

西日本工業大学 正 赤司信哉
山口大学工学部 正 斎藤 隆
○ 西日本工業大学 正 石川 誠

1. はじめに

浅水域への自由落下放流による河床洗掘及び底泥物質の巻き上げ、拡散の概式化などを検討するためには、落下放流流れが河床に衝突した後の放射状流れの特性をまず把握せねばならない。水面に突入し、河床に衝突した後の流れは円形噴流の衝突による放射状壁面噴流と考えることができ、一般的には多量の泥粒子の混入を伴う流れとして考えられるが、本報告は第一段階として泥粒子の混入が少ないとの流れについて、実験結果を基に若干の検討を行ったものである。

2. 実験装置及びその方法

直径1.5m、厚さ15mmの円板上に水深が3.1cm、9.1cmとなるようにせまを設け、静水面にDの高さに直径2cmのノズルを設け、鉛直の落下放流（円形噴流）にて実験した。流速の測定には、外径0.85mm、内径0.65mmのステンレスピトー管及び正逆プロペラ流速計（プロペラ直径0.4mm）を使用し、共にジググラフに接続し10秒間の平均値を読み取った。

3. 実験結果及び検討

静水面よりDなる高さより半径Rなるノズルより静水中に落下

する流れの概略を図1に示す。水面へ突入時の水柱径（ $d=2r_1$ ）は $u_0 = \sqrt{V_0^2 + 2gD}$ より換算し、径 $2r_1$ なるノズルが水面に接して存在するものと考えて、検討を行うものである。河床の衝突前の流れは円形噴流とし、又衝突後の流れは放射状壁面噴流流れとして取り扱う。図2は衝突後の流れの速度分布の一例で、正流は河床付近のごく狭い領域で存在し、水深の大半が逆流域となっていることが分かる。放射状噴流（radial jet）の速度分布は同形の式で示したものが図3で、逆流域はあ

るものにおおむね式で表わすことが可能である。

$u/u_m = \text{sech}^2(y/\delta_0) \dots (1)$ 図4は衝突後の最大流速の変化を示したもので Re は（空気流による衝突流れ）の示すように r/r_1 にて表わすとき衝突点付近を除いて

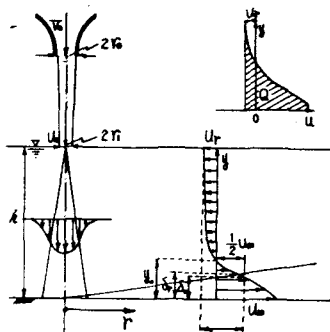


図-1 流れの概略及び符号説明

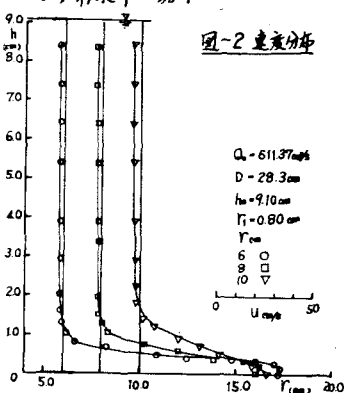


図-2 速度分布

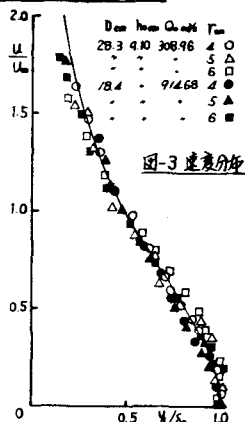


図-3 速度分布

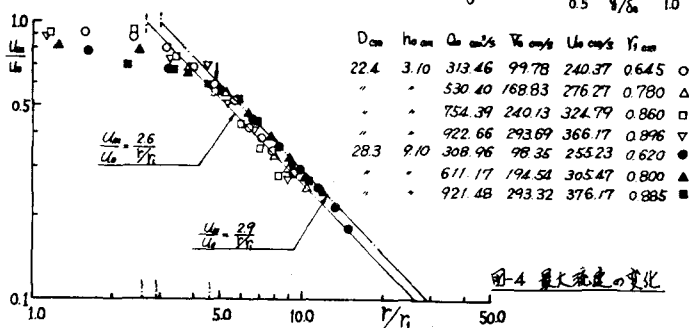
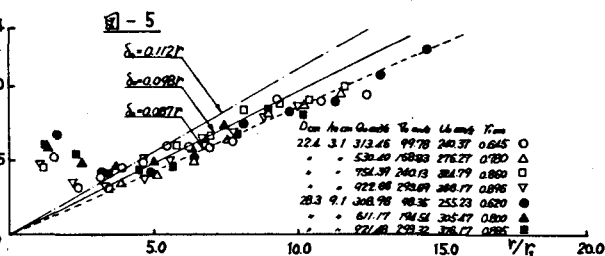


