

III-A 317 電位測定によるボーリング孔内湧水亀裂箇所の特定方法について

東急建設（株）技術研究所 正会員 川瀬 隆治
 東急建設（株）技術研究所 正会員 西岡 哲

1. まえがき

近年、地盤中を流れる地下水の探査技術は、その重要性が強く認識されつつある。特に岩盤や軟岩中の掘削工
 事においては、亀裂による水みちが地下水の流れを支配するために、亀裂の分布の調査は重要な課題といえる。

通常掘削工事の前に行なわれる調査ボーリングの結果からも、亀裂の深さを調べることはできる。しかし、多
 数の場合、コアサンプリングから見つかる亀裂は複数あり、コアの観察のみから特に地下水の流れを支配してい
 る透水性の高い亀裂の場所を特定することは難しい。

本研究では、過去のボーリング探査方法では取り入れられていなかった物理現象を基に、孔内の電位分布を測
 定することによって、湧水箇所の特定を試みた。その結果、測定後の詳細な地質調査から明らかになった透水性
 の高い亀裂の場所を中心に、周辺とは明らかに異なる電位分布の違いが見られたため、本研究が地下水探査にわ
 ずかながらも有用かと考え、ここに報告することにした。

本報告では、測定原理、測定方法、測定結果、まとめの順で述べていく。

2. 測定原理

地下水が流れる際に電位変化が生じるという現象は、界面動電現象と呼ばれ、既に今世紀半ばより実験的かつ理論的に存在が確かめられていた。界面動電現
 象は、地下水と土粒子との界面にできる電気二重層の働きによって、水の流
 れが見かけ上電荷の流れになったり、または電位勾配になったりする現象である。

たとえば、図-1の様な実験装置を用い、試料の両端に圧力差Pをかけて水を透
 過させると、同じく試料の両端に電位差Vが生じる¹⁾。ちなみに、PとVは比
 例関係にある。ここで生じる電位差は、二種類の異なる物質の境界部分を水が
 透過する時に、特に顕著に大きくなるのが理論的にわかっている。たとえば
 亀裂内からボーリング孔内や、ボーリング孔内から地上部分へに水が流れる場
 合には、それらの境界部分を中心に大きな電位変化が生じる。こうした現象を
 鑑みると、湧水のあるボーリング孔内では図-2に示すような電位分布が生じて
 いることが予想された。

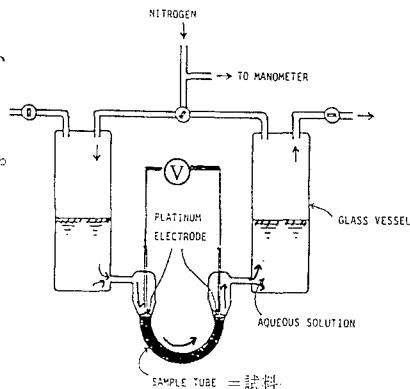


図-1 地下水流と電位の相関実験

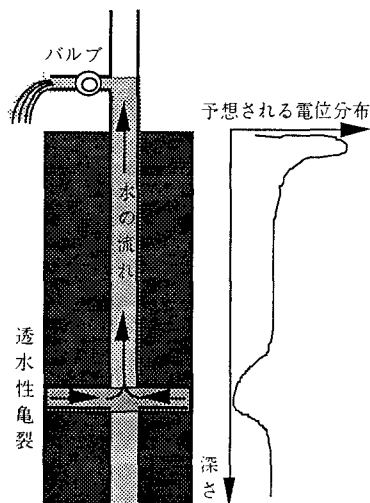


図-2 予想される電位分布

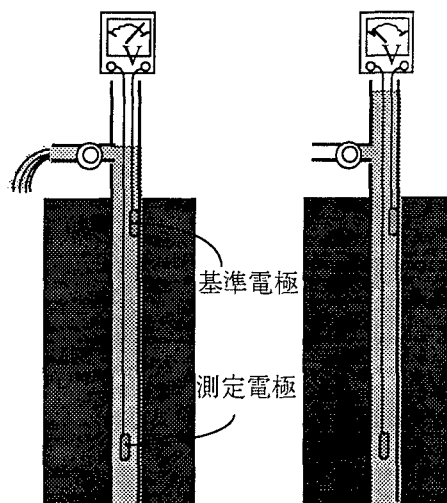


図-3 亀裂からの湧水の調節（右：止水状態、左：湧水状態）

3.測定方法

測定実験は、神奈川県相模原市にある大深度地下空間実験場内に行なった。測定現場は、ボーリング孔の孔口が地下50mの場所にあり、周囲を堆積軟岩で囲まれている。したがって、亀裂が主要な水の流れを支配している場所といえる。ボーリング孔は外径12cm、深さ55mであり、電位分布測定は1m間隔で行なった。また測定は2回行ない、測定結果が再現性のある安定した結果であることを確認した。

