

(II-106) 塩水くさびの先端部の挙動と混合

宇都宮大学 学生員 鳥部敏文
宇都宮大学 フェロー員 須賀堯三
宇都宮大学 正 員 池田裕一

1.はじめに 一般に中間層は内部ジャンプ渦、連行、内部波による伝播と混合、先端渦などの影響を受ける。その現象のうち内部ジャンプ渦、連行の現象に着目した実験は行われているが、先端渦が中間層にどのような影響を及ぼすかについて取り扱った研究は行われていない。中間層の形成について土研で行われた実験結果を整理したところ、先端部の挙動によって形成される中間層が全体の半分以上を形成する⁽¹⁾という結果を得た。そこで本研究では、先端部の挙動を実験より明らかにするとともに、その挙動が中間層に及ぼす影響についての検討を行うことにした。

2.実験装置および方法

今回の報告では図-1に示される実験水路で行った。実験水路は長さ300cm、幅7cm、高さ20cmの透明アクリルの矩形断面である。塩水くさびは温・冷水を用いることで再現した。実験において内部ジャンプ渦の影響を未然に防ぐため、海部に針金を立てた。

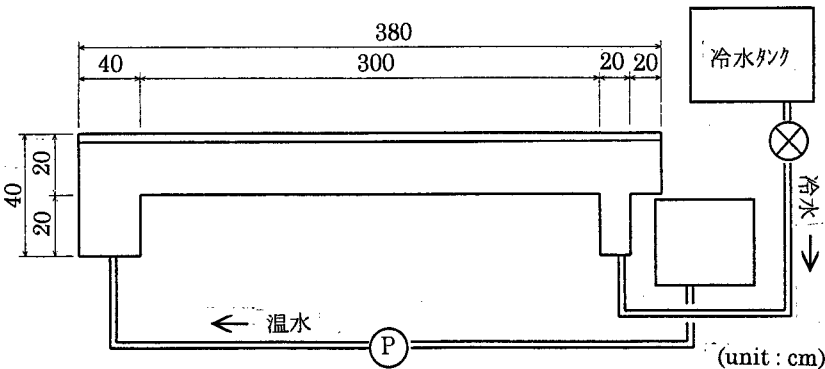


図-1 実験水路

表-1 実験条件

実験条件は表-1に示す通りである。なお下層の水温は4℃で行われている。まずは手始めに上下層の密度の違いによる先端部の挙動の違いを観察するため、上層の温度を20、25、30℃の3通りで行い、くさび長が一定のときの先端部の挙動を流下方向・鉛直方向の2次元で観察し、先端部の挙動をVTRで撮影をした。

実験 CASE	上層水 温(℃)	下層水 温(℃)	くさび 長(cm)	全水深 (cm)	上層流量 (cm ³ /s)	下層流量 (cm ³ /s)
1	20	4	230	17.3	289	56
2	20	4	230	17.0	319	55
3	20	4	235	17.4	317	40
4	25	4	255	17.3	298	14
5	30	4	253	17.5	311	5

