

愛知工業大学 正員 ○木村勝行
 “ “ 橋本 清
 “ “ 正員 大根義男

1. まえがき

ダムや水路など水利構造物を建設する場合、その基礎の透水性を拘束しておかなければならない。現場で透水性を調べる方法としては揚水試験や注水試験などが行なわれる。そしてその裏付けは主として井戸理論に基づくものであり、地下水や境界条件に応じていくつかの計算式が提案されている。しかし、特に不透水性基盤が深く注水試験によるような場合は、地中の浸透流が鉛直方向に卓越し、したがって正確な透水係数を求めるのは困難である。そこで我々はこの種の基盤を対象として既存の計算式と模型実験から、現場で比較的簡単に透水係数を求める実験式を提案した。模型実験には Halc - Shaw など種々の方法があるが、ここでは装置や方法の比較的簡単な寒天を用いた電気相似法によった。

2. 基礎実験

実験に使用する寒天の食塩濃度と比伝導度 χ との関係は A 装置 (底面 $10\text{cm} \times 10\text{cm}$) と B 装置 (底面 $10\text{cm} \times 40\text{cm}$) により調べてみた。実験はすべて 20°C の恒温室で行なった。その結果、寒天の厚さ、極板の間隔および寒天に負荷する電圧が異なっても比伝導度 χ は食塩濃度だけに左右されるとしてもよいことが確かめられた。図-1 に結果を示す。

3. 相似律

浸透流に対する Darcy の法則と電流に対する Ohm の法則の類似性から、模型の縮尺を α とし、基盤の透水係数を k_p 、使用する寒天の比伝導度を χ_m 、試験孔内水深を h_p 、電圧を E_m 、注水流量を Q_p および電流を I_m とすると次のような式を満足すれば相似性が保たれる。

$$\frac{Q_p}{I_m} = \alpha \cdot \frac{k_p}{\chi_m} \cdot \frac{h_p}{E_m} \dots\dots\dots (1)$$

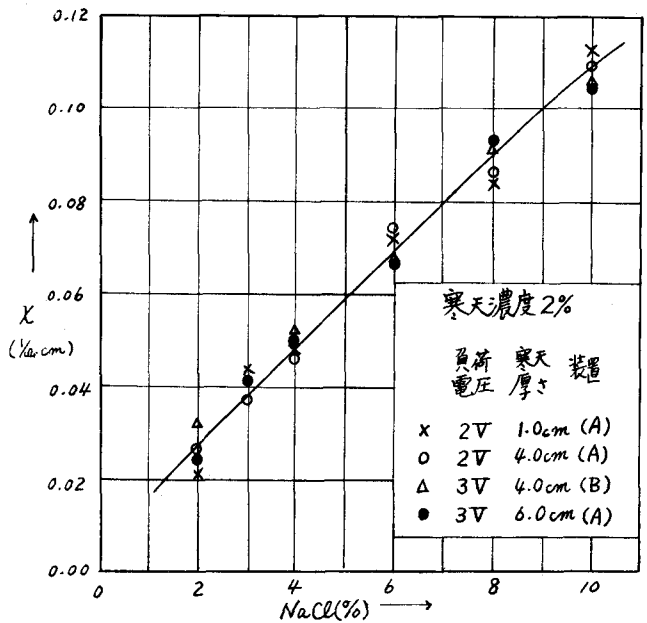


図-1 食塩濃度と比伝導度の関係

4. 実験

注水試験における注水の流れは放射流で軸対称であるから、解析にはその一部の $\Delta\theta$ の部分を取り出した実験を行なった。解析装置の概略は図-2に示すとうりである。通電性媒質としては4.0%の食塩濃度の寒天濃度2%のものを使用した。本実験で対象とするような自由水面を有する流れは自由水面上の水頭は位置の水頭だけである。したがって、基準面からの任意の高さの点はその点の位置の水頭に対応している電圧になっている点で切断する。同様の操作をくり返し真の自由水面を決定する。なお縮尺は $1/50$ として考えた。

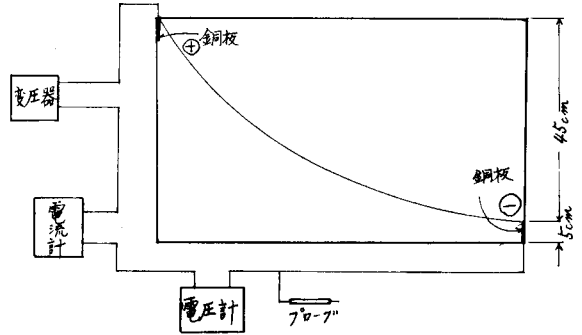


図-2 解析装置概略図

5. 実験結果

解析にあたって実際の水頭 h_p と模型の電圧 E_m との関係は $E_m(\text{volt}) = h_p(\text{m})$ とした。注水試験によって透水係数を求める計算式として次の式がある。

$$k = \frac{Q}{2\pi h} \left[\log_e \left\{ \frac{h}{r} + \sqrt{1 + \left(\frac{h}{r} \right)^2} \right\} - 1 \right] \dots (2)$$

ただし、 h : 試験孔内水深、 r : 試験孔の半径で $h \geq 10r$ および試験孔内水位と地下水位または不透水層との距離が試験孔内水深の3倍以上であること。

いま、 $\alpha = 50$ 、 $\gamma_m = 5.0 \text{ g/cm}^3$ として(1)式および(2)式から k/Q と h との関係を求めると図-3のようになる。これから h と k/Q の実験からの式として次のものを得る。

$$\log_{10} h = -0.572 \log_{10} \frac{k}{Q} - 0.190$$

6. あとがき

現在、種々の h_p の値について実験を行なっているが、これについては次の機会に報告したい。

参考文献：丹羽義次：浸透水の電気的計測について（土木学会誌35-7）

曾沢昭也：東京越道路における地中排水試験について（土木学会24回年次学

術講演集 Ⅲ-77）、U.S. Bureau of Reclamation, "Earth Manual"

Designation E-18.

④極板の長さ	$E_m(\text{volt})$	$\Delta I_m(\text{A})$	$\Delta\theta$	k/Q
5 cm	2.5 V	2.19×10^{-2}	0.124	0.091
5 "	2.5	1.64 "	0.103	0.101
11 "	5.5	10.70 "	0.121	0.018
11 "	5.5	9.55 "	0.120	0.020
15 "	7.5	13.76 "	0.121	0.014
15 "	7.5	11.55 "	0.116	0.016
20 "	10.0	25.48 "	0.136	0.0085
20 "	10.0	27.07 "	0.136	0.0080

表-1 実験結果

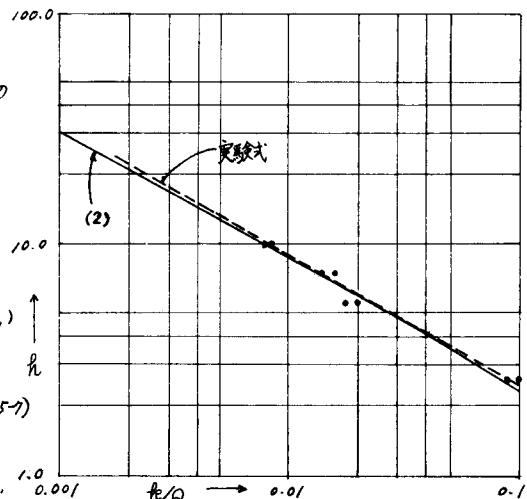


図-3