

中央大学理工学部 正員 工博 林 泰造

中央大学大学院 ○学生員 工修 吉田 茂

中央大学大学院 学生員 松本英二

1 まえがき

噴流の拡散について、前報⁽¹⁾に引き続き行なった理論及び実験的研究である。前報に於いては、実験データの不足から、放出口付近に於ける理論と実験との比較検討が、十分にはなされていなかったが、ここでは最近行なわれた実験データに基づいて考察を行なった。

2. 基本式

放出口を原点とし、噴流中心線上、流れ方向に x 軸、それと直角に y 軸をとる。 x 方向の運動方程式は、 $u \partial u / \partial x + v \partial u / \partial y = E \partial^2 u / \partial y^2$ (1)
表層の運動に伴って、下層から冷水が連行される事を考慮した連続の式は、

$$h (\partial u / \partial x + \partial v / \partial y) = E U \text{ (2)}$$

ここで $E = E \left(\frac{U}{\sqrt{\frac{1}{\rho} \frac{\partial \rho}{\partial \theta} g h}} \right)$ と考え、若干の書き直しの後

, $E = \alpha (F_r \sqrt{\theta_0 / \theta} \cdot U / U_0)^m$ と仮定して、(2) 式に代入すれば、

$$h (\partial u / \partial x + \partial v / \partial y) = \alpha F_r^m \left(\sqrt{\frac{\theta_0}{\theta}} \right)^m \frac{U^{m+1}}{U_0^m} \text{ (3)}$$

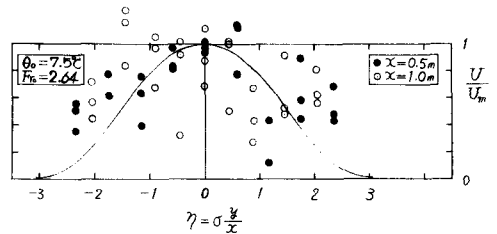
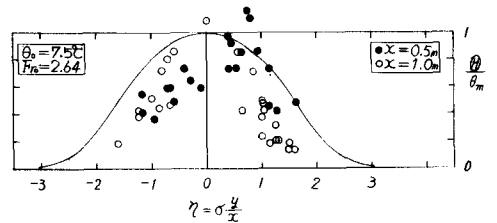
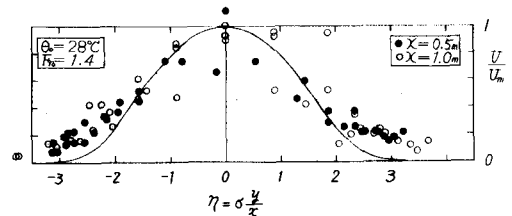
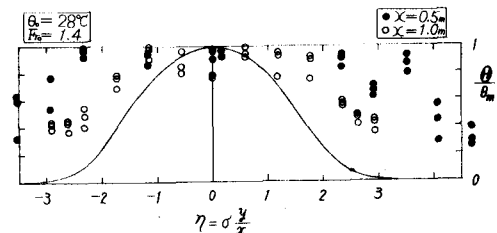
熱拡散の方程式は、

$$\partial (U\theta) / \partial x + \partial (V\theta) / \partial y = K \partial^2 \theta / \partial y^2 \text{ (4)}$$

以上、(1)式、(3)式、(4)式が、放出口付近の水域での基本式となる。これら3本の式から、 U 、 V 、 θ を求めるのであるが、その方法については、前報と同様であるので、ここでは省略し、平均の U 、 V 、 θ を、実験値との比較のために、水面から 0.5 cm の深さに於ける値、 U 、 V 、 θ 、について書き直したもののみにて記す（ただし、従来の研究により、 $S = B_0$ なる取り扱いをする）。

$$U = m_1 U_0 \sqrt{\left(\frac{h_0}{h} \right)^2 \frac{U_0 B_0}{E_0}} \cdot \sqrt{\frac{B_0}{\alpha}} \cdot f(\eta) \text{ (5)}$$

$$V = m_1 U_0 \sqrt{\left(\frac{h_0}{h} \right) \frac{1}{\beta_1}} \cdot \frac{E_0}{U_0 B_0} \cdot \sqrt{\frac{B_0}{\alpha}} \cdot G(\eta) \text{ (6)}$$

図-1 流速の y 方向の変化図-2 水温の y 方向の変化図-3 流速の y 方向の変化図-4 水温の y 方向の変化

$$\Theta = m_2 \theta_0 \sqrt{\frac{\beta_1 (h_0)^2 U_0}{\beta_2 h_0^2 U_0}} \sqrt{\frac{B_0}{x}} T(\eta) \text{ ----- (7)}$$

$$\text{ここに } \eta = \sigma \frac{y}{x} ; \quad \sigma = \left(\frac{h_0}{h \beta_1} \right)^{1/2} \left(\frac{U_0 B_0}{\varepsilon_s} \right)^{1/2}$$

$$\text{ただし, } m_1 = U/U_0 ; \quad m_2 = \Theta/\theta_0 \quad \left(\begin{array}{l} \text{いずれも} \\ \text{水面値と} \\ \text{平均値との} \\ \text{比値} \end{array} \right)$$

$$\beta_1 = \int_0^\infty F^2(\eta) d\eta ; \quad \beta_2 = \int_0^\infty F(\eta) T(\eta) d\eta$$

