密度流境界面の剪断乱流構造について

山口大学　正員　斎藤　隆
徳山高専　正員　大成博文
徳山高専　正員　○佐賀孝徳

1、はじめに

従来，密度流に関する研究は，大別して，密度流境界面の安定・不安定性問題，界面抵抗係数の決定，内部波の形状特性，境界面の混合機構等の分野を大きな柱としてきた。

前三者は、マクロ的視点から，工学的評価をくだしてきたものであり，ほぼその全容が明らかにされているのに対し，最後者については，密度流境界面の微視的な構造の解明を抜きにしては語れず，現象の複雑さと計測の困難さがゆえに，いくつかの興味ある研究が報告されているにもかかわらず，その全容は，いまだ明らかにされていない。

本報告は、混合面のせん断乱流構造の解明の第1歩として，上層淡水，下層塩水の弱混合型の二層流境界面を作り，境界面での内部波の発生原因に注目しながら，境界面での濃度変動についての自己相関，自己スペクトル，濃度変動強度，及び空間相関を計算し，境界面の濃度の統計的特性を明らかにしようとした。

2、実験装置及び実験諸元

図1に実験装置を示す。全長6m，幅10cm，深さ，45cmの透明アクリル樹脂製開水路を使用し，淡水供給は，高架水槽から一定圧力のもとで，流量を一定にし，整流させて行なった。一方塩水は，塩水貯水槽からポンプで下流端水槽に供給し，塩水の水路への流入速度は、零に近い事を確認した。又下流せき上にゲートを設置し，水深を上げることで，濃度変動の測定を，容易にさせた。実験諸元は次の通りである。塩水濃度1%，流入水深1.0~1.18cm，流量0.1~0.2 l/sec，データ数 2048 サンプリングタイム 0.1~0.5

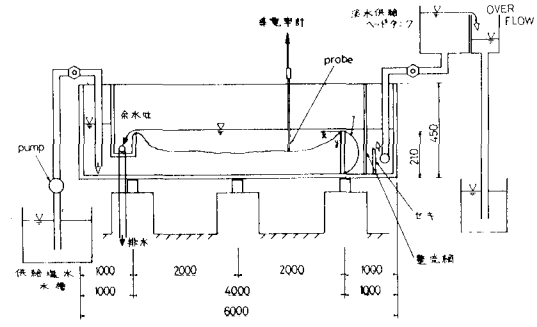


図-1

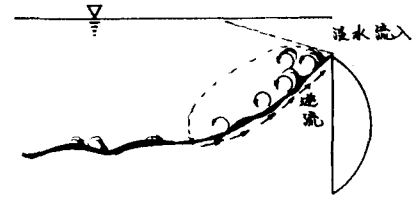


図-2

3、現象及び考察

上層の淡水を流入させると，界面の低下が除々に起こり，内部波を伴なった明確な界面が形成される。くわしく観察してみると，図2に模式図を示しているが，界面は内部波を伴なった安定した領域と，流入口からの傾斜した乱されながら遷流している領域に分けられる。また上流側に押し上げられた界面から塩水fluxが流入口付近で絶えず拡散現象を呈する。

