

非破壊弾性波検出に基づく送配水パイプラインの水利特性評価

新潟大学農学部 学生会員 ○本田 泰大
 新潟大学 正会員 鈴木 哲也
 農村工学研究所 正会員 中 達雄
 農村工学研究所 正会員 樽屋 啓之

1. はじめに

送配水パイプラインの流況評価は、目視が困難であることから非破壊検査技術の開発が急務な課題となっている。現在、パイプライン内部の流況把握は内水圧計測が一般的な方法論であるが、水圧計を挿入するための附帯工の有無など技術的課題があり、管体外面からの内部流況の評価手法の開発が期待されている。

本報では、モデルパイプラインを構築し、弾性波特性から管内流況の定量評価を試みる。その際、画像解析による流れの可視化とともに、画像解析パラメータと検出弾性波の特性値との比較検討を行い、弾性波検出によるパイプラインの流況評価の有効性と課題を検討した結果を報告する。

2. 実験・解析

2.1 モデルパイプライン試験

モデルパイプラインは、独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構農村工学研究所内（茨城県つくば市）において構築した。構築システムは、上流水槽に既設のポンプで貯水し、水頭差を用いて $L=15\text{m}$ のパイプラインに送水するシステムである。配管材はアクリル製で $\phi 0.1\text{m}$ の円形断面の管 1 種類（通常管；Case A）と通常管内部に加工を施した管 2 種類（Case B, Case C）の計 3 種類を用意した（図 - 1）。内面形状の異なる 3 種類の管材を用いて通水性能評価試験を実施した。試験条件は $0.25\text{m/s} \sim 3.0\text{m/s}$ の間で 10 通りの流速を設定した。

2.2 弾性波計測

弾性波計測は AE（Acoustic Emission）法を用いた AE 法とは、弾性波検出法の一つであり、非破壊検出の手法として用いられている。今回は AE センサを管外壁に設置し、通水試験時に管内部に発生する弾性波を検出した。得られた弾性波の特徴量である AE パラメータを解析することによって、通水性能の差による特徴量の違いを抽出した。

2.3 画像解析（PIV 解析）

PIV（Particle Image Velocimetry: 粒子画像流速測定法）は、流れの可視化手法の一つで幅広く用いられている手法で流れの中に粒子（トレーサ）を入れることで流れを把握する。実験では管内に染料のメチレンブルーを投入し、連続画像を CCD カメラで撮影した。その画像から PIV 解析に基づくベクトルデータを抽出することにより、管内流況の可視化を試みた。画像のサイズは $1280 \times 720\text{pixel}$ 、撮影間隔は 0.04s である。撮影した画像をグレースケール（白黒画像）に加工し、PIV 解析を行った。検査範囲は $32 \times 32\text{pixel}$ に設定した。



図-1 断面写真 (Case C)

キーワード パイプライン, AE 法, PIV

連絡先 〒950-2181 新潟市西区五十嵐 2 の町 8050 番地 新潟大学 TEL. 025-262-6303 E-mail : a11c343a@mail.cc.niigata-u.ac.jp

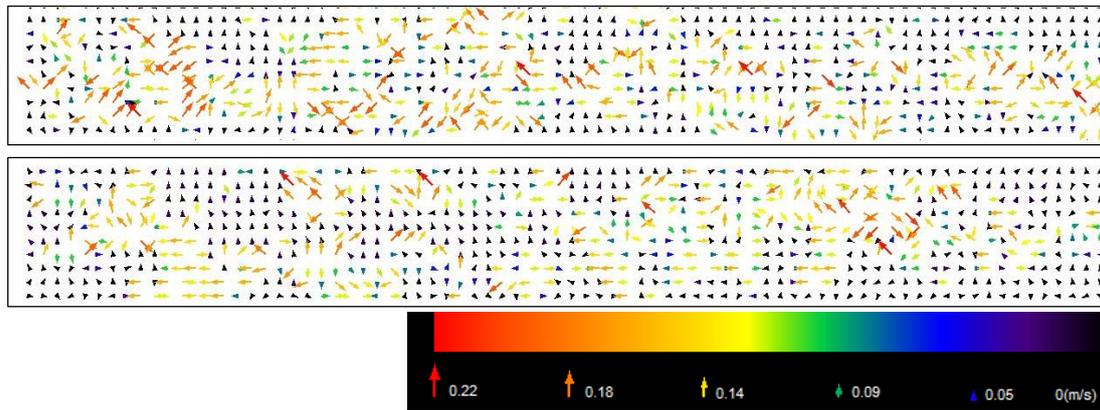


図-2 ベクトル図 (上 ; Case A, 下 ; Case B)