3. 実験値との比較

図-1, 及び図-2は, $\theta_0 = 7.5^\circ\text{C}$, $Fr = 2.64$ に於ける流速及び水温上昇の各比値(中心線上の値を1とする)の, 横断方向の分布を無次元化した横座標 η について, 示したものである。また, 図-3及び図-4は, $\theta_0 = 28^\circ\text{C}$, $Fr = 1.4$ の場合について示したものである。図中の実線は理論曲線である。その計算にあたっては, $h_0/h = 1$, $S = B_0$, そして ε_s は, 係数を大きく目にした4/3乗法則 $\varepsilon = 0.04 L^{4/3}$ において, $L \sim 21\text{cm}$ ととって得られる値 $5.2\text{cm}^2/\text{s}$ をとった。流速の測定精度は水温の測定精度に比べてずっと落ちるから, 実験と理論の一致の度合は流速より水温に重点を置いて検討するのが妥当であろう。図-2は余り合っていないが, 理論が実験と一致するためには ε_s の値はもっと小さ目にとらねばならない。

図-4 については, 理論と実験の一致の度合はさうに良くない。これは $\theta = 28^\circ\text{C}$ の場合には, 本研究においてはその取り扱い上無視された $-\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x}$ および $-\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial y}$ の項が重要な役割をもつものになることを意味するものとと思われる。

図-5は $\theta = 7.5^\circ\text{C}$, $Fr_0 = 2.64$ の場合, また 図-6は $\theta = 28^\circ\text{C}$, $Fr_0 = 1.4$ の場合におけるジェット中心線上の諸値を示したものである。図中には記入した実験値は1/2の勾配で低減する理論曲線である。

その大きい所では水面からの放熱等のため本報の理論的取り扱いとは現象的に異なったものとなり実験値は理論曲線から大きく外れてゆくの, 放出口近くでは実験と理論の一致の度合は低減勾配についてはある程度認められる。但し, 式(5), (7)の中で m_1 , m_2 は未だ正確には判っていない値であるので, 2-2では理論曲線が放出口の近くで実験値と最もよく合うようはその値を選定した。

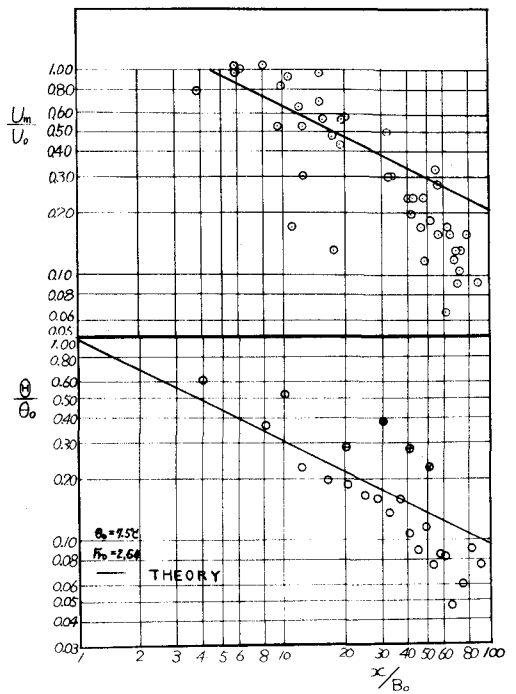


図-5 ジェット軸上x方向の変化

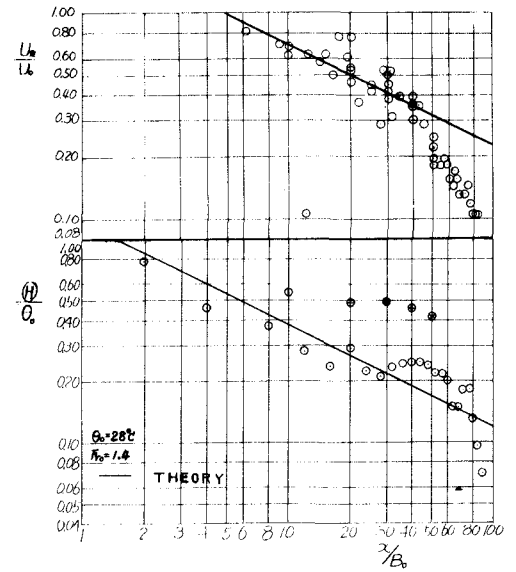


図-6 ジェット軸上x方向の変化