

II-266

塩水くさびの中間層の性状について

宇都宮大学 学員 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 塩水くさびの中間層は、内部摩擦、連行および混合形態の遷移現象等を把握するために重要であるが、研究は不十分である。中間層の発達には内部ジャンプ渦と、先端渦および連行等に関係するのでここでは定常流・非定常流に関する中間層について、建設省土木研究所で行われた完結した塩水くさびに関する実験の資料を基に、2、3の考察を行った。

2 中間層の形成の要因 中間層の定義として、下層濃度に対して20%の位置を中間層上端、90%の位置を中間層下端とした。中間層の形成の要因として次の項目をあげることができる。①連行、②内部波の伝播と混合、③中間層内の乱れによる混合、④先端渦による混合水塊の上下層流入、⑤内部ジャンプ渦による混合水塊の中間層流入と下層流入水塊の浮上、⑥河道内部渦による混合。①、②の現象については多く取り扱われているが、③～⑥については未解決な点が多い。ここでは④と①について検討を行う。

3 実験資料 塩水くさびの実験は、長さ100m、幅80cmの水路で行われた。なお、非定常流の実験に関しては、11m～18mにおいて狭窄部を設置し強制的に内部ジャンプ渦を発生させることにより、主として先端渦と連行作用のみで考察できるようにしている。実験条件は表-1に示す通りである。

4 考察

4.1 定常流について 図-1は定常流での各地点における流速・濃度分布の一例である。これより次のことが分かる。

①中間層厚は下流ほど大きい。また中間層内の塩分量も下流ほど大きい。中間層内では順流であるから内部ジャンプ渦による混合水塊の流入は無視できるほどで、塩分は主として連行および先端渦により供給されていることが分かる。図-2に示す中間層厚の縦断変化の傾向から、内部フルード数やクーリガン数の増加とともに中間層厚が増加する傾向を見ることができるが、その程度はそれ以外の現象によるものと同程度であり、先端部の効果はかなりあることが分かる。

②無流面は、先端部と末端部と除く中間部

表-1 実験条件

定常流

実験 case	水深 cm	淡水流量 l/s	下層密度 g/cm ³	くさび長 m
B-1	50.15	20	1.006	65.87
B-2	61.17	40	1.006	18.76
B-3	78.53	60	1.005	12.66
B-4	70.15	40	1.005	49.25
B-5	49.95	30	1.010	59.30
B-6	59.65	50	1.010	39.60
B-7	64.18	60	1.010	15.69
B-8	49.47	40	1.030	45.30
b-1	40.40	20	1.007	26.28
b-2	50.96	30	1.006	23.59
b-3	63.10	40	1.005	18.88
b-4	70.49	50	1.005	7.40
b-5	40.78	30	1.012	23.31
b-6	54.99	40	1.011	48.98
b-7	60.16	45	1.011	64.83
b-8	70.20	60	1.115	68.38
b-9	38.10	20	1.010	52.22
b-10	42.20	40	1.031	73.56

非定常流

実験 case	水深 cm	変動量 cm	淡水流量 l/s	下層密度 g/cm ³	周期 min	計測時間 min
1	55	5	10	1.005	60	210
2	55	5	15	1.005	20	70

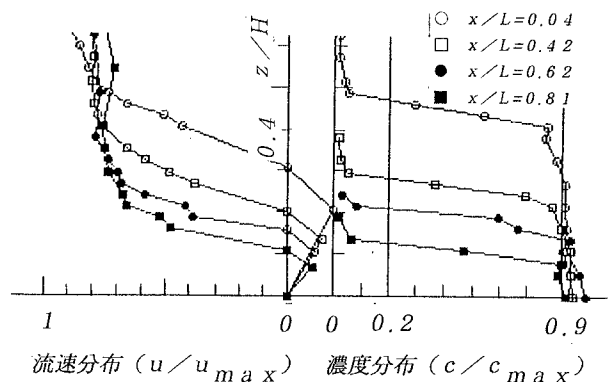


図-1 定常流における流速・濃度分布

において中間層下端と一致している。なお密度が上下層でそれぞれ一定の理想的な塩水くさびの場合には無流面の位置は下層の2/3あたりにくると言われているが、中間層の存在はこの現象を基本的に変えている。

