

## PIV 指標を応用した AE 法によるパイプライン内部の流れ場評価 Evaluation of Flow Field in Model Pipeline using AE Parameters and PIV

○本田泰大\*・鈴木哲也\*\*・中達雄\*\*\*・樽屋啓之\*\*\*

Yasuhiro Honda, Tetsuya Suzuki, Tatsuo Naka and Hiroyuki Taruya

### 1 はじめに

農業水利施設においては、構造的評価とともに水理的評価が重要である<sup>1)</sup>。筆者らは、非破壊検査法の一つである AE (Acoustic Emission) 法を用いたパイプライン流れ場の詳細な評価法の開発を行っている<sup>2)</sup>。

本研究では、モデルパイプラインを用いた通水試験において PIV (Particle Image Velocimetry) によって管内の流れ場を可視化し、AE パラメータによる特性評価からパイプライン流れ場の詳細な評価を試みた。

### 2 実験方法

#### 2.1 モデルパイプライン

モデルパイプラインは、全長  $L$  が 15.0m であり、ポンプで上流水槽に送水しパイプラインを介し下流水槽へと送水、三角堰から排水する構造となっている。流量の調整はポンプ流量と下流水槽手前の流量調整バブルで行った。マンメータを約 2.0m ごとに設置し、パイプラインの 6 点の損失水頭  $H$  を計測した。

実験にはアクリル製の透明な円形断面の通常管 ( $\phi 100\text{mm}$ ) と通常管の上下内壁にフィンを取り付けた対策管 D (図-1) の 2 種類を用いた。パイプごとに動水勾配  $I$  を比較すると、設定流量  $V=2.5\text{m/s}$  のとき対策管が通常管の値を約 4% 上回ることが確認された。

#### 2.2 AE 法

上流から 9.0m の地点に管外を取り囲むように  $45^\circ$  の間隔で 8 つの AE センサ (R-15 $\alpha$ ) を設置した(図-1)各流速で 30 秒の計測を 3 回実施した。通水時に発生する弾性波を検出し、AE パラメータを検討することで管内流況の評価を行った。

#### 2.3 画像解析

本実験ではパイプライン内部に染料を流して可視化した後、パイプライン外面から高速度カメラで 1 秒あたり 500 枚の速さで画像を撮影した。取得した連続画像を用い、PIV 解析を行うことにより流れをベクトルにより評価した。ここで、パイプラインの主流れ方向を  $x$  軸、 $x$  軸に対して鉛直な方向を  $y$  軸と定義する。

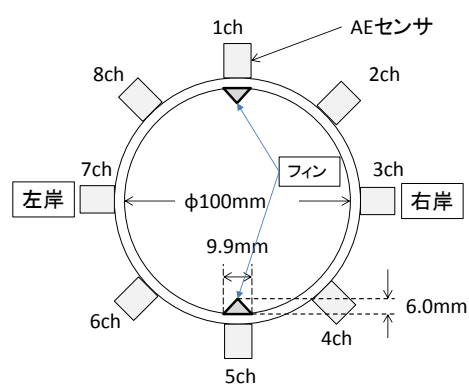


図-1 対策管断面図と AE センサ配置図  
Cross Section of Measured Pipeline  
Material and Layout of AE Sensors.

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

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

\*\*\* (国研)農業・食品産業技術総合研究機構 農村工学研究所 National Institute for Rural Engineering

キーワード: AE パラメータ, PIV 解析, 用水パイプライン

### 3 解析結果および考察

#### 3.1 x 軸方向平均流速と最大振幅値

AE 計測の結果と PIV 解析の結果を位置で対応させ検討を行った。x 軸方向平均流速  $v_x$  と最大振幅値の関係を図-2 に示す。対策管では  $v_x=0.6\text{m/s}$  とき平均が約 35dB なのに対し  $v_x=2.3\text{m/s}$  のとき平均が 39dB を示し、x 軸方向平均流速の上昇に伴い最大振幅値が増加する傾向が確認された。一方通常管では、 $v_x=0.6\text{m/s}$  および  $2.3\text{m/s}$  のとき平均が約 34dB であり、x 軸方向平均流速が増加しても最大振幅値に変化は無かった。以上より、検出波への影響要因は x 軸方向平均流速以外にも存在するものと考えられる。

#### 3.2 y 軸方向平均流速と最大振幅値

y 軸方向平均流速  $v_y$  と最大振幅値の関係を図-3 に示す。対策管では、 $v_y < 0.1\text{m/s}$  のとき平均が約 36dB なのに対し  $v_y > 0.4\text{m/s}$  のときは平均が約 40dB であり、 $v_y$  が上昇すると最大振幅値が増加する傾向が確認された。通常管では、 $v_y$  の最大値が約  $0.25\text{m/s}$  と変化が少なく、最大振幅値が約 34dB で一定であった。このことから、最大振幅値が増加したのは、y 軸方向の流速が卓越したためと推察される。

### 4 まとめ

AE パラメータと PIV 指標について検討した。最大振幅値と x 軸方向平均流速は、対策管では正の相関が確認された、通常管では関係を確認できなかった。一方で最大振幅値と y 軸方向平均流速の関係について検討を行ったところ、y 軸方向平均流速が増加すると最大振幅値が増加する傾向が見られたことから、最大振幅値は y 軸方向流速により影響を受けていることが推察された。この結果より、AE 法によるパイプラインの流れ場評価の可能性が示されたものと考えられる。

#### 参考文献

- 1) 中達雄, 樽屋啓之: 用水路系に対する水利学的性能の基本的考え方, 農業農村工学会論文集, No.256, pp.9-16, 2008.
- 2) 鈴木哲也, 中達雄, 樽屋啓之, 田中良和, 青木正雄: AE 法を用いたオープン型パイプラインに発生する気液二相流の特性評価, 構造工学論文集 A, Vol.56A, pp.665-670, 2010.

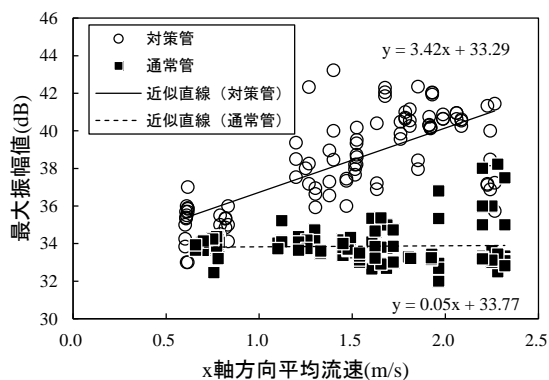


図-2 x 軸平均流速と最大振幅値の関係

Relationship between x-axis Average Velocity and Max Amplitude Value.

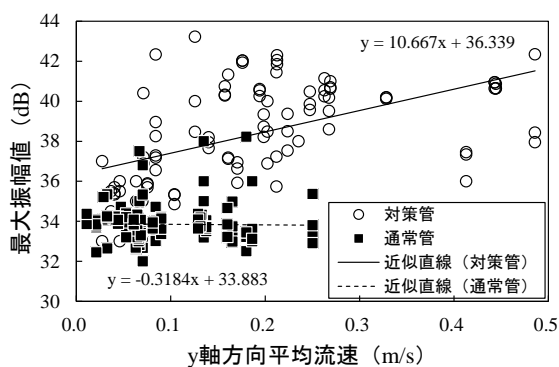


図-3 y 軸平均流速と最大振幅値の関係

Relationship between y-axis Average Velocity and Max Amplitude Value.