3. 結果・考察

3.1. PIV 解析に基づくベクトルデータ特性

PIV 解析により連続画像をベクトルデータに変換し画像を出力した (図-2)。ベクトルデータを解析した結果、流速が 1.7m/s において Case C 下部では通常管よりも上向きの流れが少ないことが確認された。

3.2. AE パラメータ解析

検討結果を図-3~図-4 に示す。計測された弾性波から AE パラメータである A-FRQ (平均周波数) と AMP (最大振幅値) の平均と標準偏差を流速ごとにプロットしたグラフを作成した (図-3)。2ch では、Case C の A-FRQ が 12.9~39.0kHz, AMP が 34.3~41.7dB であった。Case A では AFRQ : 14.4~19.9kHz, AMP : 32.9~39.7dB であった。AMP による流況評価が相関性の観点からも有効であると推察された。

4. おわりに

AE 法と画像解析により、管外からの詳細な流況の把握を試みた結果を以下に列挙する。

- 1) AE パラメータの AMP がパイプラインの通水性評価指標として有効であることが確認された。
- 2) PIV 解析の結果, Case C の乱流を抑制する効果が示唆された。

参考文献

- 1) 鈴木哲也, 中達雄, 樽屋啓之: モデルパイプラインに発生させた圧力波の非破壊検出に関する研究, 土木学会論文集 A2 (応用力学), Vol.68, No.2, pp.727-734, 2012.
- 2) 伊藤夕樹, 田中良和, 向井章恵, 樽屋啓之, 中達雄, 加治佐隆光: 用水路系の信頼性低下を引き起こす主要地点分析, 農業農村工学会論文集, 288, pp.55-64, 2013.

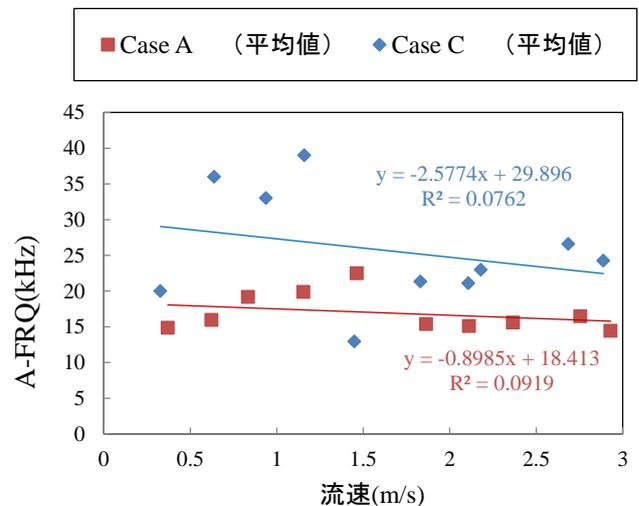


図-3 AE パラメータ解析結果 (A-FRQ; 2ch データ)

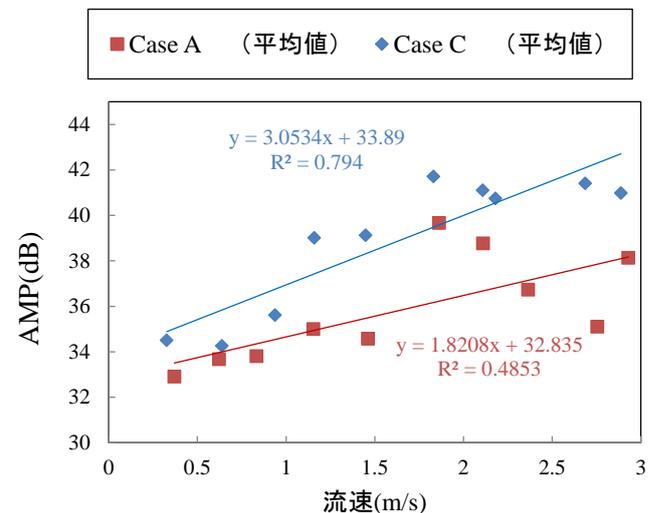


図-4 AE パラメータ解析結果 (AMP; 2ch データ)