

II - 4

複断面水路における密度流の混合過程の可視化

東北大学工学部	学生員	○神山	尚人
八戸工業高専	正会員	藤原	広和
東北大学工学部	正会員	澤本	正樹

§ 1. はじめに：複断面密度流の塩水遡上時において、その水深の違いから低水路と高水数間で流速差を生じ、その流速差により水平及び鉛直方向の混合を生ずる。単断面における支配条件は水深と幅の二つだが、複断面になると低水路・高水数水深、低水路・高水数幅と支配条件が増え、それに伴い流れや混合の機構も複雑化する。しかし、単断面に比べて複断面密度流の研究はあまり行われていない。また、弱・緩・強混合の内強・緩混合に関する研究も少ない。そこで複断面水路での実験を行い上面、側面からの撮影を行い、複断面水路の混合過程について考察した。

§ 2. 実験装置及び実験方法：実験装置図、水路断面図及び水路条件を図-1, 2、表-1に示す。塩水槽（海）と淡水槽（汽水湖）とを高瀬川をモデルとした複断面水路でつなぎ、ゲート操作を行い再現した満潮移行時の塩水遡上の密度流混合過程をカメラ（Nikon F-3）で撮影する。なお、淡水には水道水を、塩水には水道水に食塩を混ぜ相対密度差を0.002にしたものに蛍光染料のウラン（フルオレセインナトリウム）を混入して使用した。また、撮影時の照明はブラックライトのみで他の光は照射されないようにし、撮影ポイントは図-1に示したポイント1, 2の2点（ $X=1720, 3080$ mm ただし塩水槽側水路端を $X=0$ とする）で上面、側面各2点の計4点とした。ゲート操作は表-1に示した時間で行い淡水位は越流堰で塩水位の増加分は越流堰で、減少分はタンクからポンプで補給した。

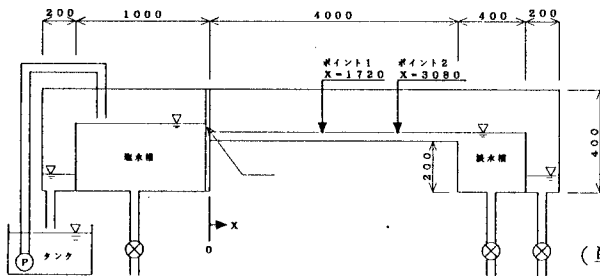


図-1 実験装置図

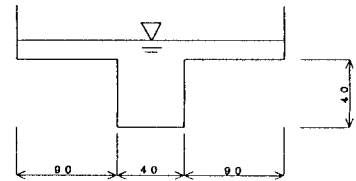


図-2 水路断面図

§ 3. 結果及び考察：弱混合においてはフロントはただくさび状に進入・遡上するのに対し、強混合では低水路フロントは最初先端で渦を巻いているが塩水位が増すにつれ、フロント流速も増し渦が乱れて最終的には崩壊してしまった。そして低水路密度フロント先端は、密度成層を崩壊しながら混合を行っていることが観察された。このため、崩壊前の混合状態より崩壊後の混合状態の方がより強い混合状態にあるといえる。また、低水路・高水数間の流速差により低水路から高水数に向かう流れおよび高水数から低水路に向かう流れがあり、前者の流れにより高水数上での混合・拡散が促進されていることも観察された。図-3～6を見るとその様子が分かるが高水数への広がりが高水数フロント部で始まりCASE1（図-3, 4）では曲線的なのに対しCASE2（図-5, 6）では直線的に狭くなっている。この上面からの写真はある意味で擬似的な流速分布を表していて、ポイント1（図-3, 5）からポイント2（図-4, 6）へ移ると塩水の高水数への拡散部境界とX軸のなす角は狭くなっているのが分かる。これは塩水位が増し流速が速くなったためである。そして塩水は高水数上に拡散しながら前進してきているのがわかる、そして高水数への拡散が始まる付近から内部波が発生しだす。この内部波は波高が2～3ミリとかなり小さく波速は低水路フロント速度よりも早かったがこの内部波により低水路から高水数への塩水のはいあがりがなされていた。

