

電源を用いない地下水流向流速計の開発

山口大院・創成 ○山本浩一, 小野文也, 神野有生, 関根雅彦,

山口大・工 水俣勝基, 宇部セントラルコンサルタント 植田敏史, 大起理化工業・大石正行, 永井博

Development of the groundwater velocimeter using no electricity by Koichi Yamamoto, Fumiya Ono, Masaki Minamata, Ariyo Kanno, Masahiko Sekine (Yamaguchi Univ.), Toshifumi Ueda (Ube Central Consultant), Masayuki Ohishi and Hiroshi Nagai (Daiki Rika Kogyo, Co., Ltd.)

1. はじめに

近年、廃棄物の不法投棄や地下水・土壌汚染が顕在化している。地下水・土壌汚染が発生した際、汚染源を特定するために地下水の流向および流速を測定する必要がある。単孔式地下水流向流速計は現地測定の際に電源が必要であり、かつ装置が高価である。したがって多数の井戸で一斉に観測することは難しく、多数の井戸を観測するためにはそれだけ長い時間を要することになる。もし安価で手軽に使用可能な地下水流向流速計があれば、複数台の観測機材を用いて広範囲の測点で一斉観測することができる。以上のような背景のもと、著者らは安価で電源を必要としないペーパーディスク型地下水流向流速計の開発を行っている。本装置の基礎原理は、紙上に印刷されたドットから溶出した染料インクが透水性スポンジ内を移動する水によって輸送されることを利用したものである。実際には画用紙に印刷したインクの軌跡(テーリング)を画像解析して地下水流向流速を求める装置である。本研究ではさらに目視でテーリングの読み取りが可能な器具を作成し、実験直後に流向と流速を測定可能にすることを目的とした。

2. 実験方法

本装置は VP65 塩化ビニルパイプ(内径 67 mm) 観測井用に作成した。センサーの上下はアクリル円筒を配置し、観測井のストレナと接する中央部に透水性スポンジ(メラミンスポンジ)を使用し、透水性スポンジの保持装置として 2 mm 厚の ABS 樹脂の柱(4 mm 幅)を装置の外周の片側に 7 つ設置し、装置断面に空気抜き用の穴を設けた。スポンジは円柱形とし、柱と接触する部分については溝を切った。その他、材質はアクリル樹脂と ABS 樹脂で構成した。

測定手順は以下のようである。まず二つのスポンジの間にディスクを挟み、方位を確かめ、ストレナにスポンジが当たるまでゆっくり本体を挿入する。その後所定の時間静置する。次に本体をゆっくり引き上げてスポンジとペーパーディスクを取り出し、通常はペーパーディスクをスキャンして電子化する。今回はあらかじめペーパーディスクのテーリング長と流速の関係から導き出された検定直線を用いて目視のテーリング長から流速に換算する定規と方位を決定する定規を作成することで流向と流速の測定を

行った。流速の検定は 5 号珪砂を満たした実験水槽を用い、ペリスタリックポンプを用いて水を循環させて流速を発生させた。

3. 研究結果

スキャナを用いてディスクの画像を得て計測を行う本来の方法においては測定時間 5 分において 0.3 ~ 1.5 cm/min の範囲で 16 方位以上の流向分解能での測定が可能であった。流速の検定曲線の決定係数は 0.882 であり、熱量法の地下水流向流速計で現地適用試験を行って結果を比較した結果は齟齬のないものであった¹⁾。

目視によるテーリングの判定によると流速 0.3 cm/min 以下において測定誤差は 50%以上となった。インクの輸送が低流速域では移流より拡散が卓越するため、低流速では目視による流速の判定が困難となったと考えられる。流速 0.5 cm/min 以上では、測定精度は 33%以下となった。流向は 5 分間測定時においては 0.3cm/min 以上では目視によって 16 方位の測定が可能であることがわかった。

4. まとめ

電源を必要とせず装置が安価なペーパーディスク型地下水流向流速計を用いた現地での迅速な計測手法として目視による測定手法を提案した。計測時間 5 分における流速の測定精度は流速が 0.3 cm/min 以下になると測定誤差が 50%を越え測定精度が悪化した。目視による流向の測定誤差は最大で ±19° であり、16 方位の測定が可能であった。さらに流速 0.5 cm/min ~ 1.5 cm/min の範囲に限定すると 5 分間計測において流速の測定誤差は ±30%、流向の測定誤差は ±10° となった。本方法は流速が大きくなるにつれて流速・流向ともに測定精度が上がる。現在は流速の測定可能範囲が 0.3 cm/min ~ 1.5 cm/min と狭いが、計測時間を延ばすことでより低流速での測定が可能である。

参考文献:

1) 山本 浩一ら(2016):単ドット式ペーパーディスク型地下水流向流速計の開発, 水工学論文集, 60, 1_907-912.