図-4 最大流速の変化

$u_0/u_1 = \alpha / (r/r_1) \dots (2)$ で表示可能であり、 $h = 9.1 \text{ cm}$ のとき $\alpha = 2.9$ for $r/r_1 > 4.5$ 、 $h = 3.1 \text{ cm}$ のとき $\alpha = 2.6$ for $r/r_1 > 4.0$ となる。 h により、若干異なるが、現れたところその変動は不明である。水深が大きい程到底までの流速距離が大きい、ため最大流速は低い値から、又逆勾配が振る



ため衝突より速い位置から一変に漸近することになるが、図5は $u = \frac{1}{2} u_m$ なる y の値を δ_0 とし、噴流代表幅として示したもので δ_0 の示す $\delta_0 = 0.087r \dots (3)$ とほぼ一致する。この値を radial jet の噴流幅 ($\delta_0 = \coth^{-1} \sqrt{2} r/\delta_r$) とすると $r = 10.13$ となる。さて水表面の逆流速 u_r を考慮して底面より水表面までの速度分布を $u = (u_m + u_r) \text{sech}^2(y/\delta_r) - u_r \dots (4)$ とし、図4、5より定まる u_m/u_0 、 δ_0/r を使い、 u/u_0 を評価してみる。 δ_r は $u = \frac{1}{2} (u_m + u_r)$ なる y の値である。噴出口流量を Q_0 として連続の式 $Q_0 = \int u dy$ より四式が導かれる。

$$\frac{u_r}{u_m} = \left\{ \frac{1}{2 \coth^2 \alpha} - \frac{u_m \tanh(\alpha \delta_0)}{u_0} \right\} / \left\{ \frac{\tanh(\alpha \delta_0)}{\alpha} - \frac{1}{2} \right\} \dots (5)$$

ここに $\alpha = 1/\delta_r$ 、 $\alpha = \coth^{-1} \sqrt{2}$ 、速度分布について $u = \frac{1}{2} u_m$ なる y と δ_0 とすると (4) 式より $\delta_0/\delta_r = \coth^{-1} \sqrt{(\frac{u_m}{u_0} + \frac{u_r}{u_0}) / (2.5 \frac{u_m}{u_0} - \frac{u_r}{u_0})} / 0.881 \dots (6)$ となる。(2)、(3) 式を上式に代入して u_r/u_m を δ_r / δ_r を求めたものを図6、7にそれぞれ実線で示した。又図8は (4)、(5) 式より逆流速 u_r ($u = 0$ なる時の y) を y_0 とすると、

$$\frac{y_0}{\delta_r} = \frac{1}{\alpha} \coth^{-1} \sqrt{\frac{u_m/u_0}{u_r/u_0} + 1} \dots (7)$$

となり図中に実線で示した。 δ_r の測定はかなりの困難であったためバラツキは大きいがおおむねその傾向を判別できる。図9は図1中に示す逆流速を考慮した斜線部分の流量 Q_r は $Q_r = \int_0^{y_0} (u + y) dy$ として算定値より定めたものである。radial jet (ディスク半径を r_0 、2 b_0 を) ノール幅の場合、 $Q/Q_0 = \sqrt{3} r/\sqrt{2} \delta_r b_0 \dots (8)$ 、 $u_m/u_0 = \sqrt{3} r/\sqrt{2} \delta_r b_0 \dots (9)$ である、 $r = 10.13$ として、 $h = 9.1 \text{ cm}$ に対して $r_0 = 4.5 r$ とすると (8) 式より $b_0 = 0.123 r$ となり、(9) 式に代入したものが図9中の実線である。

4. あとがき 本実験は空気吸入が少い場合 ($Q_0 = 300 \text{ cc/sec}$ のとき空気吸入率は0) について行ったものであり、実験数もまだ不十分であるため、十分に流れを把握できないが、今後さらに吸入水深を種々変え、さらに空気吸入率と流れの減衰との関連を明確にしていきたい。この実験が整理に御協力頂いた、大友、梶原、澤村、谷川氏に感謝するものであります。