

地下水検層の室内実験結果

赤井静夫, 小林保男, 赤井理一郎 (株式会社北信ボーリング)

1. はじめに

地下水検層は地すべりの地下水流動の把握に多用されているが、一般的な地下水流動の把握に関しても利用可能な調査手法である。地下水検層により得られた地下水検層図による地下水の流動層判定の手法は、申 潤植 (1995) などに記載されている模式図が利用されている。

筆者らは常々、孔内水の流動が模式図に示されている様な明確なパターンが得られるか疑問を持っていた。地下水検層の問題点を列挙して、それらが測定に及ぼす影響を検証することにより、孔内水の流動状況把握をよりの確にすることが可能となる。

2. 地下水検層器の特長

孔内水の比抵抗ないしは電気伝導度を測定する機器としては地下水検層器と電気伝導度計がある。水槽内の水温を変化させて、地下水検層器と電気伝導度計とで電気伝導度 (地下水検層器の測定値はに電気伝導度換算した) を測定した結果を図-1 に示した。地下水検層器は温度補正回路が組み込まれていないことが明らかであり、測定中の孔内水温の影響を受ける。

3. 孔内水中のスライムの影響

孔内水には少なからずスライムが存在する。孔内水中の微細なスライムは孔内水の比抵抗を低下させ、孔内に食塩水を投入することによりスライムの沈殿を促進して地下水検層結果に影響を与えると予想された。

重量比 10%の粘土を水道水および 0.5%食塩水で溶解して、メスシリンダーの中に入れて粘土の沈殿状況を観察した結果を図-2 に示した。食塩水の投入による影響は少ないものと判断される。

内径 44mm、長さ 2m のパイプ内に食塩水 (0, 0.01, 0.05, 0.1, 0.5, 1.0%) を入れて深度 25cm 毎に地下水検層器で測定すると、食塩の沈殿状況は確認されなかった。重量比 10%の粘土を同様な濃度の食塩水で溶解させた溶液をパイプ内に入れて同様に測定すると、粘土の沈殿傾向は確認されなかった。

4. 地下水検層器と電気伝導度計との比較

内径 44mm、長さ 2m のパイプの上・中・下 3 箇所水道水の出入り口を設定してパイプ内の水を流動させて、地下水検層器と電気伝導度計とで測定した結果を地下水検層図として (電気伝導度計の測定値は比抵抗に換算した) 代表例を図-3 に示した。測定器の違いによる得られた地下水検層図の大きな差異は認められなかった。流入水およびパイプ内水の温度を厳密に管理した結果であり、流入水の温度と孔内水の温度とに差がある場合は異なった結果が得られたものと判断される。

5. 孔内水流動パターンと地下水検層図

幾つかの検証により、地下水検層は測定値に温度補正を行なえば大きな問題はないことが判明したので、内径 44mm、長さ 2m のパイプの上・中・下 3 箇所に水道水の出入り口を設定してパイプ内の水を流動させて、地下水検層器により測定した結果を図-4 および図-5 に示した。図を見ると、申 潤植 (1995) の模式図とは若干異なる結果が得られた。以下に列挙する。

- (1) 層流状検出は室内実験では再現されなかった。
- (2) 上昇流状検出では、中間深度からの流入においては申 潤植 (1995) と似た形状が得られたが、流入口付近の鋭い変化は得られず、流入深度と変化曲線のピークは上方に 10cm ずれる。
- (3) 上昇流状検出の孔底からの流入においては申 潤植 (1995) の流入口における収斂は得られなかった。
- (4) 下降流状検出では、基本形状は申 潤植 (1995) と同様であるが、流入口および流出口の深度は 10cm 程度ずれることが判明した。
- (5) 流入・流出量が $10 \text{ cm}^3/\text{min}$ (管内流速は $0.7 \text{ cm}/\text{min} = 0.01 \text{ cm}/\text{s}$) の場合は明瞭なパターンを示さないことが判明した。
- (6) 流入・流出量が $50 \text{ cm}^3/\text{min}$ (管内流速は $3.3 \text{ cm}/\text{min} = 0.05 \text{ cm}/\text{s}$) の場合は明瞭なパターンを示すことが判明した。

6. 今後の課題

地下水の水質を議論する際に電気伝導度 (EC) は良い指標となる。地下水検層器は孔内水の比抵抗を測定しているが、今後は孔内水の電気伝導度 (EC) を測定するのが良いと言える。

今回の室内実験においては流入水およびパイプ内水の温度管理を厳密に実施したので問題は生じなかったが、検証実験結果によると地下水検層器に温度補正機能を付加する必要がある事が判明した。また、温度測定機能を持たせることにより電気伝導度の変化と共に水温の変化をも測定できる様にすれば、測定結果の解釈は多様となるであろう。

