプラインにおける液柱共鳴の 1 次モード (0.018 Hz) に近い値であることが確認された。これらのピークにおいて、漏水のある Case B では、漏水のない Case A よりも振幅スペクトルが小さいことがわかる。この漏水に伴うエネルギー損失の影響を考慮すると、水圧だけでなく管体変形から漏水検出できることが推察される。なお、発表においては、デジタル画像相関 (DIC) 法による非破壊・非接触に

よる評価結果についても言及する。

4. おわりに

本研究では、疑似漏水を利用して農業用パイプラインのエネルギー損失に着目した照査法について検討した。本手法では、圧力波による管体変形を利用した疑似漏水の検出を実施している。ポンプ - 水槽系の既設パイプラインでの実証実験から、ポンプ停止時に発生する圧力波に起因する管体変形の振幅スペクトルの相違により、漏水の有無が検出できることが確認された。

参考文献

- 1) 農村振興局整備部水資源課施設保全管理室：農業水利施設の機能保全の手引き「パイプライン」(平成 28 年 8 月), 2016.
- 2) Hagiwara, T., Asada, Y., Tsubota, T., Kurashawa, K. and Suzuki, T. : Non-contact detection of leak-derived energy loss for an in-service pipeline system using digital image correlation, *Nondestructive Testing and Evaluation*, 2025.