

## 漏水探査装置を用いた管水路の漏水探査技術 Water leak detection method of a pipeline using a water leak detection robot

○浅野 勇\*, 川邊 翔平\*, 森 充広\*, 川上 昭彦\*\*

ASANO Isamu, KAWABE Shohei, MORI Mitsuhiro and KAWAKAMI Akihiko

### 1. はじめに

農業用パイプラインは 1960 年代から本格的に整備が始まり、基幹的施設の総延長は全国で約 1 万 2 千 km に達する。一方、パイプラインの突発事故は年々増加しており、1993～2014 年度の約 20 年間では 6,739 件と農業水利施設全体の事故件数の約 6 割程度を占める。管水路パイプラインの漏水事故を減少させるためには、漏水を初期段階で発見し大規模な事故が発生する前に適切な対策を講じることが望ましい。しかし、パイプラインの漏水探査技術は精度及びコストに課題があり、一般的技術としては確立されていない。本報では、通水中のパイプラインに空気弁から小型漏水探査装置を投入・回収し、記録した管内音から漏水位置を推定する漏水位置検出手法について述べる。

### 2. 漏水位置の検出手法

#### 2.1 漏水探査手法のコンセプト

漏水探査装置のコンセプトを図 1 に示す。パイプラインに設置されている  $\phi 75\text{mm}$  以上の空気弁から探査装置を管内に投入・回収する。ロボットの見かけの比重は水と同じ 1.0 に調整されており、ロボットは管内の水流に乗り、泥などの障害物を避けながら自由流下する。流下途中に SD カードに管内音を記録する。ロボットを回収後、SD カードに記録された管内音から漏水音を判別し、漏水位置を特定する。

#### 2.2 漏水探査装置と目標性能

漏水探査装置の形状を図 2 に示す。また、現時点での性能検証結果を表 1 に示す。ロボットは直径 55mm、長さ 165mm のカプセル型である。内径  $\phi 75\text{mm}$  以上の空気弁から投入・回収が可能である。ロボットの前後には水中マイクが搭載されており、管内音をステレオ録音する。ジャイロセンサを搭載しており、曲がり管などの位置の検出が可能である。外殻はジュラルミン製で設計耐水圧は 1.0MPa である。動力はなく管内を自然流下する。管内流速が大きいとロボットが内壁に衝突し雑音が増加するため、0.3～0.4m/秒が最適な管内流速である。

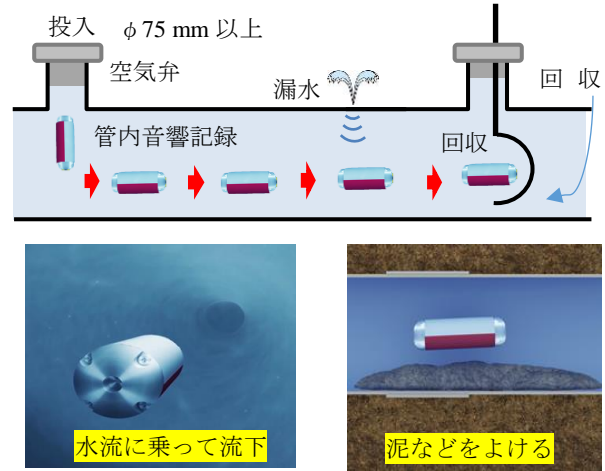


図 1 漏水位置探査技術の概要

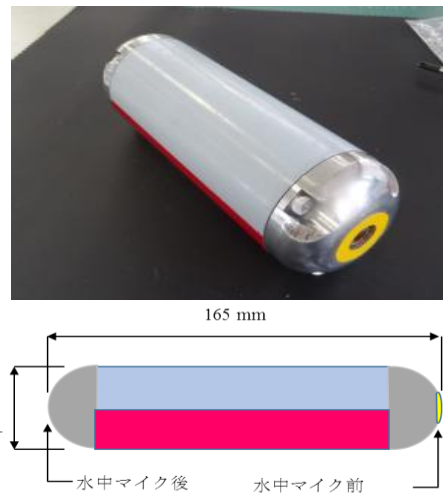


図 2 漏水探査装置の形状

表-1 目標性能と現状の検証結果

目標性能	目標	現状の検証結果
対象管種	管種は問わない	塩ビ, RC, 鋼管
内径(mm)	$\phi 200\sim 800$	$\phi 200\sim 1,100$
適用水圧(MPa)	0.1～1.0	0.1～1.0
適用流速(m/s)	0.2～0.5	0.2～0.4
稼働時間(時間)	8	8
漏水位置特定精度	管1本分(4m)	流下距離の 2～3% の誤差
投入・回収装置	$\phi 75\text{mm}$ 以上の空気弁から投入・回収が可能	投入装置: 現地実証済, 回収装置: 室内実験済

