

湾口密度流

——密度成層のある湾における流入外海水と湾内上下層からの混入について——

農業土木試験場 正会員 乃万俊文 中村 充
東海大学大学院 学生員 高瀬和博

1 まえがき

湾内に比べて水深の浅い湾口部を持つ閉鎖型湾においては、海水交換は活発でなく、密度成層においては水質成層を形成し漁場としての水質環境はよくない。この様な漁場の水質改善を考えた場合、海水交換に大きな影響をもつ湾口における湾内水と流入水の混合機構を明確にすることが重要であろう。

外海水が湾内に流入した場合、流入海水と湾内水との密度差により、流入水は非定常くさびとして密度境界面上を進行する。この時くさびは潜入に伴って湾内水を進行し、その密度を変化させる。著者らはこのような混合機構を実験を通して調べた。

2. 実験装置および測定手法

実験は長さ14 m、幅0.2 m、高さ0.55 mの両面ガラス張り小槽に長さ1.2 m、高さ0.4 mの湾口模型を設置して行なった。実験ケースは表-1のように与えた。

表において落下高とは湾口敷から境界層までの距離という。

流量は定小頭水槽に接続した三角ゼキで測定し、塩水密度はあらかじめ密度検定を行なった塩分計で測定した。混合に伴う流量、流速は塩水を染料により着色し、そのプリズムの進行状態から間接的に求めた。

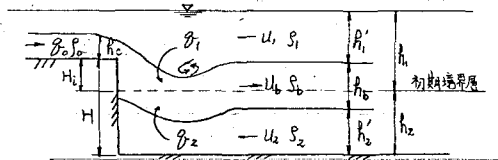
実験は所定の条件に設置した後バルブを用いて着色された塩水を流入させる。その後塩水は湾口上を進行し湾口端から落下し上下層水をそのプリズムに混入させ、密度境界面を一定速度で進行

する。この時の形状、進行状態を記録し、同時に水素気泡発生装置および染料追跡等で流速を測定し、層厚は着色されたプリズムを直接測定することによって得た。

表-1 実験ケース (記号は図-1 参照)

H	40 cm	流量 Q_0	3.8 ~ 60 cc/sec/cm
H_1	1.1 ~ 15.5 cm	プリズム速度 U_1	1.72 ~ 5.80 cm/sec
h_c	1.4 ~ 7.1 cm	ρ_1	1.000
h_1	13.0 ~ 26.5 cm	ρ_2	1.0030 ~ 1.0300
h_2	24.5 ~ 38.9 cm	ρ_0	1.0023 ~ 1.0150

図-1 プリズム模式図



3. 内部落下による混入率と混入比について

流入塩水は湾口上で不等流となり落下する。その後プリズムは密度境界面付近で内部跳水を形成し層厚を急激に増した後はほぼ同じ厚さで水平移動を行なう。上層水と下層水のプリズムへの混入は、この落下途中および跳水部で行なわれ、これに比較して水平移動に移ったプリズムへの上下両層からの混入は殆んど起こらない。

ここにおいて落下高、流入量、密度差等の変化による上層水、下層水のプリズムへの混入の割合を判断するため混入率および混入比を次式で定義する。

$$\xi = \frac{Q_1 + Q_2}{Q_0}, \quad \beta = \frac{Q_2}{Q_1}$$

ここに、 ξ (混入率): 流入量に対する上層水と下層水のプリズムへの混入量との比、 β (混入

比) : 上層水の混入量に対する下層水の混入量との比。

4. 実験結果および考察

混入率 (ξ) と無次元落下高 (H_i/h_c) との関係が、図-2、図-3、図-4に記されている。

図-2は流入量と上層水連行量との比 (ξ_1) と H_i/h_c の関係である。この図においては各ケースのブロックごとに H_i/h_c が大きくなれば、 ξ_1 も大きくなる傾向がかなり明瞭に表われており、落下高が大きくなればそれに伴い上層流体のブリュームへの混入が大きくなることがわかる。

図-3は流入量と下層水との比 (ξ_2) と H_i/h_c の関係である。この図においては前述した図ほどその傾向は顕著ではない。 H_i/h_c が大きくなるにつれ ξ_2 も大きくなるようであるが、ばらつきが大きすぎるのではない。

図-4においても H_i/h_c が大きくなるにつれて ξ も大きくなる傾向にあり、落下高が大きくなれば、上下両層からの混入も大きくなるということがわかる。このことは図-2の関係が図-4に表われ図-3の關係のばらつきが図-2に影響を与えて傾向が図-2ほど明確ではなくなっている。

混入比 (β) と落下水深比 (H_i/h_c) の關係が図-5に記されている。この図においては H_i/h_c が大きくなるにつれて、 β は小さな値となる。つまり上層からの混入が大となる。また落下水深比がほぼ3.5を境にして、

これより小さな値は下層からの連行が大きく、

これより大きな値は上層からの連行が大きい。

混入率 (ξ) とブリュームの厚さ ($\eta = h_0/h_c$) との關係を図-6に示す。

以上の実験値に関する理論的考察は当日発表する。

参考文献

・乃万・中村・吉沢・谷藤：湾口密定流，第21回海産工学講演会論文集，1974。

