

内水圧条件における漏水起源弾性波の非破壊同定 Non-Destructive Identification of Water-Leak Waves in Inner-Water Pressure Conditions

○ 伊藤久也* 鈴木哲也** 千代田淳* 藤田茂* 青木正雄**

Hisaya ITO, Tetsuya SUZUKI, Atsushi CHIYODA, Shigeru FUJITA and Masao AOKI

1. はじめに

近年，パイプライン施設の老朽化に伴う管材破損や漏水事故が各地で数多く報告されている．農業用パイプラインは，社会基盤の中でも土中に埋設されている構造的特徴から，水密性能に係る非破壊計測法の開発が急務な課題となっており¹⁾，筆者らも弾性波を用いた計測法を開発している^{2),3)}．

本報では，配管内から発生する弾性波を検出し，内水圧が変動する条件下における検出波特性の変質と定量的評価結果を報告する．

2. 計測対象・方法

本研究では，弾性波の検出にアコースティック・エミッション法(Acoustic Emission; AE)を用いた．計測は，漏水が確認されている既設管路で行った．評価指標は，AEパラメータの中でもAEエネルギー，平均周波数およびAE発生頻度を用いて評価した．計測施設は，管径250mm，内水圧0.8MPa(最大)である．管種は鋼管である．対象区間は，止水条件で計測を実施した．

AEセンサは，漏水点近傍の揚水機場に設置し，15分間隔で30秒間の計測を行った．計測条件は，しきい値45dB，プリアンプとメインアンプで60dBの増幅を行い，共振型センサを用いた．

3. 結果および考察

3.1 検出波特性

定常状態では，水理現象起源の弾性波は一般的に観測されない．計測時のしきい値を下げることにより通水音(図1)の検出

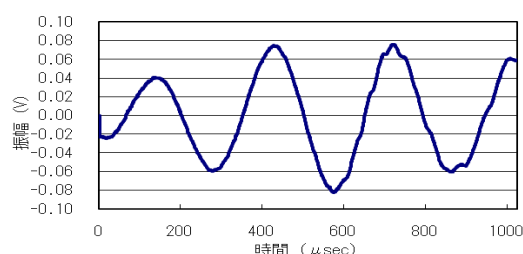


図1 定常流下で検出された弾性波

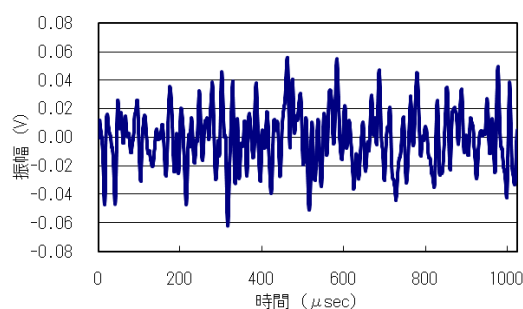


図2 漏水波(計測条件:内水圧0.8MPa)

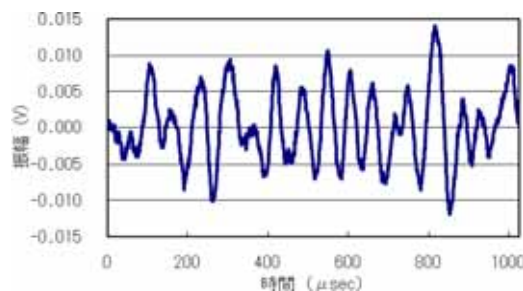


図3 漏水波(計測条件:内水圧0.01MPa)

は可能であるが，その際には環境ノイズを同時に計測するために検出精度は詳しく低下する．通水音波の波形は連続型波形である．連続型波形は，検出波の振幅値がほぼ一定に保たれているが，初動が不明瞭である特徴を有する．弾性波の発生位置の同定

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

** 日本大学生物資源科学部生物環境工学科 Nihon Univ. College of Bioresource Sciences, Dept. of Bioenvironmental and Agricultural Engineering
キーワード パイプライン，非破壊計測，弾性波