今後の課題としては以下の内容が上げられる。

- (1) 孔内水の流速による流動層判定の限界流速の確認。
- (2) 孔内水が複雑に流入・流出している場合の地下水検層図の形状。
- (3) 今回の室内実験ではパイプ円周の片側のみ流入・流出口を設定したが、同深度に複数の流入・流出口を設定した場合の様なデータが得られるか。
- (4) 一般に測定は塩ビストレーナ管を埋設して実施される。ストレーナの開口率の影響はどの程度であるか。

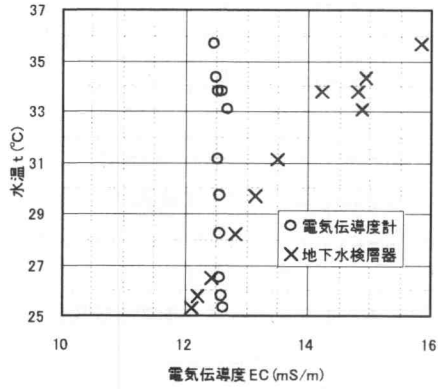


図-1.電気伝導度計と地下水検層器による水温と電気伝導度 (EC) との関係図

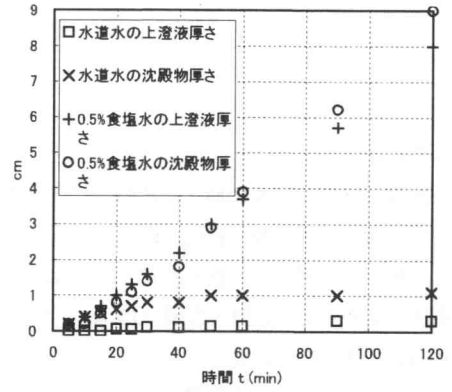


図-2.粘土含有水の沈殿傾向

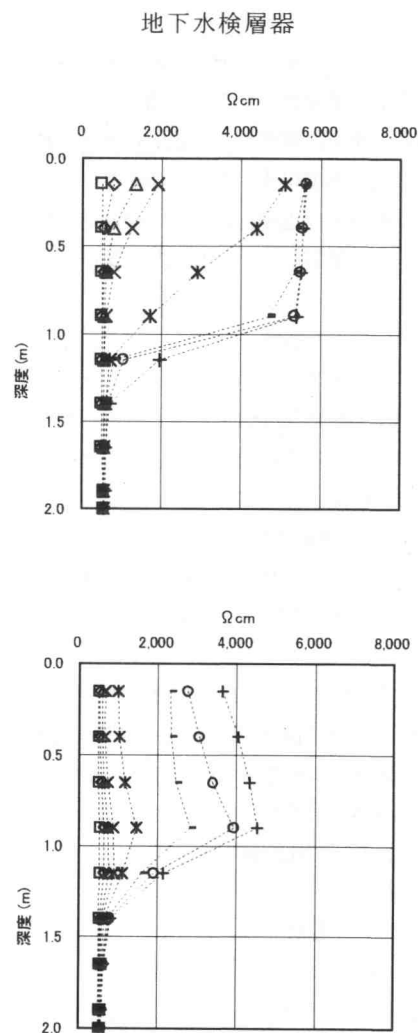
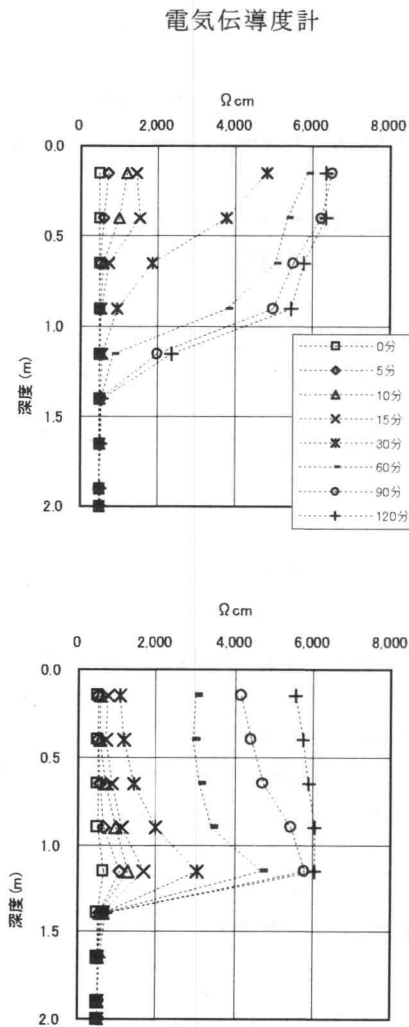


