

潮汐による塩水楔のパターン分類

東洋大学 学生員 ○松澤 香
東洋大学 研究生 林 弥生
東洋大学 フェロー 荻原 国宏

1.はじめに 淡水と塩水、温水と冷水、清水と濁水のように、密度の異なった2種類以上の流体が共存し、個々が違った流速で運動している場合、密度の違いがその運動に関係する要素の1つとなってくる。淡水と塩水の場合、密度の大きい塩水が密度の小さい淡水の下に入り込み、塩水と淡水との間の摩擦により、ある程度の傾斜面をなして境界面を形成する。これを塩水楔という。塩水楔は、淡水と塩水との混合の程度により、強混合型・弱混合型・緩混合型の3形式に大別することができる。今回の実験は、水位に影響のある範囲（感潮部）での潮汐による水位変化、および、塩水楔の形状を淡水の流量（流速）を変化させることにより分類し、測定することを目的とする。

2. 実験概要

本実験では、水路長8m・幅30cm・水路床勾配3/400の亚克力製水路を用い、右端に潮汐発生装置を設置しゲートにより潮汐を発生させた。図1の上流（左側）から淡水を流入させ、河口部（右側）の深い水槽に塩水を貯水しポンプにより潮汐を大きくした。潮汐発生装置の周期、塩水流量は表1の通り一定で行った。

ケース1~5は水深を高潮位・低潮位のそれぞれ上層（淡水）・境界面（塩水）を測定し、ケース6,7は導電率より濃度変化を測定した。各ケースにおける平均流速・平均内部フルード数・レイノルズ数・境界面における平均抵抗係数・塩水と淡水の混合率を求め、塩水楔の形状を分類した。

3. 塩水楔の形状分類方法

潮汐の規模と流れの強さの関係は混合率 M_i で決定し、

$M_i = \frac{Q_r T}{P}$ $P = \frac{BHL}{2}$ Q_r : 淡水流量、 T : 周期、 B : 水路幅、 H : 潮汐差、 L : 潮汐の長さ
と定義する。河川における混合流は密度の連続変動により3通りに分類することができる。

M_i 0.01 ; 強混合型 M_i 0.1 ; 緩混合型 M_i 1.0 ; 弱混合型

4. 結果及び考察

1) ケース1~5: 淡水流量5パターン (25.71、14.56、10.53、9.524、2.326cm³/s)

それぞれ各測点での潮汐差を測定し、淡水と塩水の水位変化を見る。塩水のみ潮汐長は高潮位7.0m、低潮位6.15mである。ここではケース2について図2に示した。高潮位での楔長590cm、低潮位での楔長550cm、淡水平均潮汐差0.33cm、塩水平均潮汐差0.33cmであり、淡水・塩水ともに潮汐による水位差は同様に影響しているこ

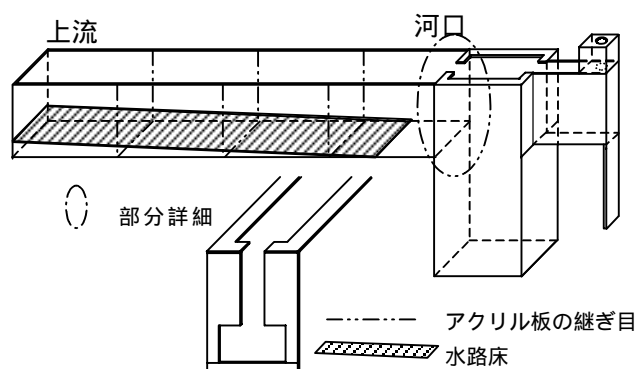


図1: 使用水路

表1: 水理条件

ケース	ゲート上下差	塩水流量	周期
1~5	6cm	101.01cm ³ /s	53秒
6,7	5cm	1250.0cm ³ /s	36秒

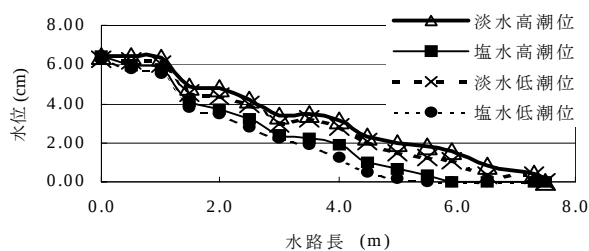


図2: ケース2 淡水流量14.56cm³/sにおける水位変化

Keyword: 塩水楔、混合率、フルード数、レイノルズ数

連絡先 〒350-8585 埼玉県川越市鯨井2100 Tel 0492-39-1301 内線 5598

とがわかる。このとき、図2からも予測することが出来るが、明瞭な層を形成していた。

2) ケース 6.7: 淡水流量 2 パターン (35.21、18.36cm³/s)

ケース 1~5 より塩水流量を大きくし各測点での濃度変化を見る。塩水のみ潮汐差は 1.5cm であり、ケース 6 (図 3) を取り上げると、1 周期間の導電率の変化がかなり大きい。低潮位では 4.0m、高潮位では 5.5m 付近まで導電率の変化があり、目視では境界面を確認することができない。これらは、潮汐が大きい為に塩水の侵入量が大きく変化し、淡水と塩水が混合したと考えられる。

