

## PIV を用いた実験用管水路の漏水部付近における流れの計測 Measurement of Flow around Leakage Point in Experimental Pipeline Using PIV

○浅田洋平\*、木村匡臣\*、安瀬地一作\*\*、飯田俊彰\*、久保成隆\*

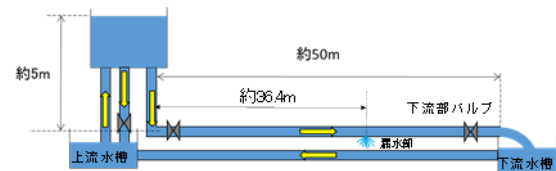
○ASADA Yohei\*, KIMURA Masaomi\*, AZECHI Issaku\*\*, IIDA Toshiaki\*, and KUBO Naritaka\*

### 1. はじめに

農業用管水路の漏水・破損事故は年々増加傾向にあり、漏水検知の重要性は高まってきている<sup>1)</sup>。既存の漏水検知技術として管路の中に機器を流し漏水を検知する方法があるが、このような機器は漏水部付近の流れの詳細な計測に基づいて設計されていない。また近年では管路内を流れる水の流速分布を計測するセンサーが開発されている。以上のことから、管水路内の漏水部付近の流れを調査することで、管路の中から漏水を検知する機器類の改良が期待され、また流速分布計測センサーによる漏水検知の検討にも貢献できる。よって本研究では管水路内の漏水部付近の流れを可視化技術を適用して計測することを目的とした。

### 2. 実験装置

農村工学研究所（茨城県、つくば市）において、**Fig.1** に示す透明アクリル製の実験用管水路を用いて農業用管水路における漏水現象を再現した。水は上流水槽からポンプによって約 5m の高さにある水槽までくみ上げられた後、鉛直方向に落下し全長約 50m、内径 100mm の透明アクリル管を流れる。上流端から約 36.4m の位置に内径約 4mm の穴を空けバルブを取り付けて漏水部を模擬した。



**Fig.1** 実験用管水路  
Experimental pipeline

### 3. 流れの可視化の方法と実験手順

本実験では流れの可視化の方法として Particle Image Velocity (粒子画像流速測定法、以下 PIV と呼ぶ。)を適用した。PIV とは流体にトレーサー粒子を流し、粒子の動きを撮影していくつかの粒子をまとめて濃淡のパターンの画像として追うことで流れを計測する方法である<sup>2)</sup>。トレーサー粒子はダイヤイオン HP20 (比重 1.02、平均粒径 100 $\mu$ m、(株)三菱化学製)を使用した。管路を流れるトレーサー粒子にレーザー光面を照射し、トレーサー粒子からの散乱光をハイスピードカメラで撮影してその動画から PIV 計算ソフト (Flow Expert、(株)カトウ光研製)によって流速ベクトルを算出した。流量を一定にした状態であらゆる場所で撮影を行う方法が望ましいが、撮影場所を移動する間に比重の影響によってトレーサー粒子が沈降してしまうため、撮影場所を固定して流量を変化させながら実験を行った。撮影は漏水部直下流 (A 区間)、漏水部より 0.25m 下流 (B 区間)、漏水部より 1m 下流 (C 区間)で行った。漏水比を (漏水量) / (下流部流量+漏水量) により定義し、各撮影区間で 4 パターンの漏水比を設定して実験を行った。漏水バルブは閉めた状態で下流部バルブにより流量を調整した後、漏水バルブを全開にして撮影を開始した。全ての実験条件で漏水量は 1.607L/min で一定であった。

\*東京大学大学院農学生命科学研究科 Graduate School of Agricultural and Life Sciences, The University of Tokyo

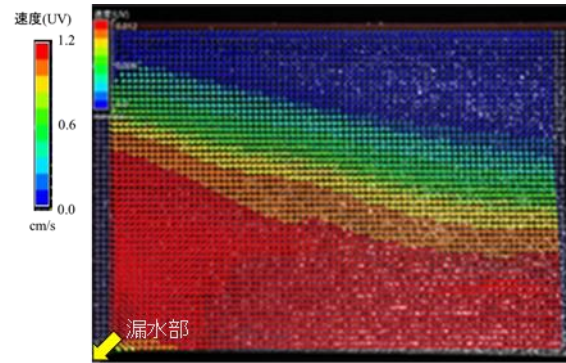
\*\*農業・食品産業技術総合研究機構 農村工学研究部門 Institute for Rural Engineering, NARO

