

II-101 二次元垂直噴流に於けるエーの考察

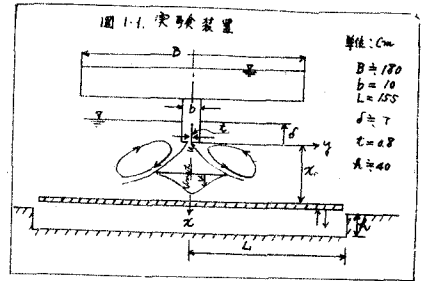
東京工業大学 正員 吉川 秀夫

土木研究所 正員 土屋 昭彦

○東京工業大学 正員 河野 二夫

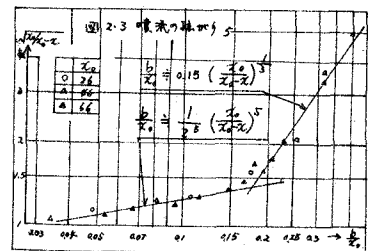
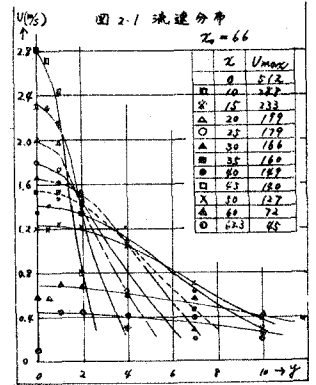
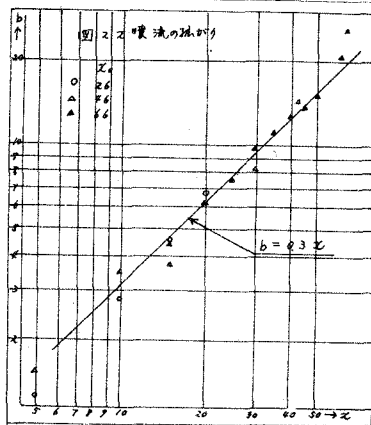
1 緒言

筆者等は先の講演会に於いて図1.1に示す装置による流速測定を行い自由噴流と比較する事によって床版が噴流に及ぼす影響を調べた。今回は更に拡散の機構を知るための基礎として同一資料による流速分布型や最大流速の減衰の仕方及び噴流断面の拡がり方等について整理を行いH. Goerdlerによる自由噴流の理論解と比較しながらエーの考察を試みた。



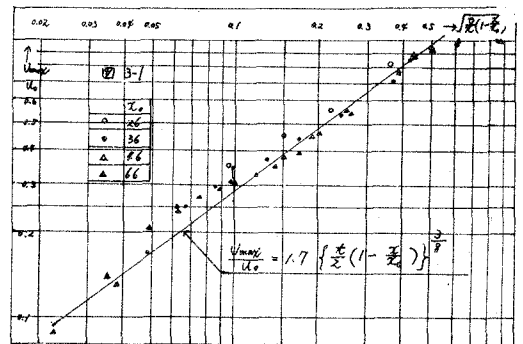
2. 流速分布と噴流断面の拡がりの中(b)について

実験は slit の中 ($t=0.8\text{cm}$) を一定とし x_0 が 26, 36, 46, 66 cm の 4 種類につき行なった。流速分布につき一例を示すと図2.1の如くなる。図では x 方向の流速を示し、記号は各断面に於ける流速の実測値を示す。次に噴流の拡散の中(b)は $b = U_{max}/2$ に相当する y の 2 倍の値として整理すると図2.2及び図2.3の如くなる。図2.2は床版に接近した部分即ち $\frac{x}{x_0} \approx 0.92 \sim 1.0$ と除くと b は x に比例し Prandtl および Tollmien の考へ方と一致する。又図2.3の様整理すると $\frac{x}{x_0} \approx 0.5$ から床版に極めて接近した部分ばかりが $(x_0 - x)^{5/2}$ に反比例して、拡大することと認められる。