図3は，濃度分布のグラフだが，x=5，15，20と増加するにつれて，境界面が低下していること，グラフの傾きが，なめらかになっていることより，明確な濃度

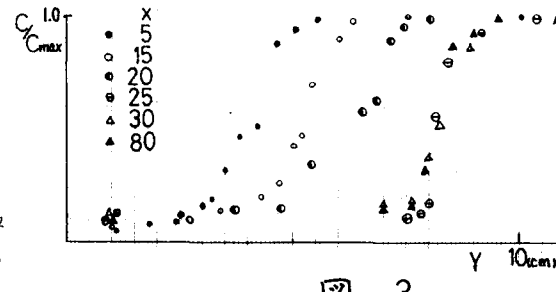


図-3

差が存在せず，流入部付近の塩水fluxの説明ができる。

図4に自己相関係数のグラフを示す。x=2においてかなり，相関性の低下が速く，周期がはやい事から，小スケールの構造の存在を示し，拡散現象を表わす。

x=10，30，100と流下方向に従い相関性の低下が遅くなっている。相関周期も長くなっているが，これは重力内波の周期が現われていると考えられる。

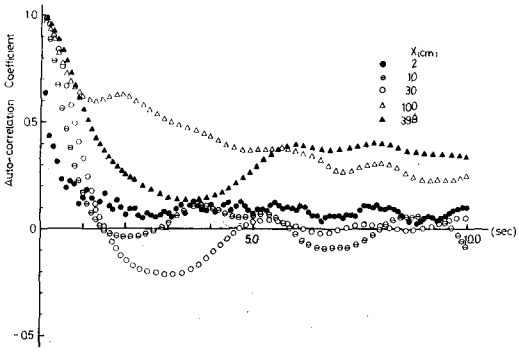
図5に自己スペクトルのグラフを示すが，ここでは，もっとその現象を顕著に現わしている。つまりx=2でいろいろな周期をもつ濃度変動を示し，特に3(Hz)ぐらいでピークが現われている。これも主流部への界面からの拡散が頻繁に起こっていることを示している。x=10，30，100では0.2～0.3(Hz)でピークがあり，内部波の周期を示している。また広く知られた5/3乗則が慣性領域において成立している。

図6で，x=30，60，x=30，100，x=30，200の界面の空間相関係数のグラフを示す。それぞれ正の時間おくれが現われているが，x=60ではx=30の自己相関係数のグラフ形状が，一致しているから，x=30でのさまざまな周期をもつ濃度変動が遷行層を通して伝達されているが，x=100，200では，x=30のもつ重力波周期による濃度変動しか伝達していない。

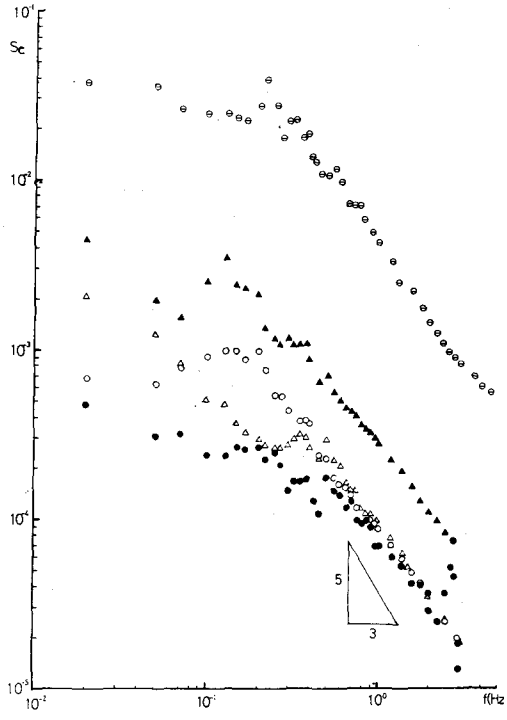
以上の結果から，密度流のせん断乱流構造について濃度変動特性のみからの考察であるが，以下の事が，言えるだろう。

1. 自由表面噴流の流速が大きい場合は，境界面の低下をもたらし，いわゆる段落ち流れ的流況を呈し，このような流れにおける内部波の発生は，主流に巻きこまれる塩水fluxの回転渦が境界面に到達するまで比較的大きな周期性を有するより大きな渦へと発達し，その渦が下流へ輸送される時に実現されると言える。
2. 空間相関特性から，主流部への拡散が顕著な噴流入口境界面，内部波を発生する界面，下流の安定した内部波が伝播する界面はそれぞれ異なった混合機構を有し，周期性も異なる。

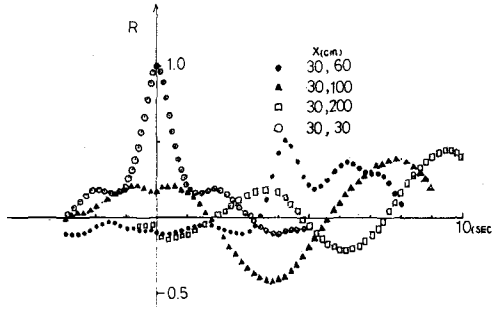
今後，界面の流速，主流の流速分布，及び乱れを測定することによって混合面の渦の評価が必要であり，課題としてゆきたい。



図－4



図－5



図－6