キーワード：漏水検知、流れの可視化、PIV

#### 4. 実験結果と考察

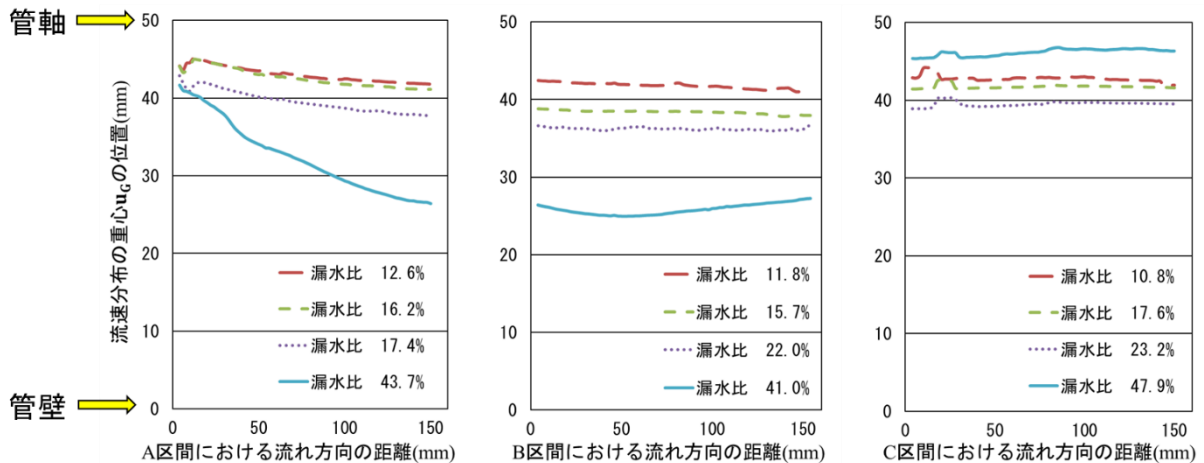
トレーサー粒子の流れを撮影した動画から PIV 解析により流速ベクトル分布の動画を作成し、流れが定常と見られる時間で流速ベクトルを時間平均した流速ベクトル分布画像を作成した。

**Fig.2** に A 区間で撮影した漏水比 43.7%の時の流速ベクトル分布画像を示す。画像の左下端にある漏水部の影響で流速分布が下に偏っていることが見てとれた。この流速分布の偏りを定量的に評価するため、得られた流速ベクトル分布画像から流速の水平方向成分の分布の重心 $u_G$ を流下距離



**Fig.2** 計測された流速ベクトル分布 (A 区間、漏水比 43.7%)  
Measured distribution of flow velocity vector (A sector, Leak ratio 43.7%)

毎に算出した。各撮影区間における $u_G$ の計算結果を **Fig.3** に示す。漏水がないとき流速分布の重心はグラフの縦軸 50mm の位置が示す管軸にあるので、重心の位置がこれより離れているほど流速分布の偏りが大きいことを示している。一番漏水比が大きい条件に着目すると、A 区間では流速分布の偏りは大きくなっているが、B 区間の途中から重心の位置が管軸に向かって変化し始め、C 区間においては全ての漏水比の中で一番偏りが小さくなり、流速分布の重心の位置がほぼ管軸へと戻っていることがわかる。他の漏水比についても概ね同様の傾向が見られた。以上より漏水によって漏水部下流側の流速分布は漏水部がある管壁側へと偏るが、途中から偏りが小さくなっていき流速分布の重心の位置が管軸へと戻っていくことがわかった。また漏水比が大きいほど流速分布の偏りが大きくなるが、流速分布の偏りが小さくなっていく変化もより大きくなり、流速分布の重心の位置が管軸に戻る地点がより上流側になることも明らかになった。



**Fig.3** A,B,C 区間における流速分布の重心 $u_G$ の位置  
Location of center of gravity  $u_G$  of flow velocity distribution in A,B,C sector

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）の一部として実施された。

引用文献：1) 農村振興局 (2009)：「農業水利施設の機能保全の手引き」ーパイプライン編ーの策定について，pp.8-9. 2) 可視化情報学会 (2013)：PIV ハンドブック，(株)森北出版，pp.1-7.