

愛知工業大学 正木村勝行

大根義男

伊藤孔一

1. まえがき

貯水池の建設によりダム取付け部の地山内には迂回浸透が起る。この種の浸透は3次元的に取扱わねばならないのであるが理論解を得ることはできないのでその解析は模型実験等によることになる。一方、2次元浸透流については限られた浸透領域についてではあるが多くの理論解が求まっている。ここでは迂回浸透の模型実験を行った結果と、この模型と類似の2次元浸透状態にあると考えられる2次元浸透の結果とを対比し、2次元流理論に修正を行なうことによって3次元浸透の諸量を推定することの検討を行なった。

浸透流量については2種類の模型の対比をした。また底面のポテンシャル、自由水面の測定および自由水面上の流線の観測も行なった。流線については近似式を求めてみた。

2. 実験装置および方法

実験装置の概略を図-1に示す。浸透媒質には2.5mm~5.0mmのガラス球を、流体には潤滑油を用いた。これらの組合せにより透水係数 $k=0.045 \text{ cm/sec}$ (24°C)に相当する浸透領域が得られる。

底面のポテンシャルは底板に直径約1.5mmの小孔のあるパイプを5cm間隔に設置しスタンドパイプに接続して読みとった。自由水面の位置はこれも5cm間隔にオイルゲージを上より浸透領域に差込むことにより測定した。流線については白色絵具を潤滑油で溶いたものを上流側に注入し、下流側に浸出した後、自由水面まで上部のガラス球を取り除いて観測した。

実験は①浸透流量の測定を行なう。下流側は8つの部分に仕切られているので各部分の流量が測定できる。②底面のポテンシャルおよび自由水面の測定を行なう。③流線の観測を行なう。以上の順序で止水壁の地山への浸入長さ S 、上流側水深 h_1 、下流側水深 h_2 の種々の組合せによる実験を行なった。

3. 浸透流量

図-2のような2次元の流れの系の理論解はSchwarz-Christoffelの定理による写像変換をすることによって得られる。この流れの系の単位奥行当りの理論浸透流量を Q とし、 Q を T/s および b/s をパラメータとして求めると図-3のようになる。ここで図-1と図-3とを対比して見て、奥行として $(h_1+h_2)/2$ を、 b 、 T 、 S および h は図-1と同一の値を用いたときの図-2の浸透流量を Q' とする。実験の浸透流量を Q_0 とし、表-1に Q' 、 Q_0 および Q_0/Q' の値を示す。表から Q_0/Q' の値は T 、 b 、 S 、 h_1 および h_2 の種々の組合せに係りなくほぼ一定になっていることがわかる。したがって図-1のような迂

