

堆積軟岩中の地下水流動に伴う地電位の挙動について

東急建設（株） 川瀬 隆治

1. はじめに

自然電位を利用した地下水流動モニタリングシステムは、地下水が流れることによって生じる地盤内の自然電位の変化を捉え、地下水の流れをリアルタイムに知ることができる物理探査手法である。

本システムは地盤に打ち込んだロックボルトを自然電位の変化を感知するための受信器として利用することができ、かつ強制的に地盤に電気を流すような方法でなく自然現象として発生する電位差を感知する方法である。このシステムで用いる原理、基礎方程式などは確立しているものの、システムの実用性としては未解明な部分が多い。そこで、基礎的な研究、例えば多相流の地下水に対する適応性、都市部での適応性などについての検討が必要といえる。このシステムが確立すれば、スパイラルトンネルを利用したジオド・ム周辺の経済的かつ長期間有効な三次元的地下水モニタリングが可能になると考える。

2 測定の実理と背景

砂利や亀裂などの多孔質媒質中の間隙を地下水が流れると、地下水の中に存在するイオン粒子が土や岩の粒子に吸着しようとする。これは、土や岩の粒子と地下水の境界面（界面）付近では、電気二重層と呼ばれる界面特有の電位勾配が形成されているためである。図1に、界面付近の電位分布とイオン粒子が界面に吸着している様子を示した拡大図の例を示す。図の例では、地下水が上から下方向に流れており、 $-$ イオンが土粒子に吸着している。その結果、地下水の流れの下流では、 $+$ イオンが多く分布することになり、電位差が発生する。この電位差は、間隙水圧に比例して大きくなることが実験的に確かめられており、定量的な扱いが確立されている。こうした多孔質媒質中特有の現象は、界面部分で水が動くことによって生じる電気的な現象であるため、界面動電現象と呼ばれている。

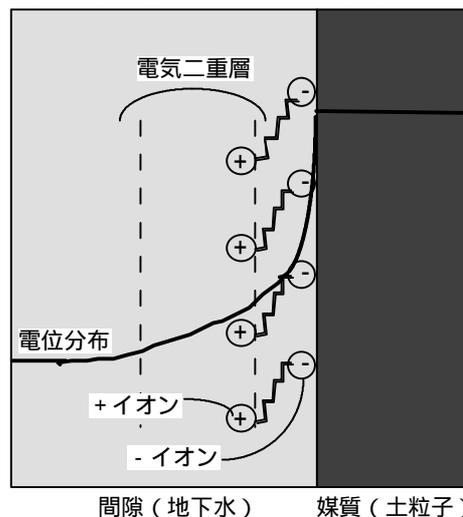


図1 媒質粒子と間隙との境界部分拡大

3 堆積軟岩中観測井での湧水に伴う電位変化

堆積軟岩中に掘削した深さ5.5mの観測井を利用し、観測井内の水頭水位を人為的に変化させ、深さ約4.2mの位置にある亀裂からの湧水がある場合と、水位が自然水頭水位に達して亀裂からの湧水がとまっている場合との井戸内の電位分布変化を求めた。その結果、1.0mの水頭圧変化に対して、約70mVの電位変化が発生することを確認し、堆積軟岩中の地下水が流動変化を起こすことにより発生する地電位差変化の大きさが、十分に観測可能な大きさであることを確認した。

キーワード：地下水、地電位、堆積軟岩、界面動電現象

連絡先：東急建設（株）川瀬 隆治 （神奈川県相模原市田名字曾根下 3062-1）

4. 掘削施工時の地電位差変化測定結果例

掘削工事での出水にともなった地電位差変化の測定例を示す。測定は、相模原の大深度地下空間実験場内で行なった。当実験場は、地下50mの縦坑と水平方向35mの横坑とからなり、地下21m以深は、周囲を堆積軟岩の地盤で囲まれている。地下水の流れは、主に亀裂の分布によって支配されていると考えられる。図2に、地下空間実験場内の測定点配置図を示す。

設置した地電位差測定システムでは、地下35mのロックボルト電極(図中:ch.2)を暫定基準電極とし、地下50m付近(図中:ch.8, ch.9)での地電位差変化を測定した。