図-3.電気伝導度計と地下水検層器による地下水検層結果の比較

流入・流出量 $10\text{cm}^3/\text{min}$

流入・流出量 $50\text{cm}^3/\text{min}$

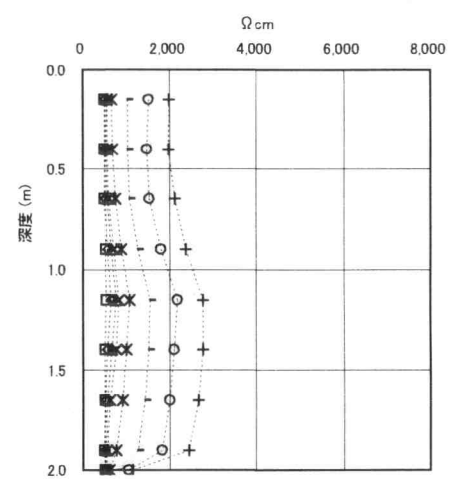
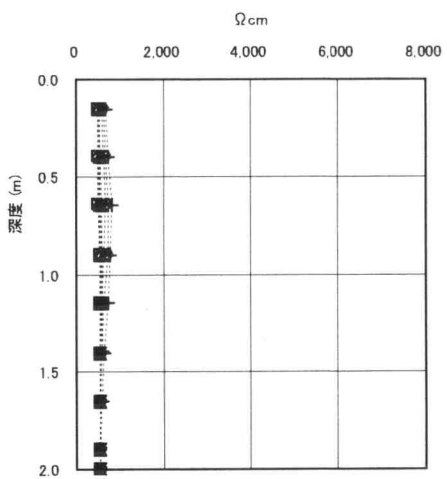
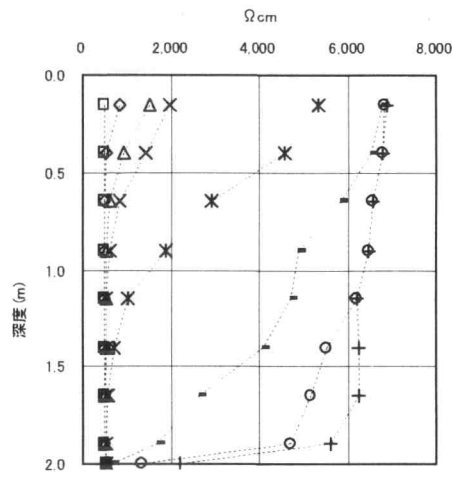
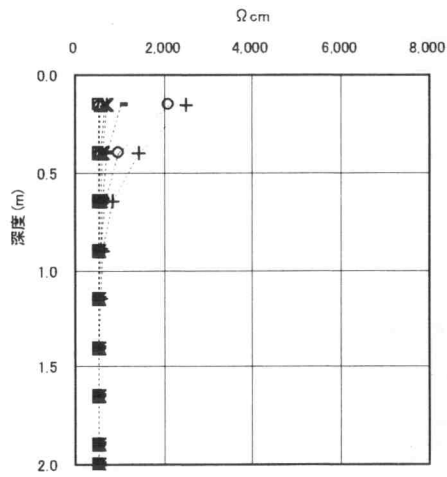
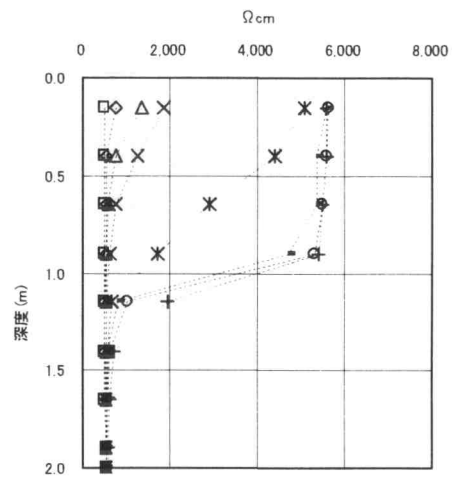
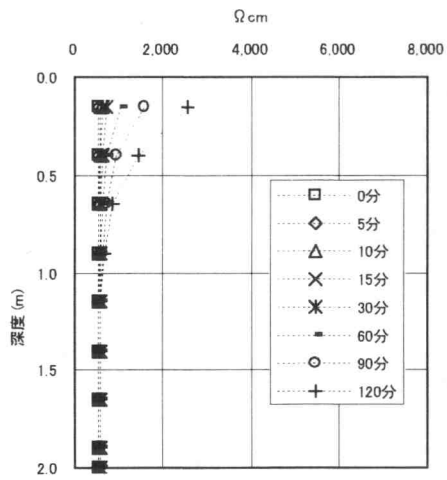
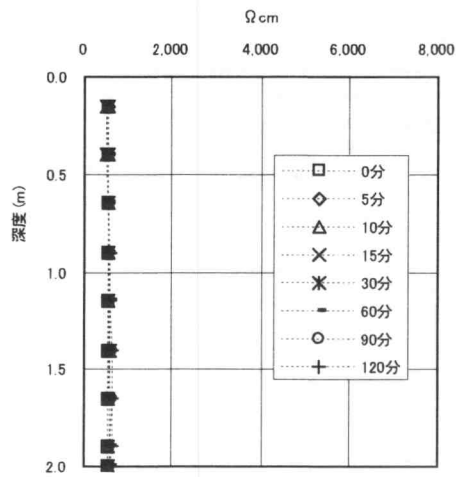


