

II-350

塩水くさび先端部の挙動と中間層厚との関係

(株)横河工事 正会員 鳥部 敏文
 宇都宮大学 正会員 須賀 堯三
 宇都宮大学 正会員 池田 裕一

1. はじめに

塩水くさび先端部の先端渦の発生は間欠的で且つ発生位置が不規則である。また発生する渦は発生・移動・発達・減衰の過程を繰り返しており、全体として一つの渦域を形成する特異な領域である。先端部の挙動はその現象が複雑であるがゆえに未知のことが多い。小規模実験では非常に小さい現象であったため無視されていたが、大規模実験施設で行われた実験では、くさび先端部における混合現象が中間層の性状に相当大きな影響を持っていることが指摘されていることから⁽¹⁾、先端部の挙動を把握することは重要である。本研究は小型実験水路において先端部での挙動に着目した塩水くさびの実験を行い、現象の把握と中間層厚との関係について実験的考察を行う。

2. 実験方法および条件

実験装置としては、長さ 300cm、幅 7cm、高さ 20cm のアクリル製長方形断面水路を用いた。塩水くさびは上下層に温度差をつけることで再現した。可視化には、下層をウォーターブルーで着色すると同時に、Shadow Graph の手法を取り入れることで、先端部における挙動を捉えられるようにした。現象は流下方向・鉛直方向の 2 次元について VTR を用いながら観察し、流況につ

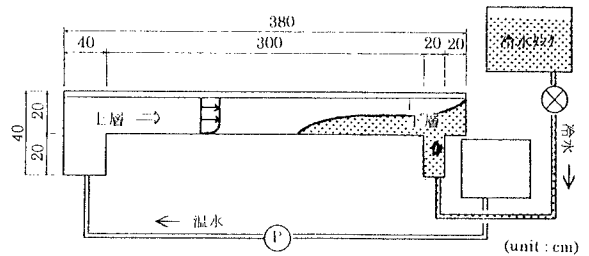


図-1 実験装置

いて再度観察できるようにした。下層水流入口では流速差によって内部ジャンプ渦に似た渦の発生が確認されており、その渦による混合水の河道内流入が考えられる。そこで下層水流入口に針金を設置することにより下層水流入口に乱れを生じさせ、渦の発生を未然に防ぎ、その影響を無視できるようにした。また、先端部における流況を把握するため、流れ方向の流速を計測した。

先端部の挙動の外部条件として、(1)密度差・流速および水深変化による影響、(2)底面摩擦による影響、(3)河床形状による影響が主な要因として考えられる。ここでは通常の流れ場のほかに、今回は河床形状の変化について、シルを設置することとした。これら実験条件は表-1 に示す通りである。

表-1 実験条件

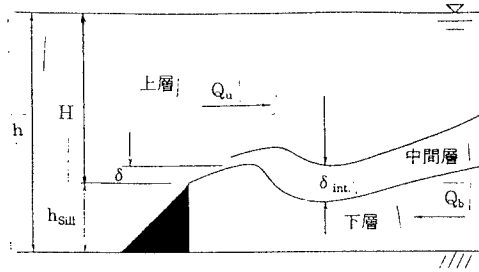
外部条件	流量(cm ³ /s)		温度(°C)		水深(cm)	くさび長(cm)	条件
	上層	下層	上層	下層			
通常の 流れ場	298~	5~40	20~	4	16.2~	100~	-
	361		30		17.5	250	
河床形状	361~	25~	22~	4	15.0~	235~	シル高さ (2.0, 2.5)
	524	74	28		16.2	273	

3. 実験結果ならびに考察

塩水くさび先端部で計測した流速分布から、中間層の流向はすべて流下方向であることから、内部ジャンプ渦による混合水塊の河道内侵入がない条件で実験は行われている。可視化の結果より、塩水くさび先端から張り出す界面の高さは、先端渦の強度や大きさと密接な関係にあることから、先端部での挙動によって形

