

1m 深地温探査及び自然電位法を用いた河川堤防内の流動地下水特性の考察

	群馬大学大学院	学生会員	○岡田 崇
	群馬大学大学院	正会員	松本 健作
自然地下水調査研究所		非会員	竹内篤雄
数理設計研究所		非会員	玉置 晴朗
数理設計研究所		非会員	矢澤 正人

1. 序論

近年, 全国の河川堤防の一斉調査が行われ, 河川構造物の多くが経年劣化に伴い補修を必要とする状況にある. しかし, 維持管理費は年々縮減傾向で, 効率的で持続可能な維持管理手法の確立が急務となっている. これらを踏まえ, 本研究では, 河川堤防の防災モニタリングとして, 1m 深地温探査と自然電位法による堤体内流動地下水の挙動の把握を試みた. 両探査手法は, 河川堤防の漏水問題などで実用的に用いられており, 伊藤, 竹内^{1), 2)}らによってその有効性が確認されている. しかし, その多くは現地観測における計測で, 模型実験等による検証はこれまであまり行われていない. そこで両手法を渡良瀬川堤防の基盤漏水が懸念されている区間において現場検証を行うとともに, 模型実験も行い, 流動地下水(以下, 「水ミチ」とする)の特性の考察を試みた.

いては実施することができないという点がある. 二つ目に, 水温が周囲の地温に有意に影響を及ぼすのに 1~2 カ月を要するため, 必ずしも計測したその瞬間における地下水流動を捉えているわけではないことが挙げられる. データの解釈としては, 夏季においては地温に対して低温部が, 冬季においては逆に地温に対して高音部が地下水の可能性を示している.



写真—1 1m 深地温探査の測定機器

2. 計測手法

(1)1m 深地温探査の概要

1m 深地温探査に使用する機器を写真—1 に示す. 計測手順は①直径 3cm 程度杭を 1m の深さまで打ち, 孔を開ける. ②先端に測温体を設置したセンサを孔に挿入し, 測温体が地温に馴染むまで 5~10 分待って温度を計測するというものである. また, 1m 深地温データを使用する際にはいくつかの注意事項がある. 1 つは, 1m 深地温探査の原理は夏季および冬季における 1m 深における地温と水温の差が安定して計測できるのであり, 春期および秋期の地温と地下水温の差が顕著に見られなくなる時期にお

(2)自然電位法の概要

写真—2 に, 本研究で用いた硫酸銅電極および計測に用いたデジタルマルチメータを示す. 電極は, 先端部が素焼状になっており, 電極内部に硫酸銅溶液を充填して地表面に電極を設置させ, 両電極間の電位差を計測する仕組みである. 計測結果とした有意な値となるのは, 測定変化が S 字曲線を描き, $\pm 5mV$ を超えた値となる. また, 自然電位法は外乱の影響を受け易く, 実際, 計測時に電極周囲で人の動きなどがあると計測結果に影響を及ぼすことがあるので, データの解釈については注意しなくてはならない.

キーワード 1m 深地温探査, 自然電位法, 硫酸銅, 河川堤防
 連絡先 〒376-8515 群馬県桐生市天神町 1-5-1 群馬大学大学院 工学研究科 環境創生工学領域専攻
 TEL 0277-30-1640 E-Mail : takashi@ce.gunma-u.ac.jp

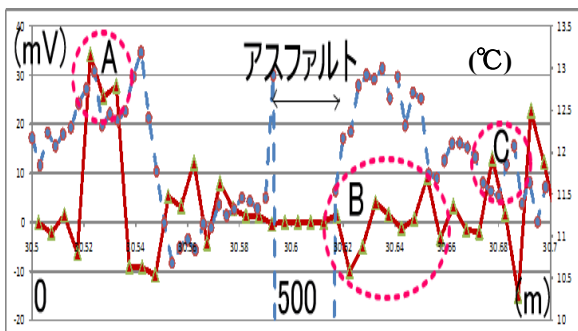


写真一2 自然電位法の測定機器

3. 現場観測(福富サイト)の結果

福富町サイトは、渡良瀬川の30km地点の右岸にあり、渡良瀬川河川事務所による調査の結果、基盤漏水の疑いが指摘されているサイトである。計測結果を図一1に示す。横軸が計測距離(m),右縦軸が地温(°C),左縦軸が電位(mV)である。測定については、堤外地の裏法尻に沿って、1m深地温探査は3m間隔で、自然電位法は5m間隔で計測を行った。

両探査を比較すると、A点において、1m深地温探査については、平常地温(約11°C)より高い地温(約14°C)が得られ、自然電位法でも最大値をとり、この区間が水ミチの存在する可能性が高いことを示唆している。B点において、地温の変化は大きい、電位変化はそれほど見られない。原因としては、先程述べたように、水ミチが地温に影響を及ぼすには時間を要するため、過去(1~2ヵ月前)に水ミチが存在していたが、現在は縮小してしまったために、電位変化はあまり見られなかったと考えられる。C点については、それとは反対の傾向を示している、現在、水ミチが存在しているが、地温にその影響が反映されていないと考えられる。ただし、ほかの原因も考えられるので、さらなるデータの蓄積と比較検討が必要である。



図一1 1m深地温探査と自然電位法の測定結果

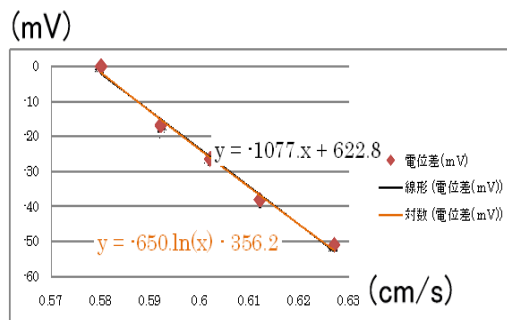
4. 模型実験の概要

自然電位法は現地における実測データの蓄積が多く為されている一方、模型実験等による特性検証はこれまであまり行われておらず、その特性には依然として不明な点も多い。そのために簡易的な模型を造り、水ミチの流動特性の1つである浸透流速の大きさと流動電位の相関性の検証を行った1例を示す。



写真一3 浸透流速と流動電位の相関性検討水路

写真一3の水槽は長さ60cm、幅30cm、高さ36cmであり、幅15cmに油粘土を敷き詰め、残り15cm幅に砂利を敷き詰め、共に10cm厚の土層を形成した。長さ方向の両端を間仕切りし、両水頭を変化させて浸透流を発生させた。自然電位法では、両電極の設置条件の差が変位として表れるため、幅半分ほど油粘土を敷き詰めた。計測にあたっては、一方の電極を粘土上に、他方の電極を礫上に設置して行った。図-2が実験によって得られた浸透流速と計測電位の相関性を示したものである。横軸が浸透流速(cm/s)、縦軸が計測電位(mV)である。図から、浸透流速の速くなるに伴って電位が低下していることがわかる。これにより、現地観測で確認されていた浸透流速と電位の関係を実験によって確認することができた。



図一2 浸透流速と電位の関係

参考文献 1) 伊藤、竹内ら、斜面調査のための物理探査 pp106-133.