③末端部において無流面が中間層内に食い込んでいるが、これは内部ジャンプ渦による混合水塊が下層を通じて塩水くさび内に侵入し、末端部で浮上し付着するためである。先端部では、先端渦による混合が顕著な現象であり、混合水塊は上層、下層に侵入する。また逆混合もわずかではあるが存在する。下層においては縦拡散により下層密度の勾配が生じる。

4. 2 非定常流について 無流面の位置や、中間層厚は、水位変動とともに変化している。図一3は各実験ケースにおける水位、下層水深、半くさび長およびくさび中央付近の中間層厚を示した。これより次のことが分かる。

①2つの実験において無流面の位置は、水位上昇時において中間層内に無流面が食い込み、中間層下端位置と一致しない。これは下層流量が増加することによる。水位低下時においては下層流速 u_2 は小さくなり中間層下端と無流面とはよく一致している。

②くさび長は、長周期のとき水位変動曲線との時差があり、この範囲では平衡状態にはない。また短周期ではくさび長は一定値に近づいている。ただし下層水深は時間毎に変化する。

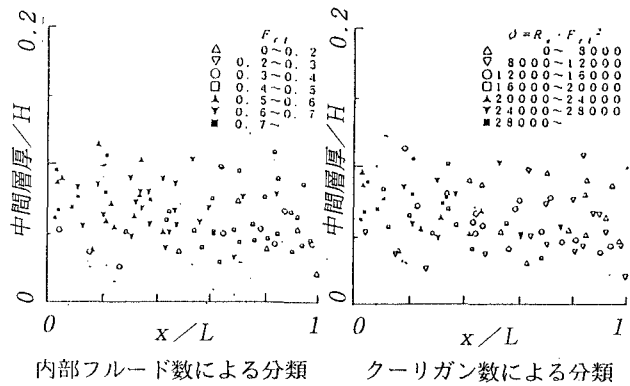
③中間層厚は、短周期のほうが長周期よりも厚い。短周期では、先端位置がゆっくり遡上し、先端渦が発達する事で中間層が厚くなるからである。

④中間層厚を縦断方向で見ると、急激な変化はない。

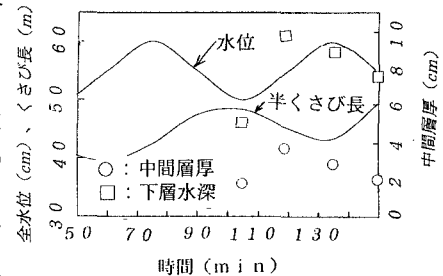
6 おわりに 塩水くさびの中間層の性状に関して定常流の場合中間部において中間層下端は無流面と一致しているが、非定常流では下層流速の効果が現れる。そして、中間層内の流速が順流の場合には中間層厚は先端渦による混合の影響を強く受けることが明らかになった。

参考文献

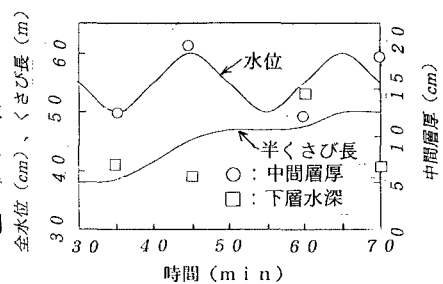
- (1) 須賀堯三：感潮河川の塩水くさびの水理Ⅰ～Ⅳ、土研資料160号、1983年



図一2 中間層厚と距離との関係



長周期の場合 ($T=60min$)



短周期の場合 ($T=20min$)

図一3 中間層厚とくさび長の時間変動