

九州大学 工学部 正員 小松 利光
 " " " 椿 東一郎
 福建コン KK " 松山 龍太郎

(まえがき)

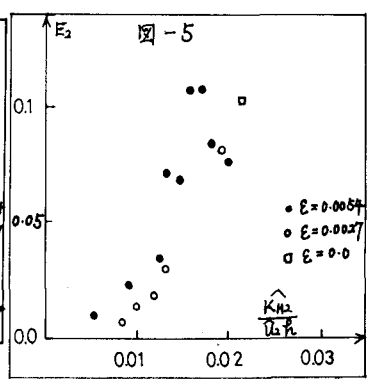
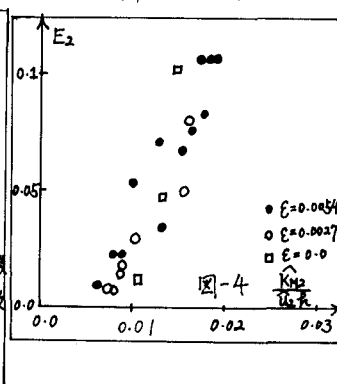
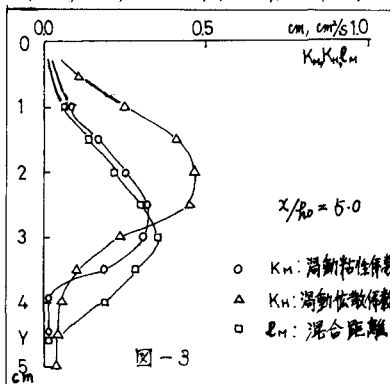
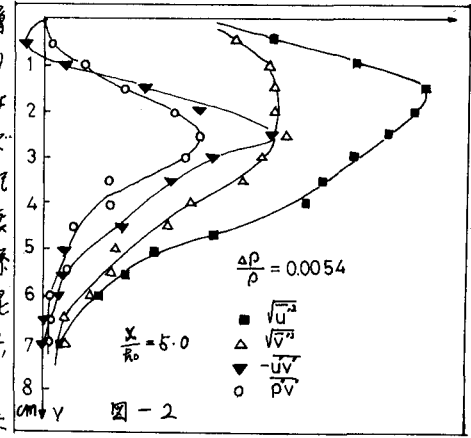
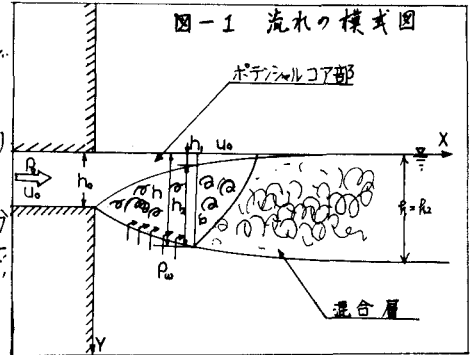
密度噴流の連行現象に関してはEllison-Turner以来種々の研究が行われてきたが、これらの多くは連行係数がRichardson数に規定されるものとして扱っており、流れの確立領域を対象としたものであった。しかしながら連行作用は流れの形成領域において支配的役割を演じており、確立領域に到ったときはほとんど混合は終ってしまっているようである。形成領域では連行係数はRi数のみに規定されるわけではなく、乱れ特性や拡散過程と密接な関連がある。ここでは乱れの測定を通して、連行現象に関する若干の実験的考察を行ってみた。

(装置及び実験方法)

実験水路は、透明アクリル製で長さ5.5m、高さ1.5m、幅15cmである。貯えた塩水に厚さ2cmのスリットから出口流速 $U_0=10\text{ cm/s}$ で淡水を噴出させて行い、密度差は $E_0=0.0, 0.0027, 0.0054$ の3通りである。後方より一定量の塩水の供給を行った。流速の測定はX-Y hot-film 流速計を使用し、密度の測定には電導度式塩分濃度計を用いて、流速・密度の同時測定を行い $U, V, \bar{p}$ 及び $\overline{uv}, \overline{vw}, \overline{uv}, \overline{vw}$ 等を求めている。

