

京都大学大学院 学生員 井上和也

1. はじめに

成層密度流の境界面における、上、下層流体の混合現象は、たとえば、河口附近の物理現象に大きな影響を与えており、水工學上、解決の急がれている問題である。こうした混合現象に関しては、Kewlegan, Rouse, 岡崎らによって、定量的な取り扱いへの試みが行われているが、現象が複雑なため、現段階では、十分に解明されたとは言えない状態にある。

本研究は、二層成層密度流における混合現象を解明するの第一段階として、下層流体を塩水とした実験を行ない、境界面の変動と淡水層内における濃度変動に注目して、混合機構を考察しようとしたものである。

2. 実験装置および方法

実験に用いた水路は、全長6m、幅50cm、境界面の長さは4mであり、下層の塩水の水深は連続的に変化させることができます。実験にあたっては、下層を静止させ、また、境界面においてかなりの混合のあるときは、塩水を補給して境界面の高さが一定になるようにした。

境界面の変動および塩分の濃度変動の測定は、塩分の濃度により電導度が異なることを利用して行なった。すなわち、前者に対しては、長さ15cmの2本の白金線を1cm隔てた受感部を使用し、後者は長さ3cmの2本の白金線を水平に1cm隔てた受感部を使用した。これらをブリッジ回路の一端として増幅器を通し電磁オシログラフで記録した。測定は、上流端から1.25mの断面の中央部で行なった。

3. 実験結果

実験において、上層の淡水流量を増加させるにしたがい、境界面には、波高のかなり大きい内部波が生じその上へ細かい波動が重なり、波頂付近で碎けていることが見られた。碎波部は、上層流中へ、その波高の数倍に及ぶ高さまで舞い上がりつつ、拡散されることが観察された。濃度変動には、発生している内部波のうち、碎波しているものが強く影響していると思われる。

図-1は、内部波の波頂の平均的な位置から上方にとった距離と、その点における濃度変動の相対的な強さとの関係を示したものである。

図より、境界面から離れるにしたがって、 $\sqrt{C''}/C$ が急速に減少していることが見られる。このことは、碎けた内部波が、上層の流れの中で急速に拡散されて、上方になるほど、濃度が一様になるためと思われる。

つぎに、測定値をスペクトル解析した結果を図-2、図-3である。スペクトル計算には、Turkeyの方法を用いた。測定時間は3分間、

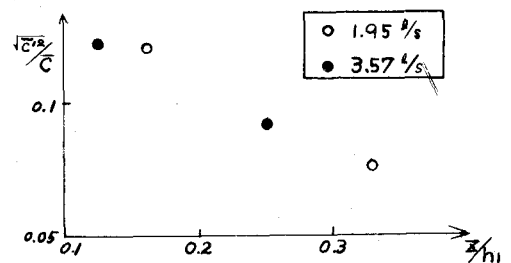


図-1

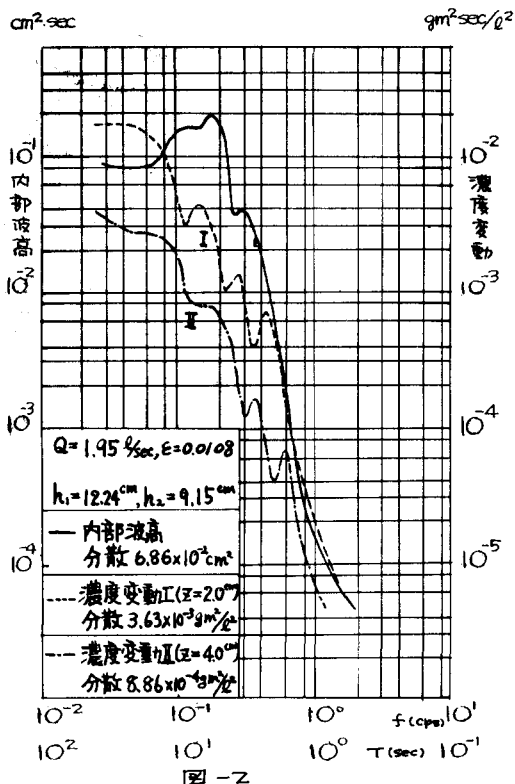


図-2

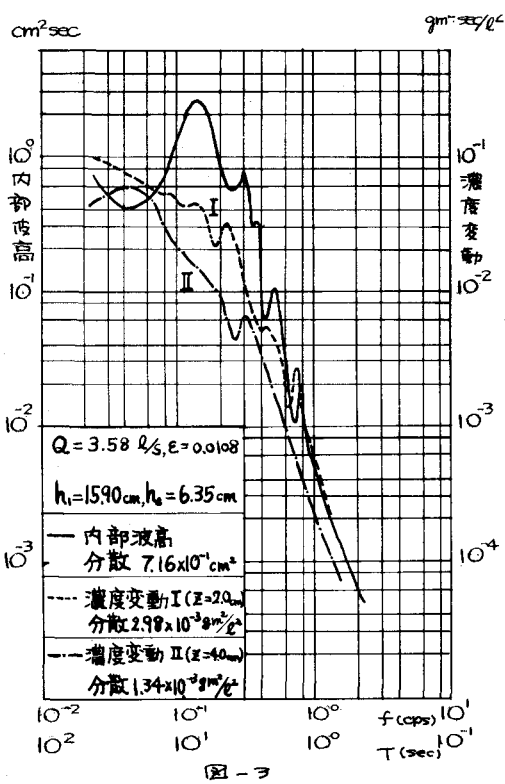


図-3

読みとり間隔は0.2秒で、自由度は、 $\gamma < 20$ である。計算には、電子計算機・KDC IIも使用した。

図から、内部波高のスペクトルには、濃度変動のスペクトルでは見られないような顕著な卓越周期が認められる。このことから、卓越した内部波が混合にもっとも寄与するのではないと言えよう。また、図において、IとIIとを比較すれば、それぞれ異なる周期でスペクトル密度が大きくなる。さらに、濃度変動II、I、内部波高の順に、短い周期に対する相対的なスペクトル密度が高いことがうかがわれる。このことは、碎けた内部波が上方へ拡散されるにしたがい、より短い周期の濃度変動が多く生ずることを意味するようと思われる。

実験データが少なく、明確な結果は得られないが、以上のことは、混合機構や、こうした流れの乱れの構造を考察するに当たって、重要な手帳を与えてくれるものとして、興味深いものがある。

今後、上のような変動を対象として実験を重ねるとともに、巨視的な水理量と混合との関係についても研究を進めたい。