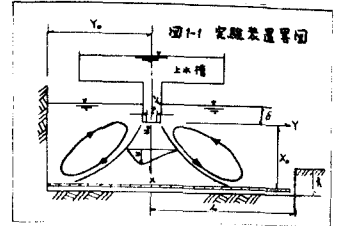


II-85 垂直噴流に及ぼす境界の影響 (才1報)

建設省 土木研究所 正員 土屋 昭 彦
建設省 土木研究所 正員 須 賀 堯 三
建設省 土木研究所 正員 河 野 二 夫

1 緒言

噴流の研究は地下水による河床の局所洗堀や水門下流端の洗堀等と水理的に発明するのにも必要である。筆者はこの様な研究の一端として図1.1に示す装置によって境界条件による流速分布や床板の水圧の測定を行い、この結果と自由噴流との比較によって境界条件による噴流の特性と把握する事に努めた。実験の結果噴流の拡散は境界条件により種々異なる機構となす事が判明した。



2. 自由噴流の理論解と境界の影響と受けた実測値との比較

自由噴流の理論解をH.Görtlerは次の如く解いている。

流線の座標を(2.1)式とする。

$$\psi = \sigma^2 u_0 \delta \frac{r^2}{2} F(u) \quad (2.1)$$

(2.1)式をNavier-Stokesの運動方程式に代入すると(2.2)となる

$$\frac{1}{2} F F'' + \frac{1}{2} F'^2 + \frac{r^2}{2} F''' = 0 \quad (2.2)$$

となる

$$\frac{1}{2} F F'' + \frac{1}{2} F'^2 + \frac{r^2}{2} F''' = 0 \quad (2.2)$$

(2.2)式で $\sigma = \frac{r}{\sqrt{2} u_0}$ として積分

すると(2.3)式となる。

$$\frac{u}{u_{max}} = \text{sech}^2 \eta, \quad \eta = \sigma \frac{r}{\sqrt{2}} \quad (2.3)$$

(2.3)式で σ は任意の位置を示

し σ は定数である。Reichardt

が自由噴流につき実験的に求めた σ の値は 2.67 である。

筆者の実験によると図2.1～

図2.3に示す様に u_{max} の位置

は Y_0 が小さい程、上流側に発

生した渦によって見掛け上、流

れの方が上流側に弯曲し

ている。又図(2.4)～図2.5によれば σ の値は境界条件によって種々変化する。即ち X_0 と一定とした時の対

称噴流では Y 方向の σ の値は const であるが X 方向の σ の値は次第に小さくなっている。

3. 噴流の拡散について

図3.1～図3.2に示す様に垂直壁と設けた場合の σ の値は特に床板附近では Y_0 と小さくする程下流側より上流側の σ は小さく又いづれの側も Y_0 と小さくする程 σ の値は大きくなっている。この様に境界の影響

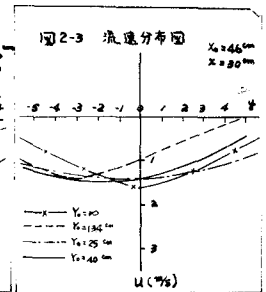
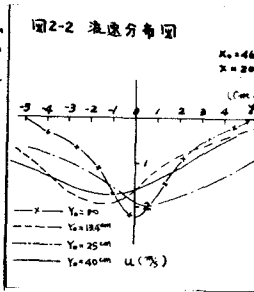
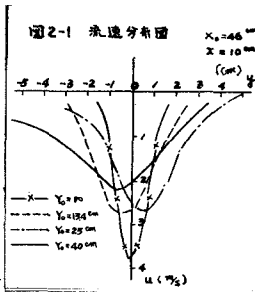


図2.4 $\frac{u}{u_{max}} \sim \frac{Y}{X}$ 図

$X_0 = 26$
 $Y_0 = \infty$
 $\times X = 5$
 $\triangle X = 10$
 $\odot X = 20$

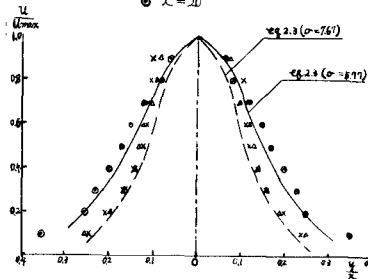
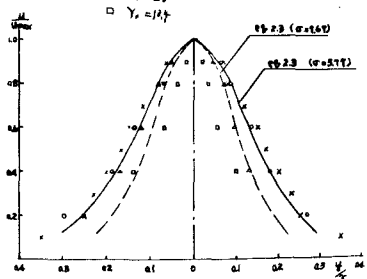


図2.5 $\frac{u}{u_{max}} \sim \frac{Y}{X}$ 図

$X_0 = 26$
 $X = 20$
 $\times Y_0 = \infty$
 $\circ Y_0 = 40$
 $\triangle Y_0 = 25$
 $\square Y_0 = 10$



響による拡散は Reichart が示した $\sigma = 7.67$ の定数とは極めて異なり床板附近と除くと一般に 7.67 以下である。又床板附近では 7.67 以上である。

4. 最大流速の速減について

Rouse 等は流速分布曲線と Gauss の誤差函数で示し噴流の拡散の割合と一定とし且その方向の運動量と等しくおいて最大流速の速減式を与えている。即ち $U_{max} = \int_{-\infty}^{\infty} u^2 dy$ とし結局

$$\frac{U_{max}}{U_0} = K \left(\frac{x}{L} \right)^{-1/2} \quad (4.1)$$

(4.1) 式で U_0 は slit の位置の最大流速、 x は slit の中心及び K は定数である。(4.1) 式によって実測値と整理すると図 4.1 の如くなる。図では Kuetche の言う A 領域は $x/L \approx 0.4$ 以下の理論計算による $x/L = 0 \sim 4.76$ (L は slit の直径) に相当する。次に図による $x/L \approx 4$ から $x/L \approx 0.7$ は後の C 領域に相当すると思われる。

B 領域は $x/L \approx 4$ 附近に存在していると思われるが実測値不足のため明確でない。佐藤細井の称する D 領域については床板の影響が相当あるものと考えられる。又垂直壁を設けた場合は図 4.2 の如くなり x/L によって速減の割合はかなり異なる。床板の圧力と流速に換算すると床板がない場合のその実の流速と一致する事が観測されている。図 4.2 では垂直壁の速減が U_{max} に及ぼす影響と床板の圧力から求めた最大流速の変化として示したりのである。

5. 床板の圧力分布について

床板に内径 0.8% の孔と 4% 間隔に設けヒールパイプでマノメーターに連絡して流速と測定し動圧力に換算した結果を示すと図 5.1 ~ 図 5.2 の様になる。又図 5.2 で P_0 は

slit にあける運動量と圧力に換算したものである。図から判断すると X_0 と一定にして Y_0 と小さくすると上流側の圧力は大きくなる。 Y_0 の大きさによって圧力曲線が種々変形している事から考えると垂直壁による流れの衝撃の外に上流側に発生した渦の型による影響があると考えられる。即ち落下水のエネルギーを消費する一つの手段として渦が形成されその渦の持つ運動量が加わる。そこで図 5.2 の様に整理してみると $X_0 = 0.22$ にあいて渦の消費は最大になっている。