(実験結果及び考察)

流れを模式的に示すと図-1 のようになる。potential coreと下層境界の間に混合層が存在する。この混合層は強いせん断力により激しい乱流状態を呈している。図-2 より $-\overline{uv}, \overline{pv}, \sqrt{\overline{u^2}}, \sqrt{\overline{v^2}}$ などはいずれもこの領域でpeakをもち垂直方向の乱流拡散が顕著であることを示している。またそのpeakは平均流速分布の最大勾配地点とほぼ一致する。これらの量は流下するに従いいずれも減衰しており、それと同時に連行量も減衰する。図-3 に渦動粘性係数 $K_M(-\overline{uv}/\frac{\partial \bar{u}}{\partial y} = \sqrt{\overline{u^2}} \cdot L_M)$ 、渦動拡散係数 $K_H(-\overline{pv}/\frac{\partial \bar{p}}{\partial y})$ 及び混合距離 L_M の垂直方向分布の代表的な例を示している。また図-4、図-5、図-6 は混合層に関する連行係数 $E_2(=\frac{\overline{u^2}}{U_0^2}, U_0$:連行速度)と $\overline{K_{M2}}, \overline{K_{H2}}, \sqrt{\overline{u^2}}$ の関係を表す。(h)の記号は断面平均を、また



添字2は混合層を意味する。いずれの量もそれぞれ連行係数 E_2 と密接な関連があることを示しており、ほぼlinearな関係である。

しかしながら $\hat{K}_{H2}$, $\hat{K}_{H2}$, $\hat{V}_{H2}$ は流下方向に変化する場所的関数でもあり、 R_{i2} 数のみで一義的に規定することは出来ない。(図-8)

図-7には連行が生じている領域($x/x_0=5$)と連行が生じなくなった領域($x/x_0=20$)の代表的な流速分布・密度分布を示しており、 $x/x_0=5$ では密度分布はほぼ連続的に変化しているが、 $x/x_0=20$ では境界面付近で不連続に近い急激な変化を示す。従って、噴流の下流部では二層流的な性質をもつことになり、乱れが存在して $\hat{K}_{H2}$, $\hat{K}_{H2}$, $\hat{V}_{H2}$ などがある程度の値を有していても、もはや連行や拡散は生じない。(図-4, 図-5, 図-6) この故に理論的取り扱いにおいて流速分布はともかく密度分布の相似性の仮定を採用にはより詳細な検討を要する。図-11は混合距離 l_m の断面平均と混合層のRichardson数、 R_{i2} の関係を示す。密度場では混合距離 l_m はそれ自体密度効果によって与えられることを示しており、Kaoらの提唱した加速度方程式、式(1)の有効性ある程度示唆している。

$$l \left(\frac{du}{dy} \right)^2 = l_0 \left(\frac{du}{dy} \right)^2 - B \cdot \frac{g}{f} \cdot l_m \cdot \frac{dp}{dy} \quad (1)$$

図-10に滑動拡散係数の断面平均 $\hat{K}_{H2}$ と滑動粘性係数の断面平均 $\hat{K}_{H2}$ の比 $\hat{K}_{H2}/\hat{K}_{H2}$ と R_{i2} 数の関係を示す。 R_{i2} 数の増加とともに $\hat{K}_{H2}/\hat{K}_{H2}$ は減少し、 $R_{i2}=0.8$ 付近で $\hat{K}_{H2}$ と $\hat{K}_{H2}$ の大小関係は逆転する。図-9は鉛直方向の平均流速 $\bar{V}$ の測定例を示す。境界では上向きの流速をもち、連行流速に相当する。また境界面のすぐ近くに $\bar{V}=0$ の点が存在する。従って混合層内の大部分の領域における塩分濃度の上向きのfluxは全面的に乱流

拡散によるものであり、連行流速はほとんど奇手していない。最後に実験及びデータ整理に全面的協力をお願いした柴田氏、松尾君、佐々部君に、深甚なる謝意を表します。