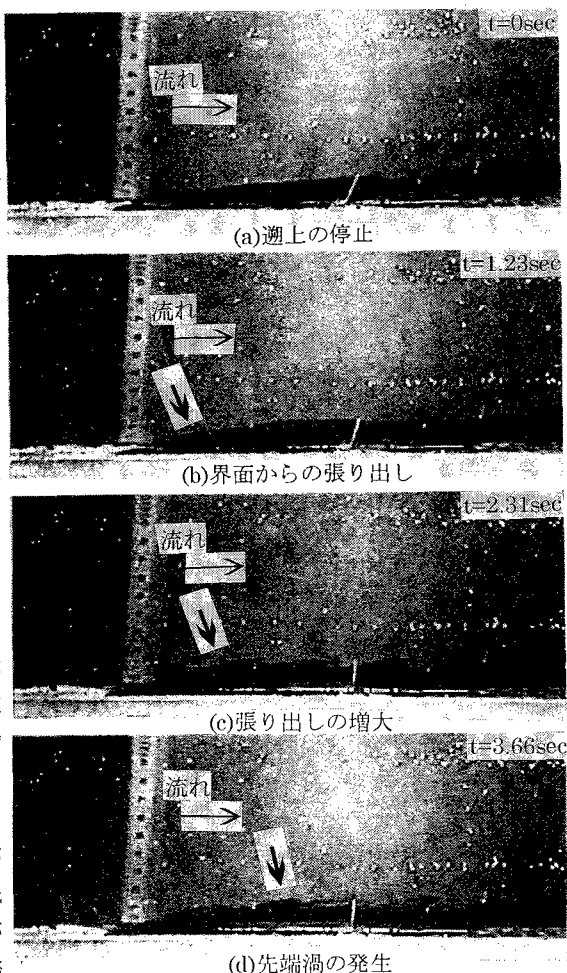
3.実験結果ならびに考察 図-2は実験で観察された先端部の挙動を示した。まずゆっくりと遡上している塩水くさびの遡上が停止する(図-2(a)参照)。遡上が停止した塩水くさびは先端部から張り出し(図-2(b)参照)、下流に向かって徐々に厚くなる。この張り出しの厚さが塩水くさび先端から5~10cmで下層厚と中間層の和が2~3cmのとき、0.58cm程度の波高の波が発生する(図-2(c)参照)。その周期は2~3秒で発生しているのが観察された。発生した波はやがて砕波し、波高より2~3倍の高さを有するリボン状の渦即ち先端渦となり、下流に向かって発達する現象が観察された(図-2(d)参照)。この先端渦の発生は間欠的であり、発生する位置や規模も不規則なものであった。ただしその挙動のほとんどが界面を這うような形で発生しており、先端渦と界面での流速差によって発生する集中渦が塩水くさびの中間部付近まで存在する場合があることを確認した。また、なかには水面に向かって下層水塊が上昇する場合も

確認されており、これは先端渦の発生と塩水くさび先端部付近に発生するバーストによって発生すると思われる。また上下層に温度差を付けた場合において、とりわけ大きな変化を見ることが出来なかったが、上層温度が高くなるにしたがい、張り出し部の厚さは先端から 5~10cm のところで 0.58cm(20°C)、0.7cm(25°C)、1cm(30°C)と厚くなっていく傾向が見られた。これは①密度差の増加に伴い界面安定限界が増加したため、②先端部における相対速度が小さいためだと考えらるが、これらについては実験条件を変えて観察して行く必要がある。

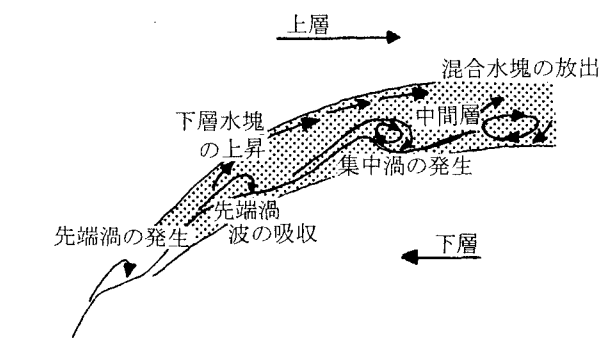
先端部の挙動が中間層に与える影響について図一3に示すような現象を見ることが出来た。先端渦は、先端渦発生前に発生した波や、小規模な先端渦を吸収しながら増大する。増大した渦は、内部波の影響を受けない領域から、周囲に混合水を放出しながら減衰し始める。今回の実験では集中渦は 40cm まで存在するものが確認されるものがあり、減衰する間、先端部で生成された中間層厚を持続させる作用もある。また先端渦を形成せず上層に残った下層水塊が周囲の密度を増加させるといった現象も見られた。

4. おわりに 本研究では、先端部の挙動とそれが中間層に与える影響について検討を行ったが、先端部の界面は、上層での乱れや水路床での凹凸が影響すると考えられる。今後、これらのことを踏まえて実験条件に変化を与えながら、先端部の挙動や、先端渦によって発生する集中渦等に着目した検討を行い、先端渦が中間層に及ぼす影響について考察を進めていく予定である。

参考文献 (1)鳥部、須賀、池田「塩水くさびの中間層について」、第23回関東支部技術発表会講演概要集、1996年3月(2)田城、吉田、米谷「成層密度流における界面波の発生機構」、第27回水理講演会論文集、1983年2月(3)須賀、高橋「塩水くさびの先端渦による混合」、第26回水理講演会論文集、1982年2月(4)管、北岸、井上、伊藤「せん断密度流界面における大規模渦の役割について」、第23回関東支部技術発表会講演概要集、1996年3月



図一2 CASE-2における先端部の挙動



図一3 先端渦が中間層に及ぼす影響