

Ⅲ-6 自然電位測定による地下水流動推定に関する基礎的検討

愛媛大学大学院 学生会員 ○芦沢昌春
三新機械株式会社 非会員 大成郁生
愛媛大学工学部 正会員 二神治

1. 概説

本研究は、地下水の流動に伴って発生する電位（流動電位）から、地下水の流向及び流量を把握することを目的としている。流動電位は、地盤内に発生している自然電位の1つでそれを測定し、その変化を解析することにより探査を行う方法を自然電位法という。本研究を行うにあたって、下記のような室内実験を行い、流動電位と流動水の圧力差の関係を調べる。

2. 試験方法及び試料の概要

実験装置は、図-1のようにU字型で塩ビ管と透明アクリル円筒を用いて製作し、塩ビ管には水を注入し、透明アクリル円筒には試料を入れる。塩ビ管に水頭差を変えられるように両端に25cm間隔で排水口を設け、最大75cmまでの水頭差を行えるようにした。そして、アクリル円筒の長さが50cmで、直径は10cmとなっている。アクリル円筒の両端に水を供給できるようにし、試料の流失を防ぐためにろ紙を設置した。電極棒は、直径8mmでJIS303のステンレスの棒を試料断面に対して9cm挿入し、電極間隔は30cmとして電極棒の底面がアクリル円筒につかないように設置した。

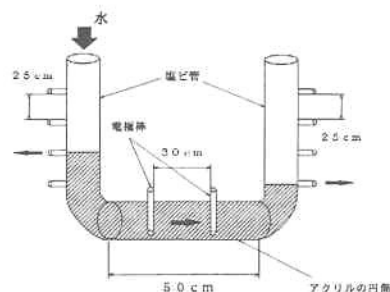


図-1 実験装置

実験方法は、水頭差 ΔH を一定にして、電位差が安定するまで流動水を流し続けて、測定時間を0, 1, 3, 5, 10分の各時間毎に測定し、電位差がどのように変化するかを調べた。その後、水頭差を0にして安定した状態になるようにある時間おいた後、逆方向に水を流して、それぞれを電位の安定度をみるために2時間測定し、電位差がどのようになるかを調べた。また、流量から算出される透水係数が流動電位とどのように影響しているかを調べ、このような実験を水頭差を25, 50, 75cmと変えて行った。他にも、土試料（砂とマサ土）による流動電位の違いや、流動水（水道水、食塩水）による流動電位の違いを調べた。

試料は、表-1のような砂とマサ土を使用し、流動水は水道水と0.5%の食塩水を使用した。砂の場合は、間隙比が一定でも透水係数が変化した。マサ土の場合だと透水係数があまり変化しなかった。間隙比を変えて実験を行った。

3. 実験結果及び考察

(1) 砂の場合

図-2のように正方向状態、逆方向状態、静止状態($\Delta H=0$)のときの電位差が大体10~20分ぐらいで安定していることが分かる。また、安定した電位の差が顕著に現れている。他にも、水頭差を変えて実験を行ったが、水頭差が同じでも正方向状態と逆方向状態の流量が違ってしまふときが多くあり、そのようなときだと流向の違いによる電位の差が顕著に現れなかった。

表-1 土試料、流動水の物性値

	比重(g/cm^3)	間隙比	粒度
砂	2.6525	0.79	2mm~420 μm
マサ土	2.6692	0.7	2mm~420 μm
		0.9034	

	pH	電気伝導率(mS/m)
水道水	7.38	8.724
0.5%食塩水	7.933	771.4

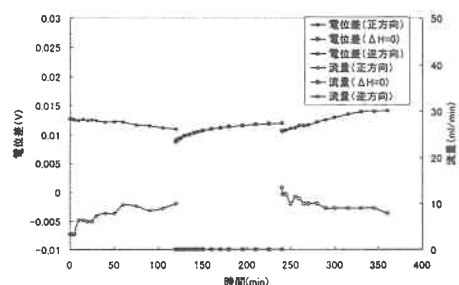


図-2 砂で水頭差 $\Delta H=50\text{cm}$ のときの電位差、流量の時間的変化

(2) マサ土の場合

マサ土の場合は、図-3のようにあまり安定性がなく、再現性もみられなかった。これは、電極棒の材質

がステンレスだからだと思われる。このステンレスの電極棒だと土中への挿入のたびに生じるキズと、土中の各種イオンとの間で腐蝕電池が形成され不安定な電極になり、通常より大きな電位の揺動がみられ、再現性も悪く、電極としては不適であり、最適な電極は銅-硫酸銅電極のような非分極性電極である。また、流向の違いによる電位差は顕著な差がみられず、再現性がないため、電位差の違いからの流量などの判別は困難だと思われる。次に、流れやすくするために間隙比を大きくして実験を行い、流れやすくなって流向の違いによる電位差の顕著な差は現れたが、再現性や安定度という点では、疑問が残った。