ボーリング孔内の電位測定は過去にも多くなされている。通常に見られる電位分布は、孔内の地層の種類の違いによる影響といえる。そのため、孔内の地質構造の推定にも用いられてきた。

本実験の目的は、湧水によって生じる電位分布を調べることであるから、地質構造の違いによって生じる電位分布と区別する必要がある。そこで、図-2に示すようなバルブ付のパイプを孔口に取り付け、湧水の流れを人為的に調整し、湧水を流した状態（図-3左）と湧水を止水した状態（図-3右）の二種類の状態で電位分布を測定し、比較することにした。基準電極はボーリング孔口に置き、他方の電極である測定電極の深さを順次変えていくことで孔内の電位分布を測定した。電極には、銅-硫酸銅電極を用いた。

4.測定結果

図-4のグラフは湧水の流れる状態（flow）と流れていない状態（non-flow）の電位分布を示したものである。この結果から、湧水の流れている時と流れていないときとで明らかな電位分布の違いがあることがわかる。すなわち、地下水の流れによって生じる電位が存在し、かつその測定が可能であることを確かめることが出来る。

湧水が流れている場合、孔口から35m～55mの深さの場所に、顕著な電位分布の違いが見られ、深さ42mの付近でピークに達していることがわかる。言い替えると、深さ42mの付近で、水の流れによる電位分布が最も顕著であるといえる。孔口付近の大きな電位変化は、坑内の水流が地上部分に出て圧力から解放されることによって生じる電位分布と考えられる。

尚、ボーリングのコアサンプルの調査結果から、深さ42mの場所に亀裂が存在することが確かめられている。また、後日行なった透水分布試験から、深さ42mに存在する亀裂の透水性が、周辺に比べて特に大きく、地下水の湧水を担っていたことが明らかになっている。

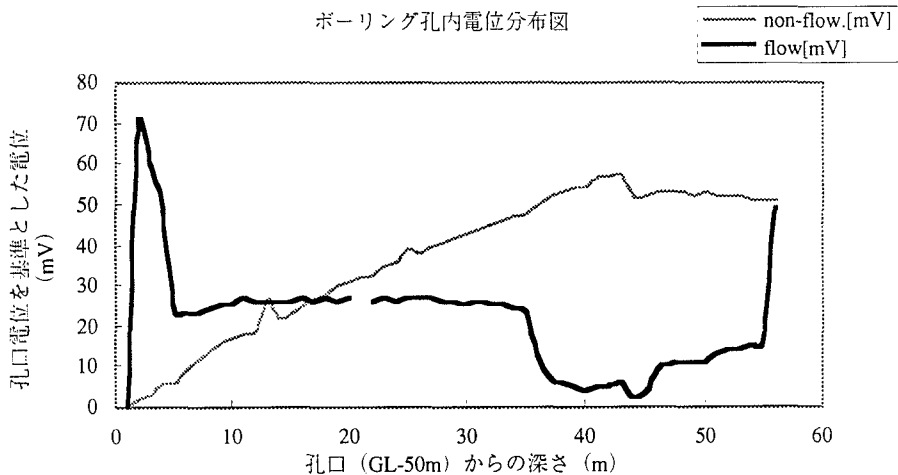


図-4 ボーリング孔内電位測定結果（湧水状態＝flow 止水状態＝non-flow）

5.まとめ

今回の実験結果から、孔内の地下水流によって生じる電位分布が存在することを確かめることが出来た。また、最も透水性の高い亀裂の場所を中心に電位分布が変化していることがわかった。以上より、孔内の電位分布測定が、湧水している亀裂の場所を特定する上で有用な情報を与える測定方法である可能性が出てきたといえる。

参考文献

- 1) T.Ishido and H.Mizutani, Journal of Geophysical Research. Vol.86,NO.B3,pages 1763-1775, March 10,1981