§ 4. まとめ：混合を考慮した密度流において、単断面と複断面の決定的な相違は大きな流速差の存在および流速分布の連続・非連続性である。今回は現象に視点を置き現象の把握につとめた。今後はこれをよくふまえて定量的なものを考え又それが実際の感潮河川の実測データにどのように適用できるかを検討していきたい。

参考文献：沿岸海洋学（柳 哲雄）；恒星社厚生閣、河口域のロック周辺における密度流の構造（和田 清・Harry Yeh）；海岸工学論文集第41巻（1）1994.p311～315

表-1 水理条件

CASE	淡水深 (cm)	塩水深 (cm)	水位差 (cm)	相対密度差	ゲート操作 時間(SEC)	断面平均 流速(cm/s)	レイノルズ数 Re	密度フルード数 Fi
CASE 1	4.88	5.15	0.27	0.002	167	2.63	418	1.39
CASE 2	4.80	5.26	0.46	0.002	216	5.15	827	2.71

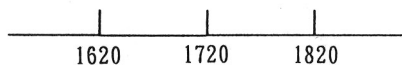
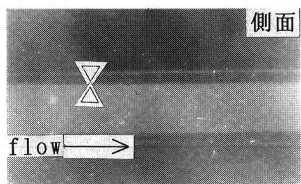
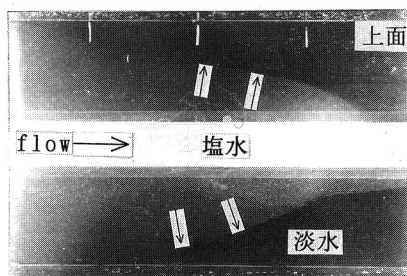


図-3 CASE1:POINT1

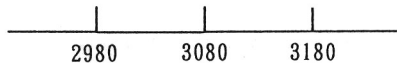
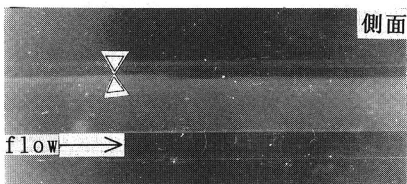
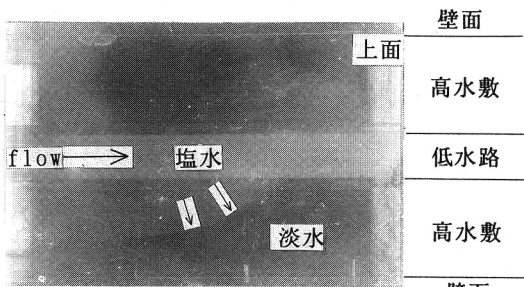


図-4 CASE1:POINT2

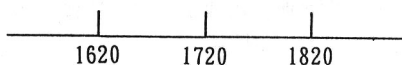
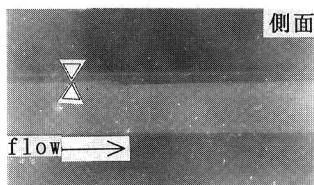
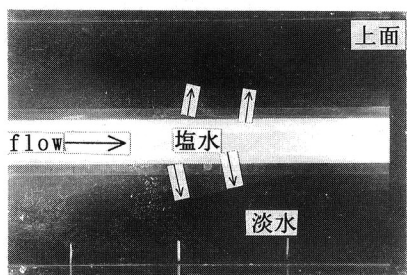


図-5 CASE2:POINT1

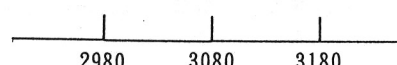
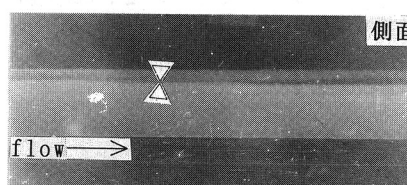
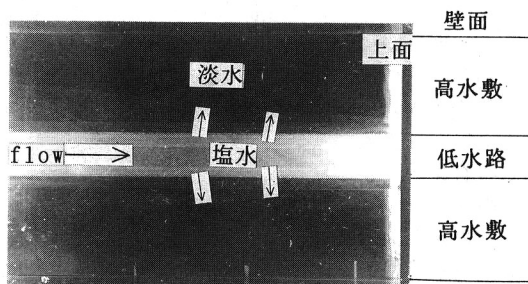


図-6 CASE2:POINT2

(単位 mm)