

## II-22

### 狭窄部が存在する複断面水路の塩水混合に関する実験

八戸高専 学生員○成田 好亮  
八戸高専 正会員 藤原 広和  
八戸高専 学生員 福澤 綾太

#### 1. はじめに

青森県東南部に位置する高瀬川は汽水湖である小川原湖と太平洋を結ぶ感潮河川である。著者らは河道が複断面であり、河口部には狭窄部が存在することに着目して、狭窄部の存在しない場合の複断面水路密度流の混合特性<sup>1)</sup>と狭窄部が存在する場合の複断面水路密度流の混合特性の比較を行った。

#### 2. 実験装置および方法

実験水路の概略図を図-1に示す。この複断面水路の断面は高瀬川の河床地形を参考にしており、縦断方向に $x=170\text{cm}$ の位置に狭窄部を設け、両端には小川原湖と太平洋に相当する淡水槽と塩水槽が設置されている。塩水槽と水路の境界はゲートになっており、ゲートを開ける速度を調節することにより擬似的に潮汐を与えた<sup>1)</sup>。淡水には水道水、塩水は水道水に食塩を溶かしたものを用い、塩淡水の相対密度差を0.002に調節して使用した。実験条件を表-1に示す。CASE1,CASE2は複断面水路に狭窄部が存在しない場合<sup>1)</sup>で、CASE7,CASE8は複断面水路に狭窄部が存在する場合である。今回はCASE7,CASE8について実験した。CASE7はCASE1の狭窄部が存在する場合であり、CASE8はCASE2の狭窄部が存在する場合である。塩分濃度の測定には導電率計(KENEK MK-203, MKTS-50-04)を使用した。表面流速はパンチズを用いて $x$ 方向の表面流速をビデオカメラで撮影し求めた。塩水槽のゲート位置から淡水槽方向を $x$ 、水路幅方向に水路中心軸からの距離を $y$ とする。塩分濃度の測定位置は縦断方向に $x=365\text{cm}$ 断面、表面流速の測定位置は縦断方向に $x=315\text{cm}$ 断面で、塩分濃度の横断面測定位置は図-1(e)のNo.1~No.8である。

#### 3. 実験結果および考察

ここでは複断面水路の狭窄部が存在するとき(CASE7,CASE8)と狭窄部が存在しないとき(CASE1,CASE2)を比較した結果について述べる。

(1) 流速および塩素イオン濃度比の時系列について 図-2は、表面流速および塩素イオン濃度比(CASE1,CASE2,CASE7,CASE8)の時系列である(塩水槽の初期濃度を1としている)。ここで、塩素イオン濃度比の時系列をみる

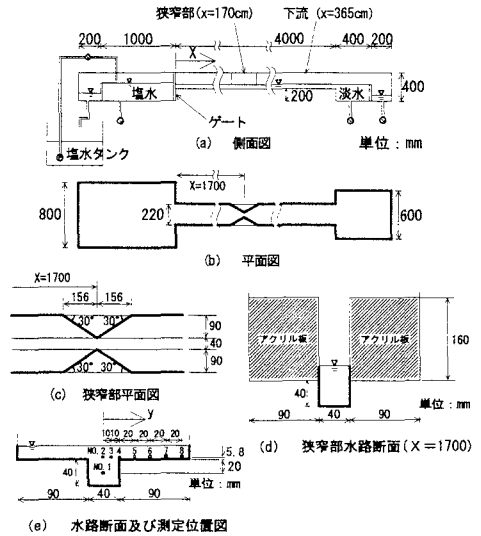


図-1 実験水路の概略図

表-1 実験条件

| CASE  | 淡水槽<br>h | 塩水槽<br>h | 水位差<br>$\Delta h$<br>(cm) | 相対密度差<br>$\Delta \rho / \rho$ | ゲート操作<br>時間(sec)<br>$\Delta T$ | 水路断面形状 |
|-------|----------|----------|---------------------------|-------------------------------|--------------------------------|--------|
| CASE1 | 4.88     | 5.15     | 0.27                      | 0.002                         | 167                            | 複断面    |
| CASE2 | 4.80     | 5.26     | 0.46                      | 0.002                         | 216                            | 狭窄部なし  |
| CASE7 | 4.88     | 5.15     | 0.27                      | 0.002                         | 187                            | 複断面    |
| CASE8 | 4.80     | 5.26     | 0.46                      | 0.002                         | 216                            | 狭窄部あり  |