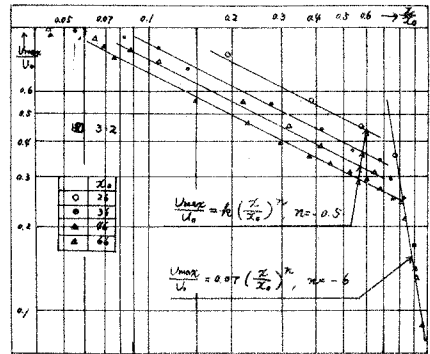
3. 最大流速の減衰について

x 軸上の流速の減衰の仕方は整理の方法によって種々の実験式が得られるがその主なものを示すと図3.1及び図3.2の様になる。Kuetheによる乱れの混合領域の区分に従えば、A領域は図3.1及び図3.2共に認められるが、B領域はいつでも明確でない。図3.2では $(\frac{x}{x_0})$ の平方根に反比例して減少している部分が後のC領域に相当するものと認められる。



又佐藤、細井氏の提唱されたD領域については本実験のように床版のある場合は明確でなく、図3.2

でC領域と思われる部分の次に来る領域、即ち $(\frac{z}{z_0})$ の累6乗に反比例して急激に減少している部分は床版の影響と特に受ける部分であると思われる。然しながら図3.1から判断すると、A領域と除くべきこの領域が $(\frac{z}{z_0} - 1)$ の累3乗に反比例して一様な減少を示している事は床版があっても流速の連続の仕方は連続的であると云へると思う。この連続性は噴流断面の振りの中(b)についても、図2.2から否認められると思う。



4. 流速分布の型と実験値との比較

床版附近についての流速分布式はH.Görtlerの解に従って考察した。噴流の中(b)の拡大の仕方とz軸上の流速の連続の仕方は各々図2.2及び図3.2で与えられるものとする。又床で圧力を一定にしたときの二次元流では運動方程式を(4.1)式とする。

$$U \frac{\partial U}{\partial x} + V \frac{\partial U}{\partial y} = \varepsilon \frac{\partial^2 U}{\partial y^2} \quad (4.1)$$

(4.1)式の ε (渦動粘性係数)はPrandtlの仮説により

$$\varepsilon = K_1 b (U_{max} - U_{min}) \quad (4.2)$$

今slitから図定された特定の突とSとしその突の最大流速及び噴流の中と各々 U_0, b_0 とすれば、

$$\left. \begin{aligned} U_{max} &= U_0 \left(\frac{z}{z_0} \right)^n \\ b &= b_0 \left(\frac{z}{z_0} \right)^m \\ \varepsilon &= K_1 U_0 b_0 \left(\frac{z}{z_0} \right)^{n+m} = \varepsilon_0 \left(\frac{z}{z_0} \right)^n \end{aligned} \right\} \quad (4.3)$$

更に流れの函数 ψ と(4.4)式とおくと

$$\left. \begin{aligned} \psi &= U_0 z_0^{n+1} x^{-n} F(\eta) \\ \eta &= U_0 \frac{y}{z} \end{aligned} \right\} \quad (4.4)$$

(4.4)式にy>z

$$\left. \begin{aligned} U &= \frac{\partial \psi}{\partial y} = U_0 \left(\frac{z_0}{z} \right)^n F(\eta) \\ v &= - \frac{\partial \psi}{\partial x} = \frac{U_0}{n} \left(\frac{z_0}{z} \right)^n \left\{ \eta F' + (n-1) F \right\} \end{aligned} \right\} \quad (4.5)$$

(4.5)式と(4.1)式に代入すると

$$\left. \begin{aligned} F''' - (n-1) F F'' + n F'^2 &= 0 \\ \text{値に } 0 &= \sqrt{\frac{U_0 z_0}{\varepsilon_0}} \end{aligned} \right\} \quad (4.6)$$

(4.6)式の積分条件は $\eta = 0$ のとき $F = 0$ 及び $F' = 1$, 及び $F'' = 0$, である。Runge-Kutta法による(4.6)式の解と(4.5)式に代入して $n = 6$ として実験値と比較したもののが図4.1である。H.Görtlerの解は(4.6)式で $n = \frac{1}{2}$ とした時の値でありLawyerによればH.Reichardtが自由噴流について求めた n の値は3.67である。図4.1はH.Görtlerの解と(4.6)式による解とを実験値と比較して示した。