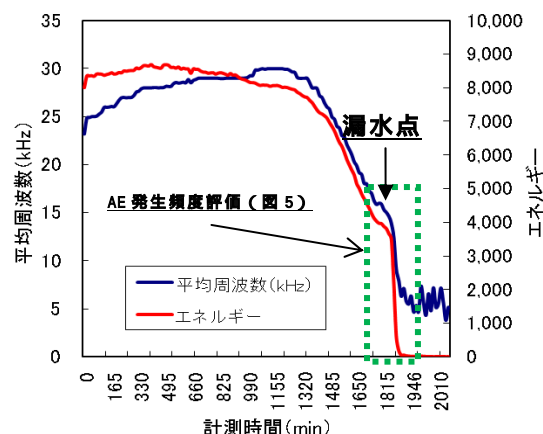


図4 内水圧変動状態における漏水現象起源 AE のパラメータ推移

は、突発型波形の場合、初動を読み取りに基づく複数のセンサ間の到達時間差から評価することができる。漏水現象などで確認される連続型波形では、初動の検出は困難であり、検出波間の相互相関から伝搬時間差を評価し、評価値と波動伝播速度から漏水位置の検出が理論的な観点から可能となる。本計測により検出された漏水波を図2および図3に示す。図2は、内水圧0.8MPaにおいて漏水点近傍で検出された弾性波である。同一部位で内水圧を1.25%の0.01MPaまで低下させた際の検出波を図3に示す。両検出波を比較すると、明らかに波形形状が異なり、周波数特性やRMS電圧など内水圧の低下による相違が顕著となった。

3.2 AEパラメータによる特性評価

そこで、内水圧を0.8MPaから0.01MPaまで低下させた際の検出波の平均周波数とエネルギーの関係を比較検討した(図4)。

その結果、平均周波数は内水圧0.8MPaでは25kHz近傍に計測値が集中したのに対して内水圧の減少に伴い5kHzまで低下した。エネルギー値は、当初約8,000であったのに対して、内水圧0.01MPaには0.13%の11まで低下した。漏水点を通るAEパラメータの急降下点(図4緑点線部)で

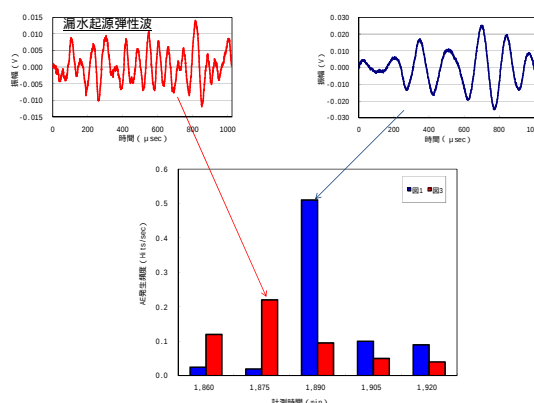


図5 漏水点近傍の検出波特性の変化

は検出波特性が変化し、卓越する検出波形の変質が確認された(図5)。

これらの結果から、内水圧環境では、漏水起源の弾性波は内水圧の変動によりパラメータを変化させる。パラメータの変化点に着目することにより、配管内現象の詳細な把握は可能になるものと考えられる。

4. 結論

本研究では、農業用パイプラインの漏水現象を対象に内水圧条件の変化過程に着目した非破壊計測を実施した結果を報告した。

その結果、漏水現象起源の弾性波は、漏水点前後でその特性を変化させ、その定量化はAEパラメータを用いることにより可能であることが明らかになった。

引用文献

- 1) Vahaviolos, S.J., Miller, R.K., Watts, D.J., Shemyakin, V.V., Strizkov, S.A.: Detection and Location of Cracks and Leaks in Buried Pipelines using Acoustic Emission, J. Acoustic Emission, 19, pp.172-183, 2001.
- 2) 鈴木哲也 他: 配管施設の通水シグナルの検出による補修効果の定量的評価, 農業農村工学会誌, 75巻10号, pp.907-910, 2007.
- 3) 伊藤久也 他: 弾性波検出による補修パイプラインの水密性能照査に関する技術開発, 月刊下水道, Vol. 32, No. 3, pp.1-5, 2009.