

大阪工業大学 正会員 青木一男 福田 護

大阪工業大学大学院 学生員 山上隆行○木村高啓

1. はじめに

沿岸部における掘削工事等で地下水位を低下させる場合、地下水の塩水化がたびたび発生する。このような場合、帯水層への塩水の侵入状況を把握する方法として、ボーリング坑内の地下水の電気伝導度を測定していた。しかし、大規模な工事では、広域的な塩水化状況を把握しなければならない。そこで、本研究では、帯水層への塩水の侵入状況を広域的に把握する手法として、比抵抗法の適用性について、垂直探査法による室内実験および標準曲線法による解析の両面から検討した。

2. 実験方法

比抵抗法モデル試験では、図-1 に示すような長さ 100cm、幅 19.5cm のアクリル製の水槽を用い、試料には豊浦標準砂を用いた。電極は直径 1mm のアルミ棒を使用し、電流を 2.05 mA 流した。比抵抗法としては、Wenner 法による垂直探査を行った。モデル地盤は、下層に塩水飽和させた層を 20cm の厚さで作成し、その上に中間層として水道水で飽和させた層を 20cm 重ね、さらに上層には含水比が 10% の不飽和層を 5cm を重ね三層地盤を作成した。また、下層の塩水飽和層の塩分濃度としては、500ppm、2000ppm に設定した。この時、電極間隔は、2～30cm で測定を行った。

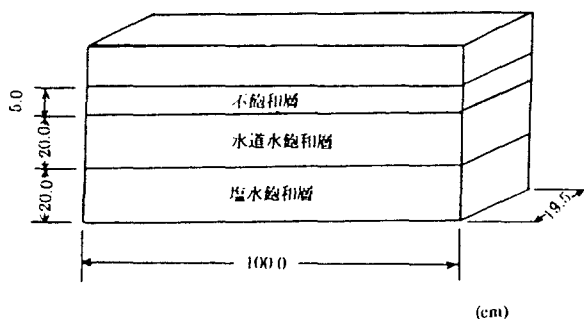


図-1 モデル実験の水槽

3. 実験結果および考察

モデル実験により得られたデータは、水槽の境界の影響を大きく受け、右上がりのグラフになり、非現実的なデータとなる。そこで、この境界の影響を取り除くために、次式を用いた^{1),2)}。

$$\rho_r = \frac{\rho}{\rho_w / \rho_{w_0}} \quad (1)$$

ここで、 ρ_w : 水のみ比抵抗の測定値、 ρ_{w_0} : 境界面の影響を受けていないと思われる水の比抵抗の測定値、 ρ : モデル実験により得られた比抵抗の測定値である。

式(1)により得られた比抵抗値の修正値を図-2, 3 に示す。図-2 は、下層の塩分濃度を 500ppm、図-3 は 2000ppm に設定したものである。これによると、最初に電極間隔が 4cm 付近から比抵抗値の減少を示し、次に電極間隔が 21cm 付近からさらに比抵抗値が減少する。また、2cm と 7 cm と 24cm では、完全に異なる比抵抗を示している。このことから、モデル実験の結果、傾きの変化の大きさより深度が 4cm 付近及び 21cm 付近に境界面があると推測される。

次に、測定結果をもとに標準曲線法を用い、解析を行った結果を表-1 に示す。この表から、500ppm では上層の層厚が 4.3cm、比抵抗値が 120 Ωm 、中間層の層厚が 13.7cm、比抵抗値が 80 Ωm 、下層の比抵抗値が 21.25 Ωm となった。また 2000ppm では上層の層厚が 4.8cm、比抵抗値が 160 Ωm 、中間層の層厚が 9.2cm、比

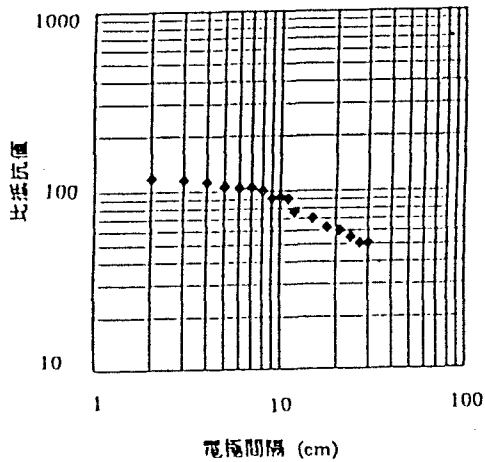


図-2 塩分濃度 500ppm

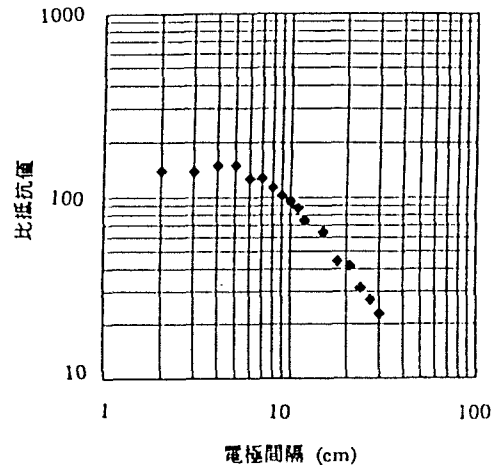


図-3 塩分濃度 2000ppm

抵抗値が $80\Omega m$ 、下層の比抵抗値が $9.5\Omega m$ となった。これらの結果から得られた各層の境界位置は、モデル実験で設定した各層の位置とほぼ同じ値が得られ、かなりの精度で推定できるものと思われる。また、下層の塩水化層の比抵抗値は、500ppmと2000ppmの場合を比較すると約2.2倍程度の差が現れている。従って、塩分濃度と比抵抗値との定量的な関係を明らかにできればWenner法により塩水化の程度が把握でき、塩水の侵入状況の調査にWenner法の適用性が高いのではなかろうかと思われる。

表-1 標準曲線法による三層地盤の解析結果

	$\rho_2 / \rho_1 (\Omega m)$	$\rho_3 / \rho_2 (\Omega m)$	$\rho_1 (\Omega m)$	$\rho_2 (\Omega m)$	$\rho_3 (\Omega m)$	$\rho_e (\Omega m)$	$d_1 (cm)$	$d_2 (cm)$
500ppm	2/3	1/4	180	80	21.25	85	4.3	13.7
2000ppm	1/2	1/10	160	80	9.5	95	4.8	9.2

4. おわりに

本論文では、地下水塩水化調査にWenner法の適用性について不飽和層、水道水飽和層、塩水飽和層の三層地盤に対する室内実験を中心に検討を行ってきた。その結果、三層地盤に対しても、Wenner法の適用性が高いことが分かった。今後は、実際の現場から得られたデータに基づいた解析を行っていきたい。

<参考文献>

- 1) 青木一男、福田 護：地下水塩水化調査における比抵抗法の適用性について、日本地下水学会 1993 年秋期講演会概要集、pp. 32-33、1993.
- 2) 青木一男、福田 護、山上隆行：比抵抗法による塩水化調査における FEM 解析、日本地下水学会 1994 年秋期講演会概要集、pp. 132-133、1994.