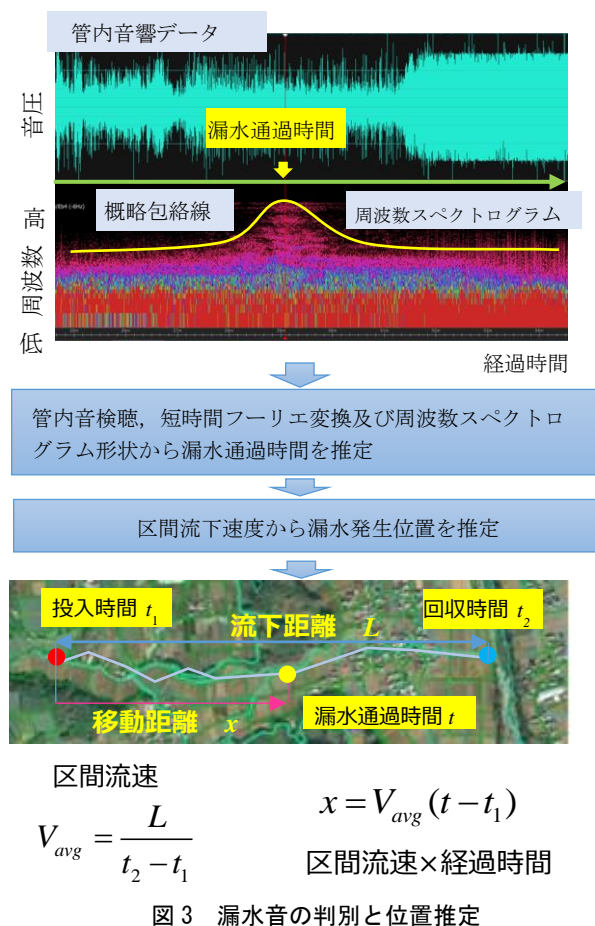
\* (国研) 農研機構農村工学研究部門 Institute for Rural Engineering, NARO

\*\* 東北農政局 Tohoku Regional Agricultural Administration Office

キーワード パイプライン, 漏水探査, 漏水探査ロボット, 音響解析

## 2.3 漏水位置の推定手法

図3に漏水音の判別及び漏水位置の推定方法を示す。漏水音の判別は、短時間フーリエ変換及び短時間フーリエ変換した周波数成分の時間変化(周波数スペクトログラム)のグラフを見ながら管内の音響データを検聴して行う。管内では装置が等速で流下していると仮定し、流下速度に流下時間を乗じて装置の流下位置及び漏水位置を推定する。



## 3. 漏水位置検出精度の検証<sup>1)</sup>

漏水位置の検出精度検証のために図4に示す内径200mmの塩ビ管を用いた模擬管水路を農研機構内に造成し、合計22回の流下收音試験を実施した。流速0.32~0.44m/sの範囲にて漏水探査装置はほぼ安定して流下し、管内音を収集できた。漏水発生位置の距離推定結果を図5に示す。投入地点から漏水発生地点までの実測距離の112.3mに対し、合計22回の試験から得られた推定平均距離は106.7mと5.6m過小に評価した。実測距離に対する誤差は約5%であった。一方、推定距離のばらつきは標準偏差で0.53mと平均値の差に較べると小さい結果を得た。

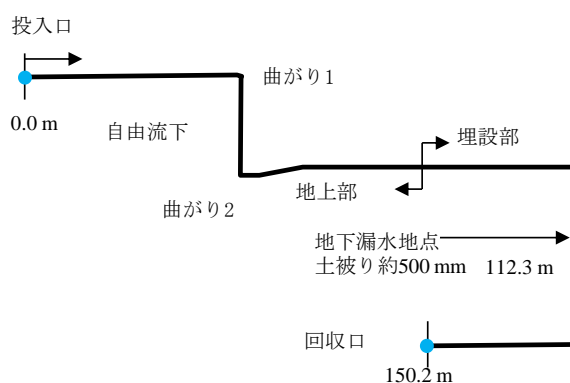
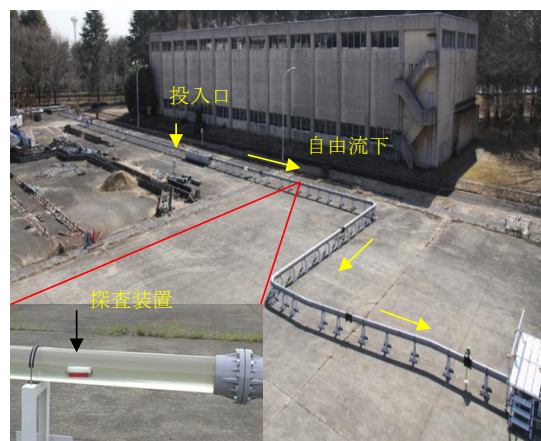


図4 模擬実験管路と漏水発生位置

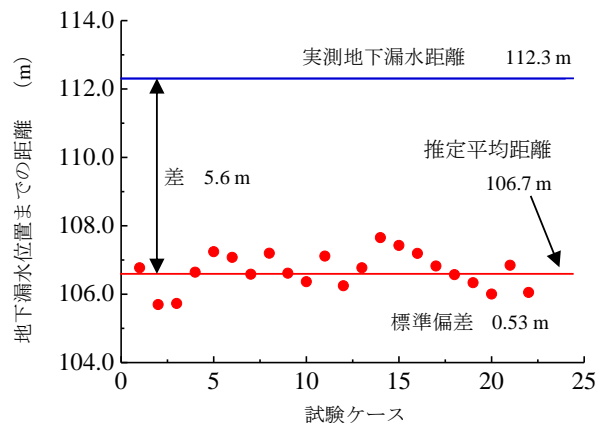


図5 地下漏水位置までの距離推定

## 4. おわりに

今後は、実管水路における実証試験を継続し、装置および手法を改良する。

謝辞 本研究は、内閣府総合科学技術・イノベーション会議の「SIP インフラ維持管理・更新・マネジメント技術」(管理法人：JST)によって実施されました。

参考文献

- 1) 浅野勇他 (2018) : 管水路のカプセル型漏水探査装置の開発, 水土の知, Vol.86, No.6, 513-518.