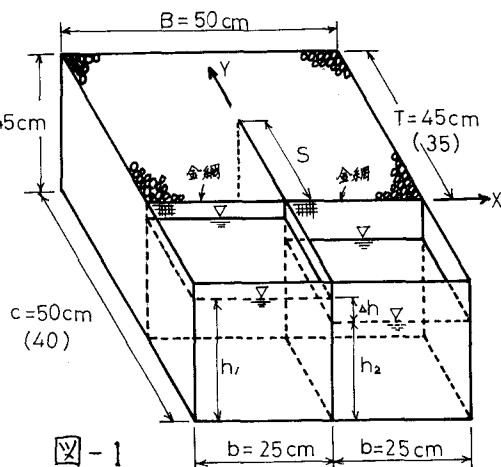


図-1

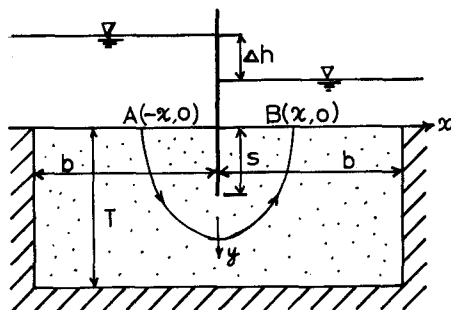


図-2

表-1

単位 cm, sec

R ₁	R ₂	Δh	b = 25 (cm), T = 45 (cm)												b = 25 (cm), T = 35 (cm)					
			S (cm)			10			20			30			5			15		
			Q ₀	Q'	Q ₀ /Q'	Q ₀	Q'	Q ₀ /Q'	Q ₀	Q'	Q ₀ /Q'	Q ₀	Q'	Q ₀ /Q'	Q ₀	Q'	Q ₀ /Q'	Q ₀	Q'	Q ₀ /Q'
10	0	10	2.225	2.057	1.082	1.764	1.589	1.110	0.950	0.908	1.046	0.817	0.740	1.104	2.212	2.055	1.076	1.211	1.150	1.053
15	5	10	4.042	3.944	1.025	3.067	2.945	1.041	1.794	1.782	1.007	1.417	1.420	0.999	3.828	3.805	1.006	2.310	2.314	0.998
20	0	20	7.817	7.846	0.996	6.425	6.061	1.060	3.430	3.444	0.990	2.900	2.825	1.027	7.953	7.840	1.014	4.387	4.332	1.013
25	5	20	11.313	11.558	0.979	8.833	8.723	1.013	5.433	5.356	1.014	4.150	4.170	0.995	11.318	11.123	1.018	6.773	6.765	1.001

回浸透の流量は図-2の2次元浸透流の理論浸透流量から近似的に求められることになる。

4. 底面のポテンシャル, 自由水面および自由水面上の流線

観測結果の一例を図-4に示す。底面のポテンシャル分布から底面上の流線を描くとY軸に対してほぼ対象であることがわかる。しかし自由水面上の観測流線については底面上よりは対象性に乏しいまでも、対象軸を考へるならば原点よりX軸の正の方向にズレている。しかもそのズレは内側の流線ほど大きい。今、 $b = 25\text{ cm}$, $T = 45\text{ cm}$; $R_1 = 25.5\text{ cm}$, $R_2 = 5.0\text{ cm}$ と固定し、 $S = 5, 10, 20, 30\text{ cm}$ と変えた4ケースについて検討してみる。まず流線の形を半楕円で近似する。楕円による近似が妥当であると思われる最小流入点を b_0 ($0.4b$)、その時の最大の軸のズレを x_0 ($0.16b$)とすると、流入点からである流線の軸のズレ x については

$$x = x_0(b-x')/(b-b_0) \quad (1)$$

l_x, l_y については

$$l_x = x + x' \quad (2)$$

$$l_y = T - (b - l_x)(3.00 - 0.0713S) \quad (3)$$

なる式が実験結果から得られる。したがって流線の近似式として

$$\frac{(X-x)^2}{l_x^2} + \frac{Y^2}{l_y^2} = 1 \quad (4)$$

が得られる。

5. あとがき

今後も R_1, R_2 ; b, T を変えた実験を行ない、広範囲に亘って適用できる流線の近似式を求めるつもりである。さらに、この流線の鉛直座標を推定することも残された問題である。

参考文献: 木村, 大根 (1976); ダム取付け部の迂回浸透に関する実験(I), 第11回土質工学研究発表会(1976)

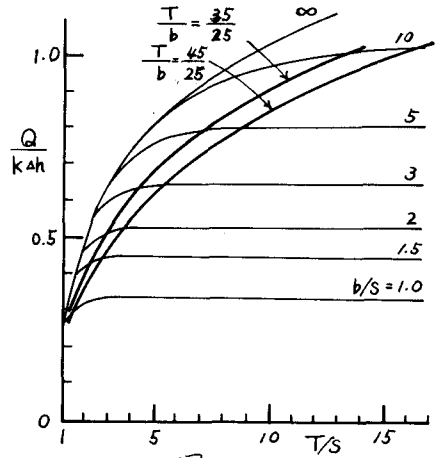


図-3

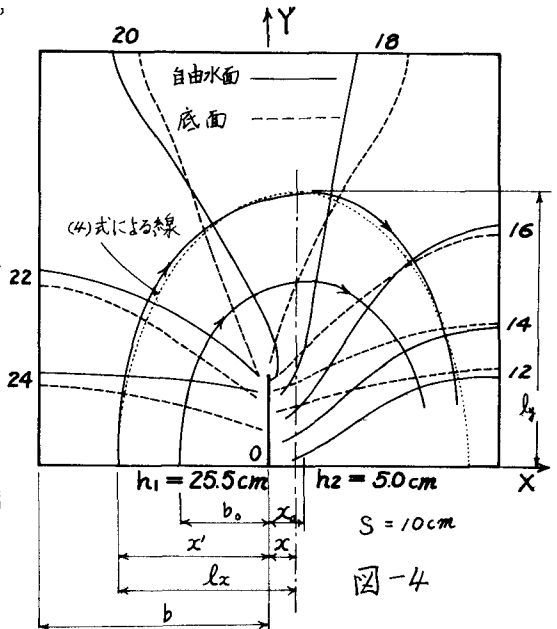


図-4