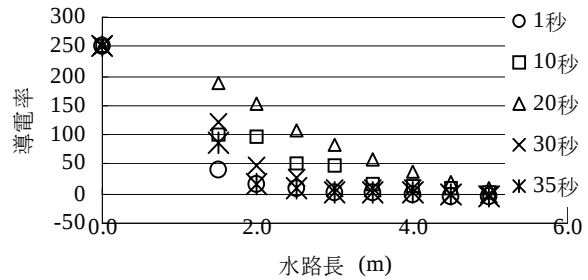


図 3: ケース 6 淡水流量 35.21cm³/s での等濃度曲線

3) 濃縮・希釈速度

10 分間導電率を測定し、濃縮速度・希釈速度を求めた。図 4 では、淡水流入後、濃度が徐々に薄くなっていく状況がわかり、図 5 では、淡水を止めたときに濃度が潮汐を繰り返す毎に濃くなっていく事がわかる。図 4 から希釈速度毎秒 0.0167、図 5 から濃縮速度毎秒 0.061 が求まる。これらは淡水流量と潮汐の大きさで変化すると思われる。

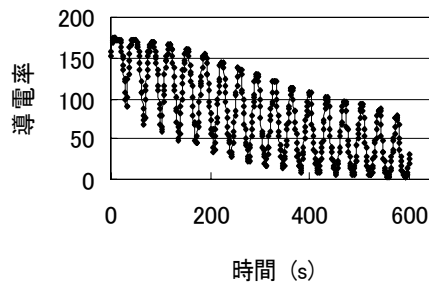


図 4: 淡水流量 52.41cm³/s、3.0 地点の導電率変化

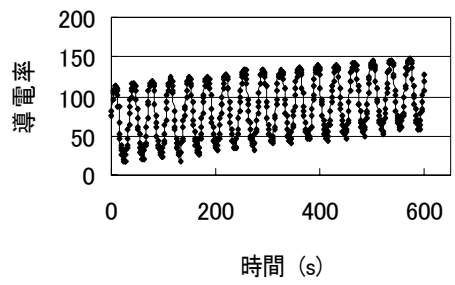


図 5: 塩水ポンプのみの導電率変化

4) レイノルズ数・内部フルード数・混合率の関係

まず図 6 では、レイノルズ数の大きい 2 つはケース 6,7 であり塩水流量が他の 5 ケースより大きいものであり、この 2 ケースに関しては値からかなり乱れのある乱流状態であり、混合率から見ても強混合型・緩混合型になる。図 6 図 7 どちらをみても、レイノルズ数・内部フルード数ともに大きいと混合率は小さく強混合型、レイノルズ数・内部フルード数ともに小さいと混合率は大きく弱混合型となると言える。

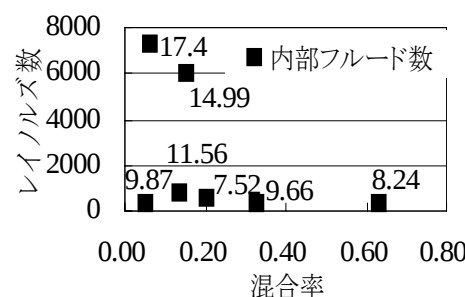


図 6: 混合率とレイノルズ数

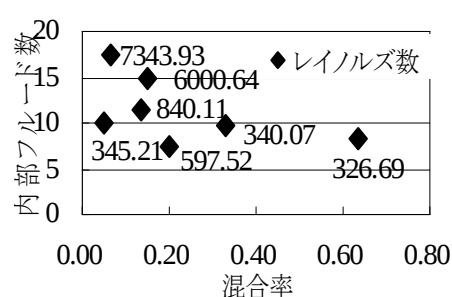


図 7: 混合率と内部フルード数

5) 境界面における平均抵抗係数

水路全体の境界面における抵抗係数を考える。これらのデータはかなりばらつきがあるが、高潮位・低潮位ともに淡水流量が減少すると抵抗係数は増加している。

5. おわりに

本実験では、河口部における塩分侵入について取り上げた。

以上の結果より、レイノルズ数・内部フルード数・境界面での抵抗係数・塩水楔の形状は全てにおいて淡水流量が大きく影響していることがわかった。だが、実際の河口部では地域により潮汐差、比重および淡水流量が大きく異なるため今回の実験とは異なるデータが得られる。今後、実際の河口部に近いデータを取る為にパラメータを変えた多くのケースの測定をする必要がある。

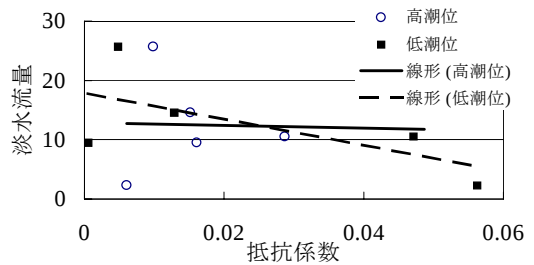


図 8: 抵抗係数と淡水流量の関係