図-4. 室内実験による地下水検層図 (1)

流入・流出量 $10\text{cm}^3/\text{min}$



流入・流出量 $50\text{cm}^3/\text{min}$

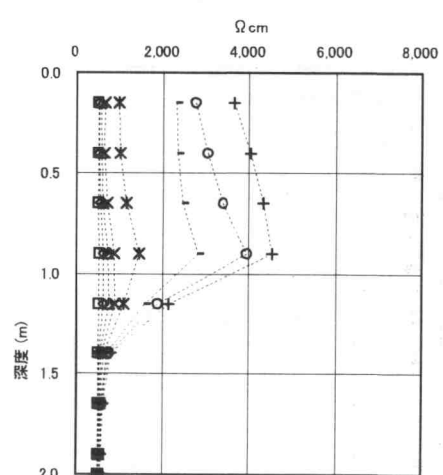
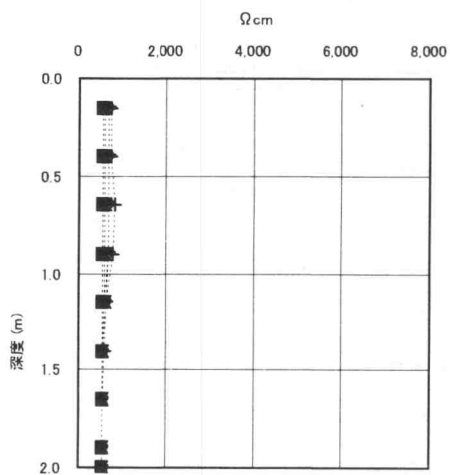
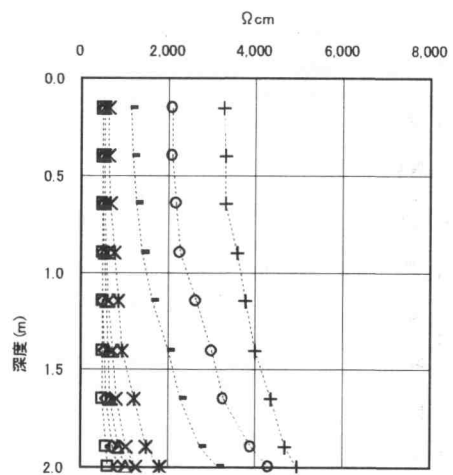
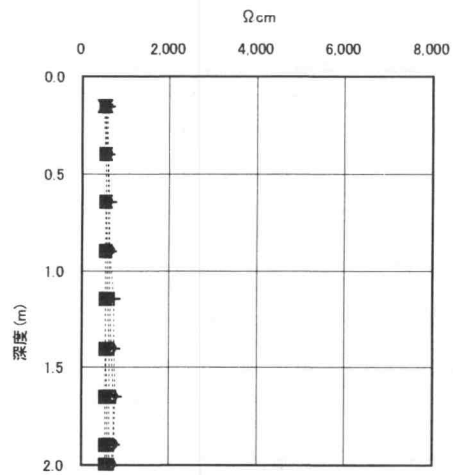
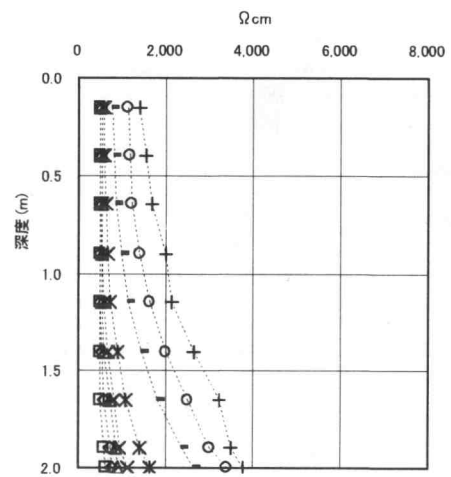


図-5. 室内実験による地下水検層図(2)