

# AE パラメータ解析による気液二相流の特性評価に関する研究

## Evaluation of Gas-Liquid Flow Characteristics using AE Parameter Analysis

○齊藤 遼太<sup>1)</sup>・鈴木 哲也<sup>2)</sup>・青木 正雄<sup>2)</sup>

Ryota Saito, Tetsuya Suzuki and Masao Aoki

### 1. はじめに

近年、老朽化が進行したパイプラインシステムでは、非破壊モニタリングによる安全性診断の需要が急増している。本報では、パイプライン内で発生する気液二相流現象に着目し、AU (Acousto-Ultrasonic) 法により検出した弾性波の特性評価を AE パラメータ解析により試みた結果を報告する。実験ではモデルパイプラインに 4 種の流動形態を再現し、その弾性波特性を AE パラメータの平均周波数とエネルギー値を用いて定量的評価を試みた。

### 2. 計測対象・方法

本実験は、(独)農村工学研究所水路工実験棟において実施した。モデル配管は、延長約 10m、呼び径 100mm の水平配管である。材質は、透明アクリル製パイプである。パイプライン内の流量と給気量を操作することで満流、層状流、プラグ流、気泡流の 4 種の流動形態を再現し、測定を行った。使用した超音波センサは 2MHz 共振型である。AE センサは広帯域型を用いた。

### 3. 解析手法

#### 3.1 AU 法

AU 法は、20KHz 以上のパルス波を計測対象へ入力し、AE センサにより受信する手法である。検出波は、AE パラメータを用いて定量化し、その特性を評価した。

#### 3.2 検出波特性

検出波を比較検討した結果、突発型と連続型に分類できることが確認された<sup>3)</sup>。さらに、Ba, Bb, Bc, Ca, Cb の 5 タイプに波形形状により細

分化できることが確認された。Ba タイプから順に入力波の影響が減少すると共に、流況の影響が顕著となった。

### 4. 結果および考察

#### 4.1 AE パラメータ特性

突発型波形および連続型波形のエネルギーと平均周波数の関係を図-1 および図-2 に示す。Ba タイプの検出波は、Ca タイプと比較すると、平均周波数は高く、エネルギー値の低い特性を有することが確認された。AU 法により検出された弾性波は、入力波起源の特性に加えて流況の影響を受けて受信波の特性が変化する。本研究では、混合気泡量と流量の増加に伴い検出波の変質が進行する結果を得た。このことから、検出波特性を AE パラメータの観点から定量化することにより、パイプライン内の流動形態を評価できるものと考えられる。

#### 4.2 相互相関解析

弾性波の基本的な性質として入力波と受信波との類似性を相互相関係数により評価することができる。本研究では、計測を行った流量 3.6(L/sec) 給気量 0.02(MPa) の Ba タイプの検出波を時系列処理によるデータを用いて、AE パラメータと相互相関係数の関係について検討した。検討結果を図-3 に示す。

相互相関係数は、満流状態での Ba タイプの検出波をマザーウェーブとして評価した。マザーウェーブと受信波との一致性が高い場合は評価値が 1.0 に近くなり、低い場合は 0.0 となる。連続波が顕在化した流動形態では、相互相関係

1) 株式会社クボタ工建, Kubota Construction Co., Ltd. 2) 日本大学生物資源科学部, Nihon University College of Bioresource Sciences.

数が 0.0 近傍の値に集中した。相互相関係数が低い検出波では、平均周波数が 40~80(KHz)であった。高い状態では 80~120(KHz)の間で推移した。AE エネルギーは、相互相関係数が低い状態で 0.0 であるのに対して、高い状態では、1.0~2.0 となった。検出波形の形状に着目すると、満流の状態では立ち上がりが明確な突発型波形が検出された。気泡が到達し、層状流の状態では、満流状態の波形と比較すると気相の影響により約 0.02(dB)の最大振幅値の低下が確認された。

以上より、配管内流況は、相互相関係数による検出波の類似性評価と AE パラメータによる検出波特性の定量化を組み合わせることにより、AU 法による評価は可能であると考えられる。

