

III-317 熱差式地下水流向流速計の開発

日本国土開発(株) 正会員 梅田美彦  
 同上 正会員 ○永井誠二  
 日本基礎技術(株) 寺戸康隆

1. はじめに

地下水の流向や流速を測定する方法として、ボーリング孔を利用した地下水流向流速計が考えられる。現在では、電位差式測定法、中性子測定法、熱量法などが開発され地下水調査に使用されている。しかし従来の機器では、経済的かつ簡単に使用出来るものが少なく、多層地盤においての使用は不向きであった。そこで、単一のボーリング孔内で多層の透水層において繰り返し測定できる熱差式流向流速計の開発を行っている。ここでは亀裂流での実験結果について報告する。

2. 実験概要

今回開発した流向流速計は、計測器に縦方向に4個×8列の計32個の测温抵抗体を設置し、熱源であるヒーターを测温抵抗体に沿って8列設置したものである。水流のあるところでは、計測器側面に設置したヒーターの温度上昇は小さく、下流側では加熱された水が計測器側面に沿って移動するため温度は高くなる。これを温度センサーでとらえることによって、流向・流速を決定しようとするものである。

実験装置を図-1に示す。実験は、水槽内に岩盤に見立てた石膏ブロック2個を重ねて設置し、石膏の中央部にボーリング孔を設けた装置を使用して実施した。石膏と石膏の隙間には厚さ0.52mmのプラスチックの板を水流の障害にならないように置き、この隙間を流れる水を岩盤内の亀裂水とみなした。ボーリング孔内に計測器を設置し、定量ポンプにより任意の流速で水流を発生させて温度分布の違いを測定した。さらに、ボーリング孔と計測器の隙間に礫を充填してボーリング孔内の条件を変えた実験を行った。

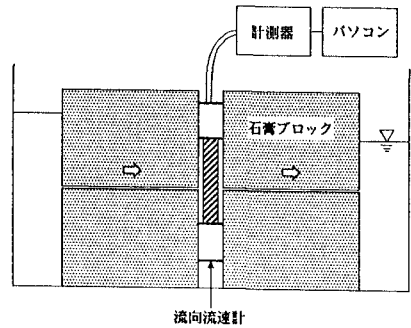


図-1 実験装置

3. 実験結果及び考察(水中)

最初に、ボーリング孔の隙間を礫で充填しない場合の実験結果について述べる。

流向確認実験結果を図-2に示す。これは、計測器周囲の温度分布を横方向に展開したものであり、加熱終了時を初期値として冷却過程での温度差を表示してある。亀裂水はCから流入し、Aから流出している。図より、流入側から流出側にかけて低温部が帯状に広がっているのがコンターの形状から読み取ることができる。流出口付近では、低温部が広範囲に分布している。流入口及び流出口では周囲に比べさらに温度が低くなっている。これは、水流のない場所ではヒーターによって加熱された水が停滞しているのに対して、水流のあるところでは、加熱された水が水流によって運ばれた結果周囲より水温が低くなったと考えられる。また流入口直下では周囲よりも若干温度の高い水の存在が認められる。これは、加熱された水が対流によって上昇するのを水流によってさえぎられたために、この部分に分布していると考えられる。

流速確認実験結果を図-3に示す。これは流速と温度の関係を表したものであり、図中にプロットした箇所は図-2に示した。図中の値は加熱5分後の温度上昇値である。側面Bを除いて流速が1cm/s以上になると温度が低下している。それ以下の流速ではあまり変化はみられない。また、Bでは異常な温度となっている。この原因として以下のようなことが考えられる。

- ・流速センサーの感度
- ・ボーリング孔内の水の流れの乱れ

#### 4. 実験結果及び考察(礫中)

上述の影響を少なくするために、ボーリング孔内に礫を充填して実験を行った。実験は、3(水中)と同様に亀裂水がDから流入してAから流出する。加熱するヒーターは、Cに沿って設置している一本のみである。流向確認実験結果を図-4に示す。これは、ヒーター加熱時を初期値として、加熱停止3分後の温度分布図である。これより、ヒーターの周囲では温度の高い水が横方向に均等に分布しており、ヒーター沿いの特に温度の高い水は、水流によって下流側に移動しているのが認められる。

流速確認実験結果を図-5に示す。図中にプロットした箇所は図-4に示した。図中の値は加熱5分後の温度上昇値である。加熱場所では、他の場所よりも著しく温度が上昇しており、水中の時よりも上昇温度は高い。ヒーター下流側のB点では、流速が増加するにつれ温度が高くなっており、上昇温度は他の部分に比べて高く、上昇温度より流速を推定することが出来る。

この実験では、水流の傾向を把握することは可能であるが、流入出口や流速を決定するところまでは至っていない。

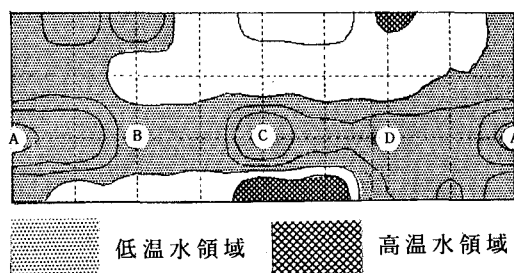


図-2 温度分布状況(水中)

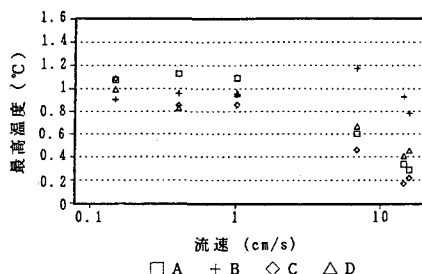


図-3 流速による温度変化(水中)

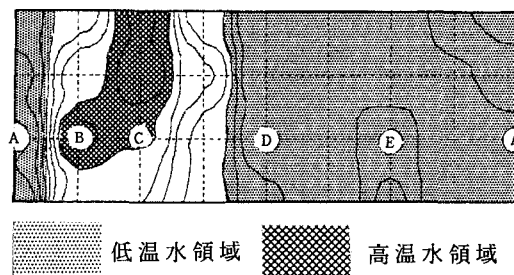


図-4 温度分布状況(礫中)

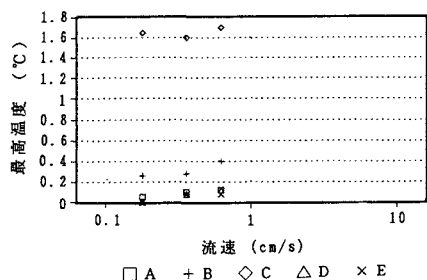


図-5 流速による温度変化(礫中)

#### 5. まとめ

今回の実験により、流向については理論どりの挙動を示すことから、ある程度の推測をつけることは可能である。流速については、流速が1cm/s以上ではボーリング孔内を礫で充填しない場合に、流速が1cm/s以下ではボーリング孔内を礫で充填した場合に、温度と流速のあいだに関係を見出すことが出来た。これより、流速ごとにボーリング孔内の条件を変えて測定を行えば流速を把握できる。今後は、数値解析等を使用してより正確に流向・流速を決定する必要がある。

【参考文献】 1)寺戸康隆;ダム基礎における透水試験,第2回土木学会岩盤力学委員会研究報告会,1989  
2)梅田美彦,西垣誠;地下水流向・流速計の試作,第23回土質工学研究,1989