

III-14 密度流の躍層の安定に関する研究

東京大学工学部助教授 嶋 祐之
○東京大学大学院学生 椎貝博美

密度流における躍層，あるいは境界面の安定に関してはすでに種々の研究がなされているが，ここでは単層取水，特に温水取水に関する予備実験として取水口，又は取水口附近の形状が取水の際に，境界面にどのような影響を与えるかということについて研究してみた。なおこの実験は1959年度のI.A.H.R.総会で発表された L'Écoulement sur Deversoir de Deux Liquides Superposés, de Densités Différentes : ALB SCHLAG, Belgie 中の実験と偶然ではあるが，類似した組のもののである。しかし一致しない点はいくつあり，

今上下二層に分れた密度差のある流体の内どちらか一方を，境界面を乱さずに取り出すことは工学上かなり応用の広い問題であって，冷却用水を得る為ならば下層取水となる。この下層取水に関してはM.I.Tその他で研究が行なわれている。農業用水などの場合ならば上層の水を安定に取り出すことができれば好都合である。このような問題は正確には三次元的に扱わなければならないが，ここでは研究の第一段階として二次元的に問題を扱う。従ってここにおける結果が三次元の場合に直ちに適用できるものとはいえない。

上層取水において上層の水だけを安定に取り出せない原因，つまり二層間に混合を生起させてしまう要因としては次の二つがあげられる。

1. 境界面を通じでの攪乱，又は拡散
2. 取水口附近での攪乱

2については取水口の形状がかなり影響を与えるものと考えられる。ただしこの度の実験においては使用した三種の取水口に関して明瞭な相違は認められなかった。更に2については流量によって右の三つの状態が考えられる。i)は境界面が安定に保たれたまま流出するもので下層の水も同時に流出する恐れがある。ii)は一種の内部ジャンプを生じて取水口附近で大きな攪乱を生ずる。iii)は最も安定な場合であって上層の水のみが安定に流出する。これはもちろん二次元の場合であって三次元の場合は他の状態の生ずることも考えられる。

実験の装置は図2に示すようなものである。Aの部分は50cm 平方の水槽であり，Bの部分は中10cmの水路である。取水口（以下簡単に堰という）はスチロール製のもので種々の形のものがつけかえられるようになっていす。

実験に用いた堰は図3に示す三種である。Aはii)の状態をなるべくおこさないような形

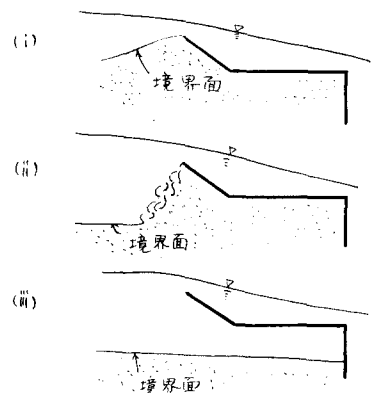


図 1.

である。Bは小さなスリットを設け、堰附近の攪乱を突出部の下に導くようにするものである。CはBのスリットを用いたもので、一般の矩形堰に最も近いものである。

密度の大きな水としては食塩水を用いた。温度による密度差の場合とは異なる点もあると思われるが、かなりの奥まで相似性も保たれるとも考えられる。

密度を測定するにはモール法による硝酸銀滴定によった。あらかじめ濃度と密度間の関係は測定しておいた。この方法はかなり時間を要するのであまり良い方法であるとはいえないが、精度はかなりよい。密度 ρ と規定度 N との関係は

$$\rho = 0.04167N + 0.9999 \quad (9^\circ\text{C})$$

である。

$Fr_c = U/\sqrt{g'h}$ U : 平均流速, h : 上層の厚さ, $g' = \frac{\Delta\rho}{\rho}g$, ρ : 上層の密度, $\Delta\rho$: 密度差, とすれば $Fr_c < 1$ であるとき二層間の混合がかなり少ないということは理論的にいわれている。実験においては水路内での Fr_c は急速に1より小になつて水路内での混入量は非常に少ない。大多數の混合は堰の附近で生ずる。にだしこの場合でも Fr_c と混入量との間にはある関係があるようである。(Keuleganによれば, 平均流速が関係する) いずれの堰においても $Fr_c \leq 0.4$ 以上混入はほとんど生じていない。堰の形状の混入量に及ぼす影響については例えは図4に示すように無次元表示してみれば, ほとんどの堰による相違はない。このような二次元の流れにおいてはここに用いたような堰の形状はあまり大きな影響を与えないものであろう。単に流況のみから判断すれば堰Bが非常に安定であるように見受けられるが, 総体としての混入量はほぼ同じであつた。この実験の解析はまだ完了してはいない。なおこの研究は文部省科学研究費によるものであることを附記しておく。

図2

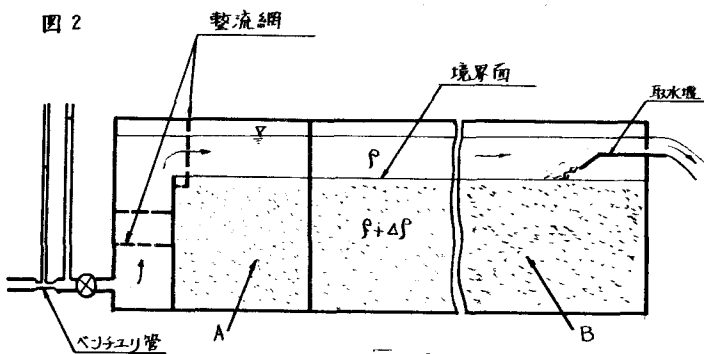


図3

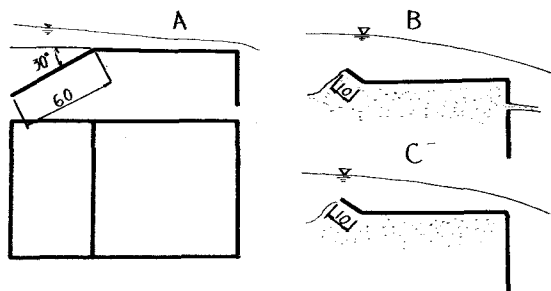


図4

