

宇都宮大学

正 員 池田 裕一

学生員 ○中山 好仁

正 員 須賀 堯三

1. はじめに

負の浮力を持つ、すなわち周囲よりも密度の高い水塊を上方に噴出するような流れは、湖沼・貯水池での富栄養化対策のための曝気循環や、河口部における海水遡上を防止するために強混合状態を促す場合などでよくみられる。しかし、その挙動、特に流れの規模や混合特性については、あまり詳細には検討されていないようである。

そこで、本研究ではこのような流れの特性を把握するために、流れの形状や連行係数の基本的な傾向を実験・解析的に捉えることにした。

2. 実験装置及び方法

実験には断面 $1\text{ m} \times 1\text{ m}$ 深さ 1 m の水槽を用いた。その中央に塩水放出口を設置し、そこから上方に向けて塩水を放出できるようにした。噴流の形状を得るためにウォーターブルーを注入、これを写真撮影し、大きさを測定した。また数点においては、細いチューブでサンプルを採水し伝導度計を用いて密度を測定した。

3. 実験結果及び考察

密度の高い水を放出すると上方に行くにつれ重力が慣性より大きくなり、流れが下向きに転じ全体としてドーム形状をなすようになる(図1)。このドーム全体による連行係数 f 。($= Q_0 / Q_a$ 、図1参照)を仮定すると、ドームに関する体積保存則・質量保存則・運動量保存則等より次の式が導かれる。

$$(D_2/D_0)^2 - 1 + (1+f_0)^2 = \frac{1}{6} \frac{\{(D_2/D_0)^2 - 1\} (D_2/D_0)^2 \{6(H_2/D)_0 - (D_2/D_0)\}}{F_0^2 (1+\alpha f_0)} \quad \dots\dots (1)$$

ただし $\rho_d = (\rho_0 + \alpha \rho_0 f_0) / (1 + \alpha f_0)$

α は ρ_d を求めるための補正係数 ($0 < \alpha < 1$)

である。また、 F_0 は初期フルード数で

$$F_0 = \frac{W_0}{\sqrt{\{(\rho_0 - \rho_a) D_0 g / \rho_0\}}} \quad \dots\dots (2)$$

式(1)を解く上で $F_0 \rightarrow 0$ の場合、左辺は必ず有限値をとる。このとき右辺が有限となるためには H_2/D_0 が F_0 に比例する (Turner¹⁾) 事を考慮すると

$$(D_2/D_0)^2 - 1 \propto F_0 \quad \dots\dots (3)$$

とならなければならない。

今回の実験結果の H_2/D_0 と $(D_2/D_0)^2 - 1$ を F_0 によって整理すると図2、3のようになる。

H_2/D_0 と F_d の関係は

$$H_2/D_0 = 1.878 F_d \quad \dots\dots (4)$$

となる。Turnerでは $H_2/D_0 = 1.74 F_d$ 、Aburhamdeh²⁾では $H_2/D_0 = 1.94 F_d$ であるので今回得られた式(4)は妥当であるといえる。

$(D_2/D_0)^2 - 1$ と F_d は $(D_2/D_0)^2 - 1 = 4.13 F_d$ となり式(3)を裏付ける結果となった。

ところで、実験で測定したドーム下縁での密度分布より、連行係数を求めることが出来る。これと、式(1)より得られる結果を F_d によって整理すると、図4になる。両者を比較すると、 $\alpha = 0$ とした場合との計算値と実験値の適合性が高く、これよりドーム頂上での混合よりも下降ブリュームによる連行の方が支配的であると考えられる。 α などの実験的定数の具体的数値については今後も検討が必要であるが、基本的傾向はよく表しているといえる。

<参考文献> 1)Turner, J.S : J. Fluid mech, Vol.26, pp779~792, 1966

2)Abraham, G. : J. Hyd. Research, Vol.5, No.4, pp235~247, 1967

3)池田・山田・須賀：第18会土木学会関東支部技術研究発表会, pp718~719, 1991

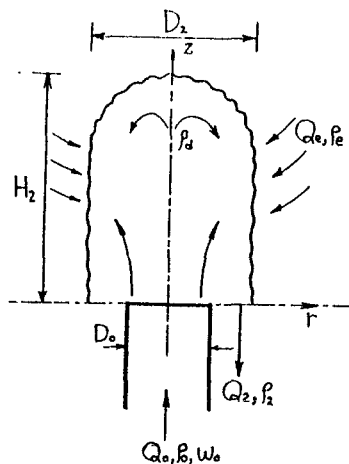


図1 密度噴流の概念図

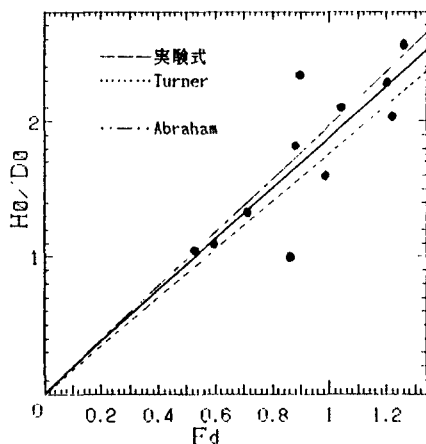


図2 H_2/D_0 と F_d の関係

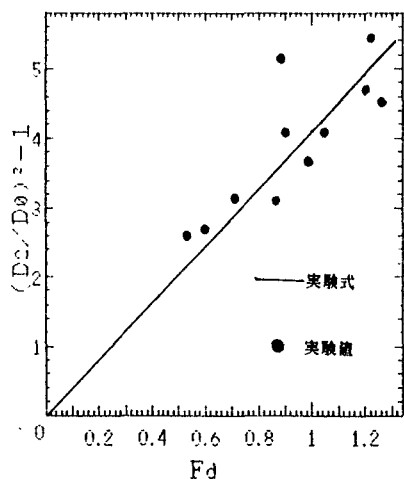


図3 $(D_2/D_0)^2 - 1$ と F_d の関係

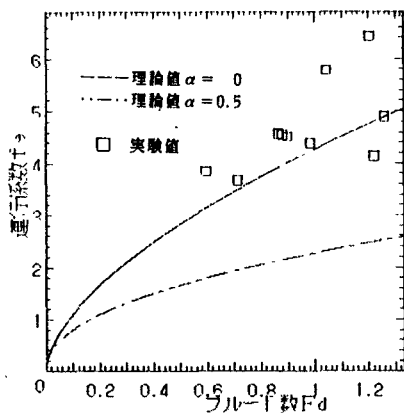


図4 連行係数 f と F_d の関係