

# 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研究

## Evaluation of Water-Tightness in Repaired Pipeline Using Detected Elastic Wave

○ 伊藤久也\* 鈴木哲也\*\* 藤田茂\* 青木正雄\*\*

Hisaya ITO, Tetsuya SUZUKI, Shigeru FUJITA and Masao AOKI

### 1. はじめに

近年，社会基盤施設の維持管理の必要性が見直されることに伴い，既存施設の補修・改修による更新事業が各地で進められている．社会基盤の中でも配管施設は，土中に埋設されている構造的な特色から，更新後の水密性能の検証が十分に行われていないのが現状である．

本報では，配管内から発生する通水シグナル（弾性波）を受動的に検出し，既存施設の水密性能の観点から補修効果の検証を既設 PC 管路で試みた結果を報告する．

### 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 PC 管路の補修工事の際に AE モニタリングを行なった．評価指標は，AE パラメータの中でも AE エネルギーと AE 発生頻度の関係に着目した．施設概要は，管径 1,500～450mm，総延長 約 20.9km の幹線用水路である．管種は PC 管，石綿セメント管，鋼管等で構成されている．計測区間は，PC 管  $\phi$  500 の区間である．計測時の通水量は， $0.16\text{m}^3/\text{s}$  である<sup>1)</sup>．

計測条件は，漏水が確認された現状の段階（補修前漏水時），補修のために管内を排水している段階（強制排水時）および補修後，管内を充水している段階（補修後充水時）の 3 条件である．AE 計測は，漏水が確認されている空気弁側面部（漏水部）にセンサを設置し，30(秒/計測)を 15 分間隔

で行った．同時に通常管理下で不具合が生じていない人孔（通常部）においても同一条件で計測を行った．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，共振型センサにより計測を行った．

### 3. 結果および考察

#### 3.1 AE 発生頻度とエネルギーの変化特性

補修工が行われていない段階の空気弁での AE 発生頻度は，142.2～175.3(Hits/s)で健全な状態である人孔部と比較して 7.8 倍の数値を記録した．AE エネルギーは，発生頻度とは異なり，人孔部では計測値 0.0 を記録した．これは，空気弁においては漏水に起因する連続波が確認されたのに対して，人孔部では自動車走行でのノイズのみが確認されたものと考えられる．AE エネルギーとは，10V のピーク値が 1msec 継続した時に 1,000 カウントエネルギーを持つと定義された相対値である．環境ノイズなどの継続時間の短い突発型 AE は，計測値が 0.0 であり，ノイズと漏水または水理現象との識別は，AE エネルギーを用いて可能であることが本計測から明らかになった．

補修のため排泥工から強制排水を行った場合，計測開始時点では，漏水の影響により AE 発生頻度が“補修前漏水時”と同様の傾向が確認された．強制排水が実施された直後から，水位低下に伴う AE 発生頻度の低下は確認されたが AE エネルギーは約 7,000 を記録し，配管内の排水音や振動の伝播が示唆された．

\* 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，AE，水密性能評価，非破壊計測，弾性波

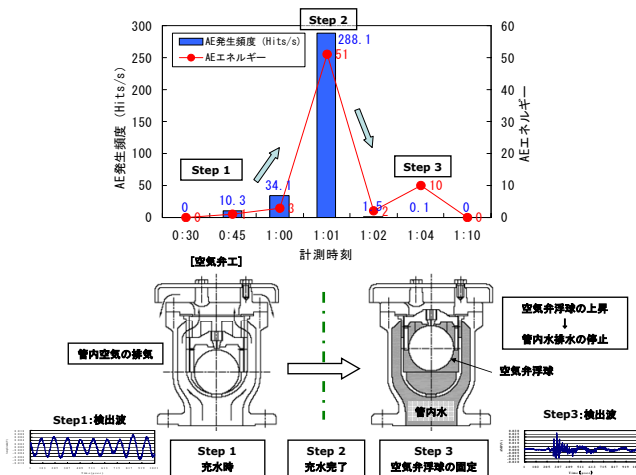


図1 補修後充水時の AE 発生特性

補修作業が完了し、再度充水する段階で行なった AE 計測では、充水作業の開始直後 8:45p.m.から 0:30a.m.までの空気弁近傍まで水位が上昇していない段階において AE は確認されなかった。管内水位が空気弁近傍まで上昇した 0:30a.m.から空気弁が完全に充水された 1:10a.m.の時間帯に特徴的な変化を確認した(図 - 1)。計測条件は、連続計測とした。空気弁浮球が水位の上昇に伴い移動した 0:30a.m.から 1:01a.m.までは AE 発生頻度および AE エネルギーが急上昇した。その後、AE 発生頻度は急激に減少するが、空気弁浮球が完全に固定される段階で、エネルギー値の高い金属の摩擦音に起因すると考えられる弾性波が確認された。

この段階で計測対象施設の水密性が確保されていない場合は、補修前漏水時と同様の AE パラメータ挙動を示すものと考えられる。AE 発生頻度およびエネルギー値の急減は、配管施設内で補修後の水密性能が確保されていること証明しており、AE 計測により配管内の状況を的確に評価しているものと考えられる。

### 3.2 AE パラメータによる特性評価

漏水が発生している配管内では、平均周波数約 30kHz 以下、RA 値 3sec/V 以下に計

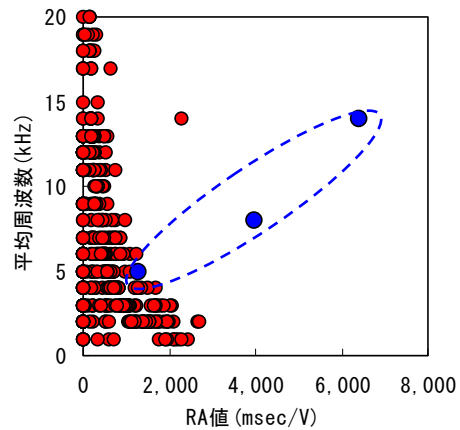


図2 RA 値と平均周波数の関係

測値が集中した(図 2)。既往の研究では、RA 値と平均周波数の関係から漏水現象と環境ノイズとの分離を試みていおり、両指標値の範囲は漏水規模や部位・計測方法により異なるが、漏水現象では図 2 とほぼ同様の傾向が認められている<sup>2)</sup>。

充水が完了し、空気弁浮球が固定された段階では、平均周波数 約 10kHz、RA 値 1 ~ 7sec/V を示す AE が 3 ヒットのみ計測され、漏水時とは異なる傾向が確認された。

## 4. 結論

本研究では、配管施設の水密性能照査を既設 PC 管 φ 500 の漏水事故に伴う補修工事に AE 計測を導入し、異なる水理条件下での AE 発生挙動の観点から定量的評価を試みた。その結果、補修後の通水試験における充水過程評価は AE パラメータを用いることにより可能であり、補修効果の検証が AE 法により効果的に行なえることが、本研究結果から示唆された。

## 引用文献

- 1) 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。
- 2) 鈴木哲也 他：老朽化 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，53 巻 A 号，pp.766-773，2007。