## 5. 結論

本報では、パイプライン内で発生する気液二相流現象に着目し、AE パラメータによる特性評価を試みた結果を報告した。AE パラメータの検出には AU 法を用いた。流動形態の変化に伴う AE パラメータと検出波の相互相関係数の観点から考察した結果、AU 法を用いた流動形態の同定には、検出波を分類し、各々の弾性波特性値から流況を評価することで可能になることが本研究結果から示唆された。

## 参考文献

- 1) 鈴木哲也, 藤田茂, 伊藤久也: 非破壊 AE 計測に基づく老化パイプラインの水密性能調査法の開発, 検査技術, 第 13 巻第 6 号, 2008.
- 2) 鈴木哲也, 大津政康, 青木正雄, 中村良太: 老化 PC 管路の非破壊モニタリングに基づく漏水現象評価, 構造工学論文集 Vol.53A, 土木学会, 2007.
- 3) 本間辰之介, 鈴木哲也, 他: AE 法を用いたパイプラインに発生する気液 2 相流の特性評価, 平成 21 年度農業農村工学会大会講演会講演要旨集, pp. 406-407, 2009.

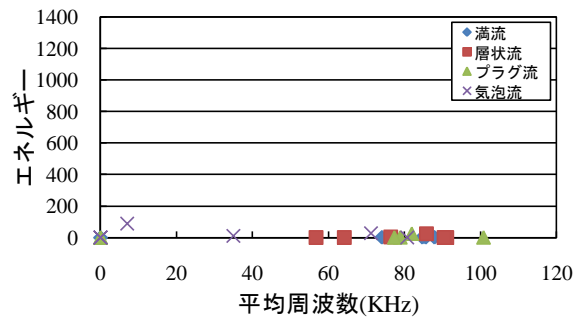


図-1 Ba タイプ

Fig-1 Ba type

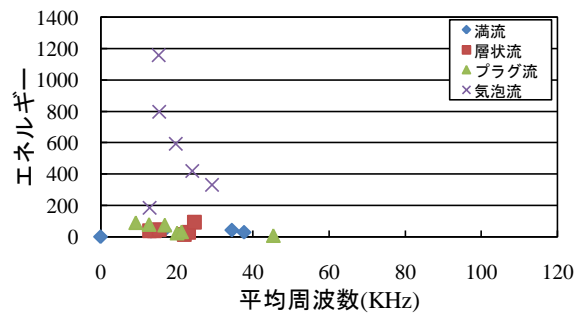


図-2 Ca タイプ

Fig-2 Ca type

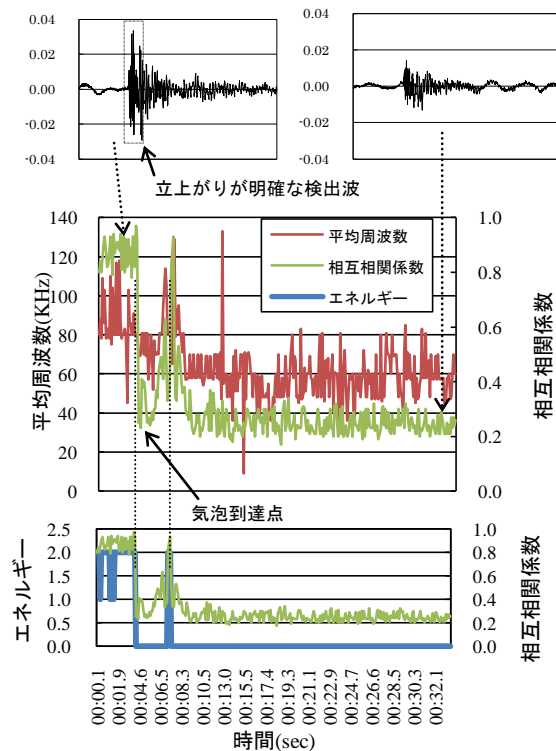


図-3 AE パラメータと相互相関係数の比較

(流量 3.6(L/sec) air 0.02 (MPa))

Fig-3 Comparison between AE parameter and cross correlation function