掘削工事は、地下50mの既設縦坑の底部から、直径4mの円形断面縦坑の掘削であった。掘削深度19.5m(GL-69.5m)の所で毎分150リットルの出水が生じた。

掘削工事での亀裂からの出水に伴って観測された地電位差変化を、図3に示す。図から、出水にともなって、約20m離れた場所での地電位差が、突発的に100~150mV、大きく変動したことがわかる。この電位変動は、およそ4ヵ月をかけて徐々に元の電位に戻っていった。

5. まとめ

放射性廃棄物の地層処分において、地下水は、岩盤と並んだ重要な天然バリア機能のひとつであり、その挙動を把握するための一技術について報告した。本システムで用いる方法は、既に確立されている原理、基礎方程式の活用に加えて、堆積軟岩中での測定が可能であること、また現場の測定実験から、掘削地特有の測定感度を推定することができることが明らかになった。今後、本システムを用いた堆積軟岩中での亀裂分布の特定など、都市部での適応性を含めた応用方法について検討していく必要がある。

参考文献

- 1) T.Ishido and H.Mizutani, Journal of Geophysical Research, Vol.86,NO.B3,pages 1763-1775, March 10, 1981
- 2) T.Kawase, Electrokinetic phenomena caused by pressure sources in an inhomogeneous medium. Doctor paper, Tokyo Univ., 1994.
- 3) P.Mazur, and J.Th. G. Overbeek, On electro-osmosis and streaming-potentials in diaphragms, II, General quantitative relationship between electro-kinetic effects, Recl.Trav.Chim. Pas Bas, 70, p83-91, 1951

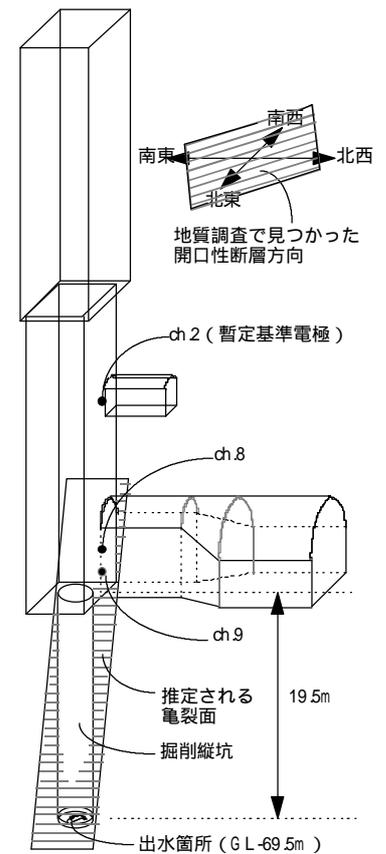


図2 地下空間実験場内電極配置図

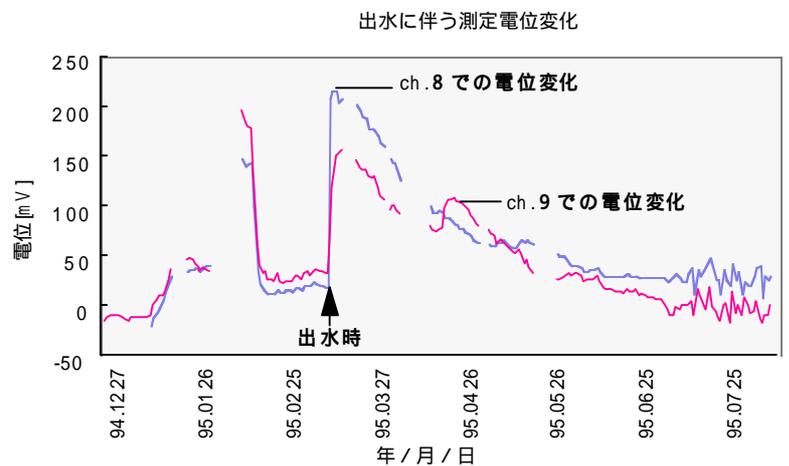


図3 出水時に観測された地電位差変化