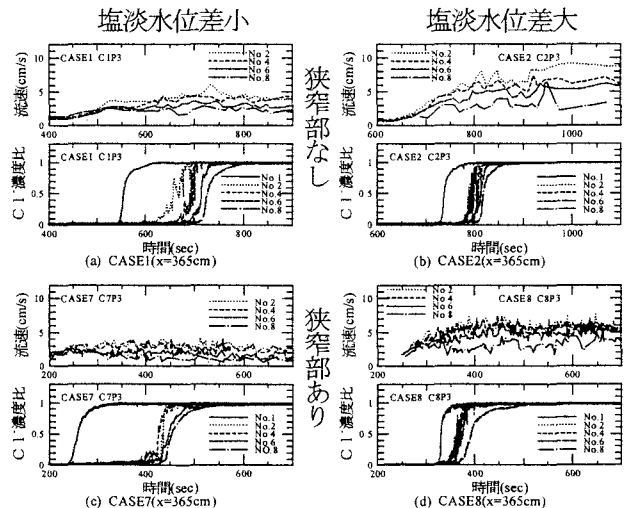


図-2 表面流速および $C1^-$ 濃度比の時系列

と、低水路では比較的滑らかに最低濃度から最大濃度まで達する。それに比べて水路中央付近上層の乱れが大きくなる傾向がある。狭窄部を設けたときも同じような傾向があるが CASE1 に比べ、CASE7 の No.1 と No.2 の塩分変化の間の時間に大きな差が見られる。しかし、逆に CASE2 に比べ、CASE8 の No.1 と No.2 の塩分変化の間の時間差は小さい。これは、(4) で後述する混合過程の違いにより、狭窄部を設けると混合は流速の影響を大きく受けるため、CASE7 は流速が小さいので No.2 が遅れて混合し、CASE8 は流速が大きいため No.2 が速く混合する。また、各 CASE の塩分変化時の乱れを比較するため、塩分変化時の分散を比較してみると、平均値で CASE1 は  $1.68 \times 10^{-6}$ 、CASE2 は  $2.34 \times 10^{-6}$ 、CASE7 は  $9.37 \times 10^{-7}$ 、CASE8 は  $1.53 \times 10^{-6}$  となった。狭窄部が存在しない方、流速が大きいが方が塩分変化時の乱れは大きくなる。

(2) 表面流速の分布の比較 図-3 は塩分濃度変化時における x 方向の表面流速  $u$  (CASE1, CASE2, CASE7, CASE8) の分布、図-4 は濃度変化時の表面流速勾配の分布である。図-3 より、狭窄部が存在する場合の表面流速は、狭窄部が存在しない場合の流速より全体的に小さい。また、表面流速は水路中央で大きく、側壁に近づくにつれ徐々に小さくなる傾向がある。図-4 より、流速勾配は低水路から高水敷の境界部で大きくなる傾向を示している。また、CASE1, 2 では  $y = 6 \text{ cm}$  の所で小さく、 $y = 9 \text{ cm}$  壁面付近で大きくなる傾向がある。CASE7 は高水敷上でほぼ一定の勾配となった。CASE8 は高水敷上で  $y = 6 \text{ cm}$  の所で大きく、 $y = 9 \text{ cm}$  壁面付近で小さくなった。狭窄部によって生じた渦が流速勾配に影響を与えていることがわかる。

(3) 混合スケールについて 塩素イオン濃度比が 0.05~0.90 に変化する時間と変化時の表面流速  $u$  との積をフロント長さとし、その分布を図-5 に示す。フロント長さは  $y = 2 \text{ cm}$  の所で大きく、 $y = 6 \text{ cm}$ 、CASE8 を除いた  $y = 10 \text{ cm}$  のところで、小さくなる傾向がある。CASE8 の壁面近くを除けば、高水敷上では、フロント長さに大きな変化はない。フロント長さの断面平均値は CASE1 で 173.9cm、CASE2 で 169.0cm、CASE7 で 137.1cm、CASE8 で 200.3cm となった。狭窄部を設けない場合、流速の大小により混合量に差はほとんどないが、狭窄部を設けた場合、流速の大小により混合量に差が生じる。つまり、狭窄部を設けることによって流速が混合に与える影響が大きくなる。

(4) 可視化による混合過程の比較 写真-1 は狭窄部によって生じる渦によって塩水が高水敷に広がっていく過程を水路上方から撮影したものである。写真-2 は下流部の混合過程を水路上方から撮影したものである。写真-2 より CASE2 の高水敷上の混合は、低水路部で発生する内部波と流速勾配の影響で主に低水路から側壁に向かって混合している<sup>1)</sup>。CASE8 の場合は、狭窄部によって発生する水平方向の渦の影響により上流部で高水敷上に広がった塩水が、逃げ場を求めて下流部へと混合していく。このように狭窄部を設けると、異なった混合過程となる。

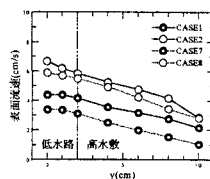


図-3 表面流速の分布

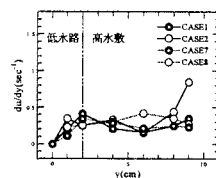


図-4 流速勾配の分布

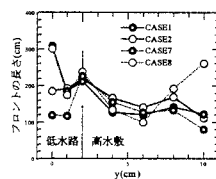


図-5 フロント長さの分布

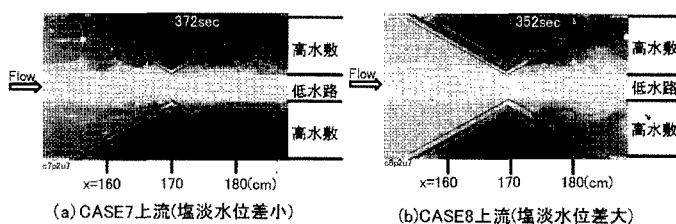


写真-1 狭窄部によって生じる渦

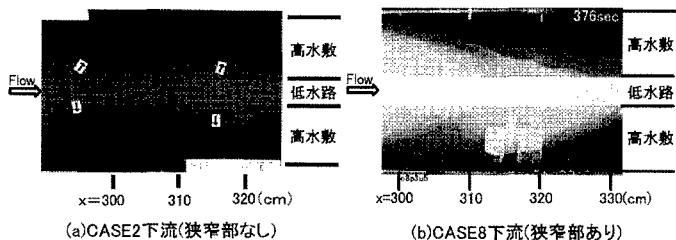


写真-2 下流部の混合過程

(参考文献) 1) 藤原、沢本、神山：複断面水路における河口密度流の混合特性、海岸工学論文集第 42 巻、pp.416~420、1995。