Key Words: 塩水くさび、中間層、先端渦、張り出し高さ、

連絡先：〒321-0912 栃木県宇都宮市石井町 2753 TEL028-689-6214



図一 2 塩水くさび先端部の概略

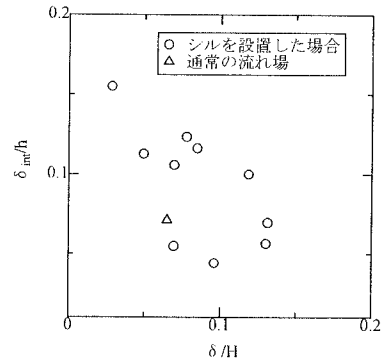
成される中間層は先端での界面の張り出しと関係があると考えられる。そこで界面の張り出しと中間層厚との関係について検討した。ここで、界面の張り出しは張り出し高さ δ で表わし、これは界面波発生直前と直後における界面位置差で表わしたものである。その結果、張り出し高さが大きくなるに従い中間層厚が小さくなる傾向が見られた（図一3 参照）。このことについて、まず外部条件を与えた時について考えてみる。外部条件を与えたときの挙動の変化について次のことを確認した。①密度差が大きくなるに従い界面の張り出しが大きくなる。②河床形状がある場合、界面波ならびに先端渦の発生は周期的になる。但し、 $F_b = (u/(\epsilon g \delta))^{1/2}$ との関係で見るとシルを設置した場合では、Jirka - Arita の提案した効果的接近流速を用いたものより、多少大きな値を示しているが提案式を再現しており（図一4 参照）、この結果より張り出し高さは密度・流速差の影響を強く受けることが考えられる。張り出し高さと界面の安定性を表わすパラメータとして密度フルード数およびクーリガン数を用いて、塩水くさび先端での現象について検討した。その結果、張り出し高さが大きくなるに従い密度フルード数が減少する（図一5 参照）のに対し、クーリガン数の場合では大きな変化が見られなかった（図一6 参照）。

4. まとめ

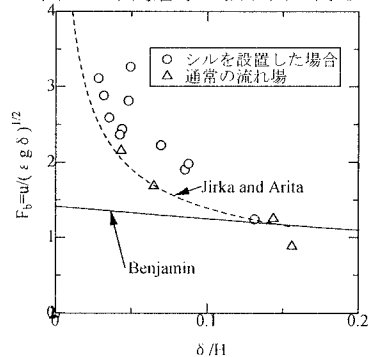
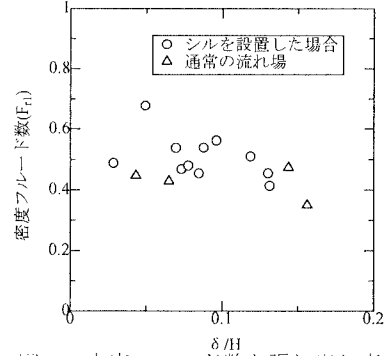
先端部で形成される中間層厚は張り出し高さの大きさによって変化する。張り出し高さの支配的要因として密度フルード数が考えられる。

【参考文献】

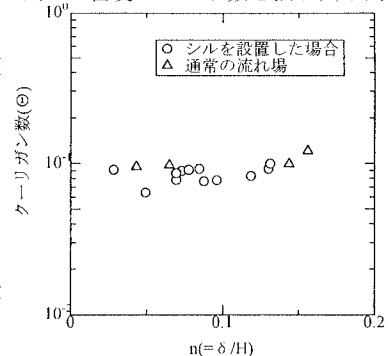
- (1)須賀、高橋：塩水くさびの先端渦による混合、第 26 回水理講演会論文集、p495-p500、1982.2(2)有田：塩水楔の制御法とその効果、第 32 回水理講演会論文集、p179-p184、1982.2(3)有田、古谷：塩水勾くさび遡上防止法に関する研究、第 40 回水工学論文集、p511-p516、1996.2



図一 3 中間層厚と張り出し高さ

図一 4 F_b と張り出し高さ

図一 5 密度フルード数と張り出し高さ



図一 6 クーリガン数と中間層厚