

宇都宮大学 学生員 ○遠藤寛之

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

塩水くさびの中間層は、二層流の上・下層の間に存在しており、密度が上下層の中間で明確に変化している層のことである。一般に直線・2次元水路の中間層の性状を定める要因として内部ジャンプ渦、先端渦、連行、内部波による伝播と混合、拡散および非定常に基づく貯留等がある。これら現象のうち内部ジャンプ渦、混合現象および連行などに着目した研究は行われているが、先端部の挙動に着目した実験は少ない。その中で大規模実験施設を用いて行われた塩水くさび実験において、くさび先端部における混合が中間層形成に相当大きな影響を持っていることが指摘されている⁽¹⁾ののだが、昨年の研究では小型の実験水路内において塩水くさび流れを再現し、その先端部における挙動に着目した実験を行い、その混合現象が中間層に与える影響について実験を行った⁽²⁾。本研究ではこの実験装置を使い、引き続き塩水くさびの先端部における挙動に着目した実験を行っていく。

2. 実験概要及び実験方法

この実験は、塩水くさびの先端部における現象の挙動に着目して行うわけだが、特に先端渦に限定し、それが変化した場合中間層にどのような影響が出るかを見る。そこで図-3のように、シルの前面に渦の発生を押さえる効果のある突起物を付け、渦の発生回数をコントロールすることにした。突起物を付ける前を case1, 後を case2 とする。その効果については、表-1に示す通りである。渦が減少する理由として、突起物によって流れに小さな乱れが生じ、その小さな乱れが渦の形成の障害になっているということや、突起物が粗度となりシル付近の流速分布に変化が生じたことなどが考えられる。突起物は直径 5mm 程度の半球状の粘土で、シルに縦に5列、横に4行取り付ける。

実験は図-1に示す長さ300cm×幅7cm×高さ20cmの亚克力製長方形断面水路で行った。塩水くさび流れは上下層に温度差をつけて密度差を生じさせることで再現した。可視化は下層水をウォーターブルーで着色し、さらに Shadow Graph の手法を組み合わせて行った。流況は流下方向・鉛直方向の2次元でVTRを用いて観察した。また、内部ジャンプ渦による混合水の河道内侵入を防ぐため下層流入口に針金を設置した状態での一定条件の下で実験を行い、内部ジャンプ渦の直接の効果を無視できるようにした。

上層温度 30℃, 下層温度 3.5℃, 上層流量 366.5cm³/sec, 下層流量 9.0cm³/sec, 水深 16.6cm の条件で実験を行い、シルの形状は 4cm×4cm の直角二等辺三角形断面のもので、下流から 180cm のところに設置して行った。密度分布の計測はシルから下流の方向へ 30cm のところで行った。

表-1

	case1	case2
発生数/min	39.2	27
渦の高さ(cm)	1.7	0.8

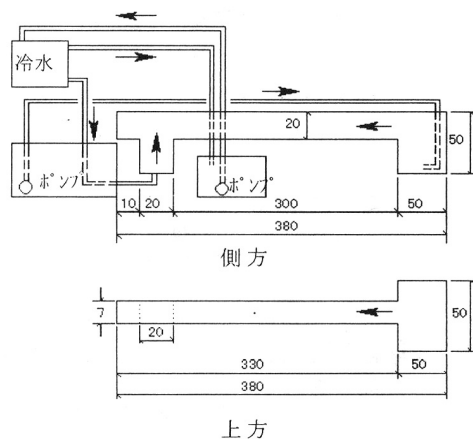


図-1 実験装置

key word : 塩水くさび, 中間層, 先端渦, 密度分布, 流速分布

連絡先 : 〒321-8585, 栃木県宇都宮市陽東 7-1-2, 宇都宮大学工学部 TEL : 028-689-6214, FAX : 028-689-6230

3. 実験結果及び考察

図-2 は突起物を付ける前の条件での実験の様子だが、先端渦によって下層水と上層水が混合されているのが分かる。先端渦によって生産された混合水塊は、上層の流れによって下流へと流れていく。この時、比較的良好に混ざっている部分については、そのまま下流へと流れていくが、よく混ざっていない部分については、再び下層へと戻っていく。上層の流れによって下層へと流されていく混合水塊は、波のようになっており、その周期は先端渦の影響を、強く受けていると考えられる。先端渦の発生周期は、ある程度の規則性はあるものの常に一定ではない。先端渦の発生が少なく非常に安定した状態と、渦の発生頻度が多く非常に乱れた状態が交互にやってくる。安定した状態のとき少しでも界面が乱れると、その乱れが乱れを呼んで増幅されていき、ある程度のところまでいくと、今度は収束へと向かっていく。これを繰り返しているわけだが、先端渦の発生にもある周期の波が存在するのではないかと考えられる。一方、図-3 では突起物により、先端渦の発生が押さえられているため、先端渦による混合現象があまり見られない。そのため case1 よりも、上層と下層の間の密度界面がはっきりしている。また、case1 と case2 では先端渦に違いがあるにもかかわらず、無流面の位置がほとんど変わらなかった。これは、先端渦が下層よりも上層の方により強く、影響を与えているためと思われる。

次に、この二つの case の密度分布を比較したグラフを図-4 に示す。この分布図は各高さでの温度の平均値より作図したものだが、結果は case1 の中間層厚が 10mm、case2 の中間層厚が 8mm、と 2mm 減っていた。流速分布では case1 と case2 の差がほとんど見られなかったが、中間層下端と無流面がほぼ等しい位置にあるなど、流速が急激に変化している点が、中間層とほぼ対応している事を確認する事が出来た。

4. おわりに

今回の実験ではデータと取る際に、塩水くさびの中間層が非常に不安定で薄いため、より正確なデータを取ることに注意を必要とした。今後は、これらのことを踏まえて実験を行っていく予定である。また、シルの形状を変えるなど、条件を変えて実験を行い、それについても実験的考察を行っていく予定である。

【参考文献】

- 1) 須賀堯三、高橋晃：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、pp495-500、1982.2
- 2) 鳥部敏文、須賀堯三、池田裕一：塩水くさび先端部の挙動が中間層に与える影響、第 25 回関東支部技術研究発表会講演概要集、pp350-351、1998.3



図-2 case1

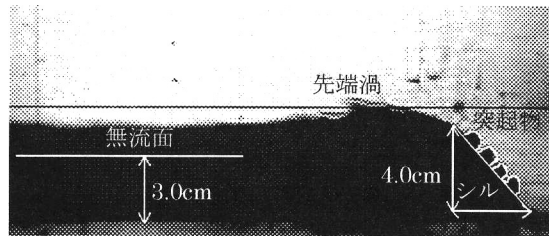


図-3 case2

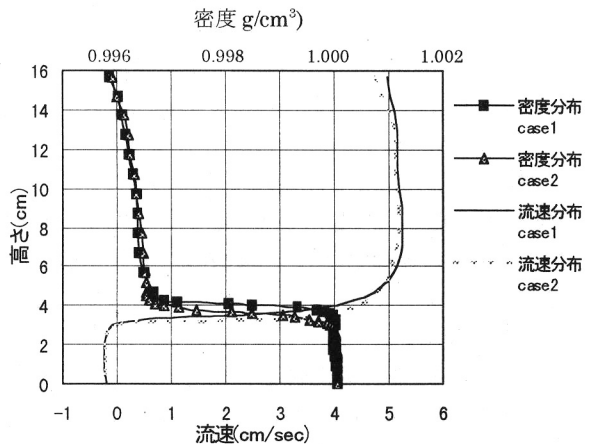


図-4 分布図