(3) 砂とマサ土の違い

図-4は、砂とマサ土の場合の透水係数と静止状態の電位との差の図である。これより、透水係数が大きくなるほど、静止状態の電位との差が顕著に現れると思われる。また、砂よりもマサ土のほうが差が大きくでているのが分かる。しかし、相関性という点からいうと砂のほうが相関性があり、マサ土のほうはばらつきが多くみられる。

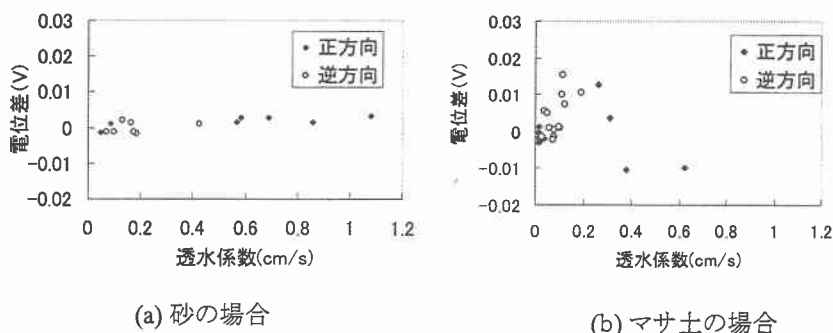


図-4 透水係数と水が流れていないときの電位の差

(4) 水道水と食塩水の違い

図-5のように食塩水を流したときでは、水道水に比べて電気伝導率が約90倍もあり、電位差が最大で約5倍も大きくなっていて、流動水の流れによる電位の変化が顕著に現れていることから、流動水が電気を通しやすいと流動電位の差による流動水の流向の判別が可能だと考えられる。しかし、安定性がみられなかった。

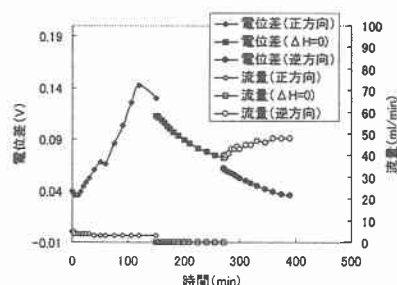


図-5 マサ土で食塩水を流し $\Delta H=50\text{cm}$ のときの電位差、流量の時間的変化

4. 結論及び今後の課題

- 1) 砂の場合は、水の流れる方向と同じ方向に流動電位が発生し、逆方向に流しても、流れる方向と同じ方向に流動電位が発生する。
- 2) 透水係数と静止状態の電位との差の関係は、透水係数が大きいほど、静止状態の電位との差が顕著に現れる。透水係数が大きければ、流動水の流向の判別が可能であると考えられる。マサ土のほうが砂に比べて電位の差が顕著に現れるが、安定性、再現性がないので流動水の流向の判別は困難ではないかと考えられる。
- 3) 食塩水を流した場合では、電位の差が顕著に現れたことから、流動水の電気伝導率の高いほうが静止状態の電位の差が顕著に現れると考えられる。

今後の課題としては、同じ水頭差でも正方向状態と逆方向状態の流量に大きな違いがでることが多かったので、同じ水頭差なら同じぐらいの流量になるように改善する必要がある。電極は、電極と土との電位差をほとんどなくし、電位差を安定するようにステンレスの電極棒ではなく、非分極性電極を使用する必要がある。また、電極棒では土と接触する面積が少ないので、できるだけ土と接触する面積を増やすために電極を網状にする必要がある。今回の実験では、影響するパラメータとして土試料の種類、流動水の電気伝導率、透水係数などを比較したが、これ以外にも流動電位に影響するパラメータはいくつもあるので、そのようなパラメータがどのように影響するかを調べる必要がある。