

潮汐振動による地下塩水くさびの挙動と塩分分散について (第一報)

大阪府立工高専 正員 佐藤 邦明

1-1 序

海岸付近の地下水は多孔体内の流体特性 (密度、粘性係数) の異なつた二流体 (淡水、塩水) の二液体流として取扱われるべきである。この現象は多孔体特性 (空けき率、粒径、空けき径) と多孔体の規模、形態、(帯水層の厚さ、不透水層の厚さ、等、) また、それぞれの流体に与えられる境界、初期条件の差異によつて多種、多様である。さらに、流体流に対するわれわれの観測立場によつて、たとえば、マクロ的に流体塊自体に着目し、二流体の内部境界面付近の分子拡散、分散を無視すれば、従来扱われたとき密度流、二流体流の概念が生ずる。場合によつてはこの内部境界面付近の流体の相互拡散、分散のみに注目して流れを論ずることもある。いずれにせよ、実験的には、装置の製作上、現象の再現上、あるいは、諸量の観測、測定上、流れのモデル化に不備を伴うこともあり、また、数学的に流れの満たすべき基本式を得ても、種種の条件の下で流れを検討することは限られた場合を除いて困難である。そこでこの研究において問題を、理論的にも、実用的にも、十分簡易化し系統的に追求しようとするものである。本報において特に、次報以後の指針とし流れの分類、問題点の集約を試みたい。

1-2 基本的考察

多孔体内の二流体流に関してその一般的な表現を流れの Pattern と多孔体の形態について表-1にかかけてある。まず、表中、(A) はマクロ的に流体のみに着目し、拡散、分散を考えず、二流体塊のみの挙動に観点をしぼつており、(B) は (A) を等閑視し、拡散、分散のみに注目している。さらに、(C) は多孔体のき何的條件から、塩界面境界が大気と接する自由水面を有する場合であり、(D) は多孔体のき何的形態から、論点となる両流体が大気と接していない場合である。(C)、(D) は理論的に同一であるが、取扱ひ上 分けて考えるのが妥当であると思う。また、力学的に (A) の (C)、(D) について、(1)、(2) ~ (6) までに分類して、かつ、(B) の (C)、(D) について、(7)、(8) ~ (12) までに分類して考察する。おのおの分類記号 (1) ~ (12) までの問題の従来の研究された業績の多少を同時にスターリスク (*) の数で大きづばに示しておいた。ここで注意したいのは分類 (5)、(6)、(11)、(12) の非定常という場合に浸透流について通常の意味の非定常でなく、準定常に近いということである。なお (1)、(2) 式におのおの (A)、(B) の基本式が示めされている。ある境界、初期条件、(3)、(4) 式の決定にあわせ問題を解決できることがある。表-1にはあくまで数学モデルを記述したものであり、現象の再現に帰する実験モデルには、サンドモデル、ヘルショウモデル等多数考察が可能であろう。著者は、表-1の中の (A)-(C)-(5) と (B)-(C)-(11) の場合について、今後研究を進める。もちろん、当面の二ケースについては他のケースとも密接な関連があるため、その都度該事項は論じられるであろう。

Table-1 Classification of Two-Liquid Flows				
Media Flows	(Isotropic) (C) Uniform Media	(Nonisotropic) (D) Non-Uniform Media	Symbols	
(A) Two-Liquid Flows (Interfaces:Non-Dispersive)	(1) ***	Static	(2)***	q ; Average velocity
	(2) **	Steady	(4)**	k ; Permeability to a Single fluid
	(5)	Unsteady	(6)	p ; Pressure
	$\left. \begin{aligned} q_1 &= -k(k_1/\mu_1)(grad.p_1 - g f_1) \\ q_2 &= -k(k_2/\mu_2)(grad.p_2 - g f_2) \\ n(f_1 s_1)_t + div.(f_1 q_1) &= 0 \\ n(f_2 s_2)_t + div.(f_2 q_2) &= 0 \\ p_2 - p_1 &= p_c(s_1) \\ f_1 &= f_1(n_1), f_2 = f_2(p_2) \\ k_1 &= k_1(s_1), k_2 = k_2(s_2) \\ s_1 + s_2 &= 1.0 \end{aligned} \right\} \begin{aligned} & \text{Initial,} \\ & \text{Boundary} \\ & \text{(1) Conditions...} \\ & \text{..(2)} \end{aligned}$		ρ ; Fluid density $k_{r,s}$; Relative Permeabilities g ; Gravity Acceleration n ; Porosity s ; Saturation Degree t ; time 1,2 ; Salt, Fresh water	
(B) Dispersive Flow (Interfaces:Non-Existence)	(7) ***	Static	(8) ***	C ; Concentration of Salt water
	(9) ***	Steady	(10)*	D ; Dispersion coefficient
	(11)	Unsteady	(12)	V ; Average intrinsic Velocity
	$\partial C/\partial t + V_i \cdot \partial C/\partial x_i = D_{ij} \cdot \frac{\partial^2 C}{\partial x_i \partial x_j} \quad (2)$ $i, j = 1, 2, 3 \text{ , (Summation Convention is used)}$ Initial, Boundary Conditions ... (4)		(Note; In general Dispersion Coefficient includes Molecular Diffusion Coefficient)	

1-3 潮汐振動と塩水くさびの挙動

まず、われわれは塩水くさびの時間的変形を Fig-1 のごとく大別し二ケースから考える。

Case 1 : $H_0 > h_0/2$, Case 2 : $H_0 < h_0/2$

この二ケースについてサンドモデルによつて実験を行なつた。結果については講演 当日詳しくのべる。

なお、この研究に際し、大阪大学工学部の 室田教授から示さ、指導、賜つた。記して謝意を表わしたい。

参考文献

1) J.Bear, D.Zaslavsky and S.Irmay, Physical Principles of Water Percolation and Seepage, Unesco, 1968, P.274

