

京都大学防災研究所 正員 今本 博 健
 京都大学防災研究所 正員 石垣 泰 輔
 京都大学大学院 学生員 ○馬場 康 之
 京都大学大学院 学生員 杉浦 禎 信

1. はじめに

表層噴流は河川河口部の流れを解析する上での基本的な流れであるが、その流動は3次元的で複雑な様相を呈する。本報告は、放出口での底面勾配を変化させ、表層噴流の挙動に与える影響について実験的に検討したものである。

2. 実験方法

実験水路は長さ13m、幅39cm、深さ19.5cmの長方形断面を有する循環式直線水路の中央に、長さ2m、幅4cmのガラス製の水路を設置したものである。水路勾配は共に水平とした。放出口での底面勾配は、あらかじめ所定の勾配に作られた斜面を設置し、鉛直から水平までの5段階に変化させた。実験は、LDA（レーザ・ドップラ流速計）を用いた流下方向平均流速の鉛直および横断分布の計測と、水素気泡法による流れの可視化を行ない、底面勾配の変化が流況に及ぼす影響について検討した。実験条件は、放出口の水深 $h_0 = 2$ cm、放出口での断面平均流速、フルード数およびレイノルズ数はそれぞれ $u_0 = 10$ cm/s、 $Fr_0 = 0.23$ 、 $Re_0 = 1450$ である。

3. 実験結果

図-1は、流速の横断分布の計測結果を、各断面内の最大流速で無次元化した結果である。底面勾配が1:0（段落ち）の場合には放出口から出た流れは直進している。一方、底面勾配が1:10と緩やかな場合には偏流しており、断落ちの場合と異なる流況を示す。

図-2は、流速の鉛直分布を各断面内の最大流速で無次元化した結果を示す。底面勾配が1:0の場合には流入直後の断面において逆流域が明確に認められるが、1:10の場合には逆流域は見られない。底面勾配が1:0の場合においては、流速が0となる点を結んだ線の勾配は

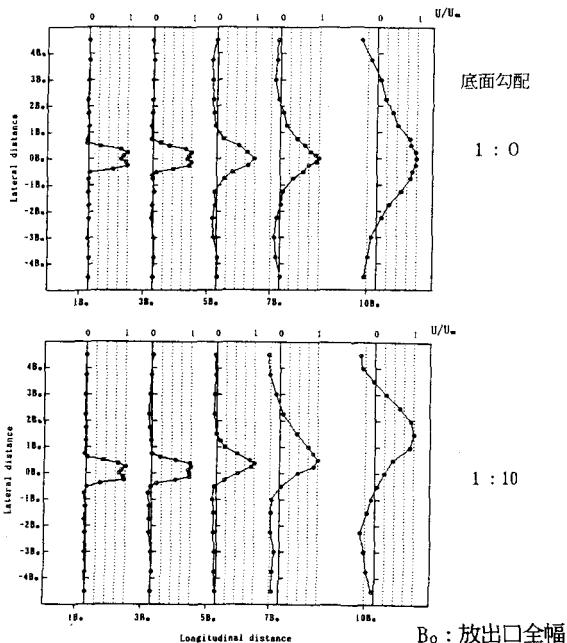


図-1 流速分布の計測結果（横断分布）

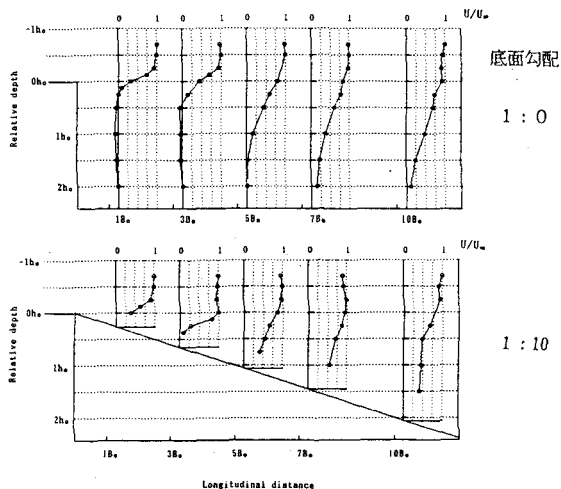


図-2 流速分布の計測結果（鉛直分布）

1 : 5程度であり、底面勾配が1 : 10の場合には噴流の下部は底面に接している。これより、勾配が緩やかな場合には、底面の影響が流れに及ぶと考えられる。

図-3は、流速の鉛直分布を各断面での相対水深で整理した結果である。なお、図中の実線はガウス曲線である。底面勾配が1 : 0の場合にはガウス曲線に沿う傾向が見られ、適当な長さスケールを用いることで流速分布が相似形となることが分かる。一方底面勾配が1 : 10よりも緩やかな場合には、流速分布は一樣に近づきガウス曲線との一致は見られなくなる。このように底面勾配が1 : 10付近を境にして流速の分布特性が変化することから、底面勾配が1 : 10よりも緩やかな場合には底面の影響が流れに及ぶことが分かる。

図-4は、流速の横断分布を半値半幅を用いて整理したものである。図中には2次元自由噴流について得られている理論曲線も合わせて示してある。 y/b が2よりも小さい範囲においては理論曲線と良い一致を示していることから横断分布についても流速の相似性が見られる。しかし、底面勾配の変化による影響はほとんど見られず、横断分布に対しては底面勾配の影響は大きくないことが分かる。

また、断面内最大流速の流下方向の通減に関しても底面勾配の影響は小さく、流下距離の-1乗程度で通減する結果が得られた。

水素気泡法による流況の可視化では、底面勾配が1 : 0の場合には逆流域が明確に認められると共に、噴流が周囲の流体を巻き込む連行現象が見られた。底面勾配が1 : 10の場合には逆流域は見られず、噴流の下部が底面に接していると考えられるが、連行現象は認められた。1 : 10付近の勾配を境にして流れの状況が変化することを考慮すると噴流は底面に接したり離れたたりしており、底面から離れた時には周囲の流体を巻き込んでいると考えられる。

4. おわりに

以上より、放出口での底面勾配を変化させると、底面勾配1 : 10付近を境にして表層噴流の流況や流速の鉛直分布に大きな影響を与えることが分かったが、横断方向や流下方向の特性についてはあまり大きな影響は持たないことが分かる。

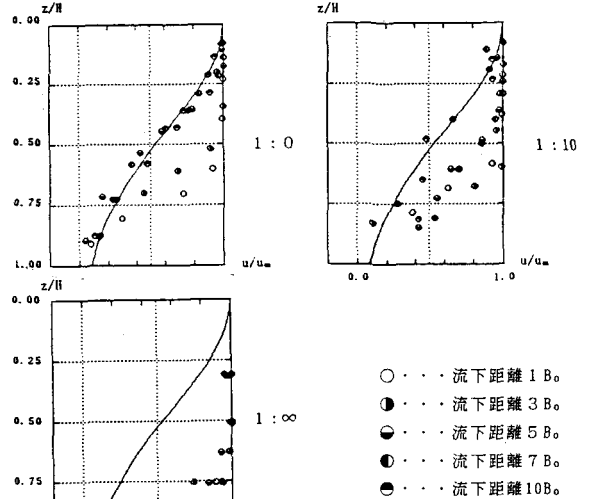


図-3 流速の鉛直分布（無次元化表示）

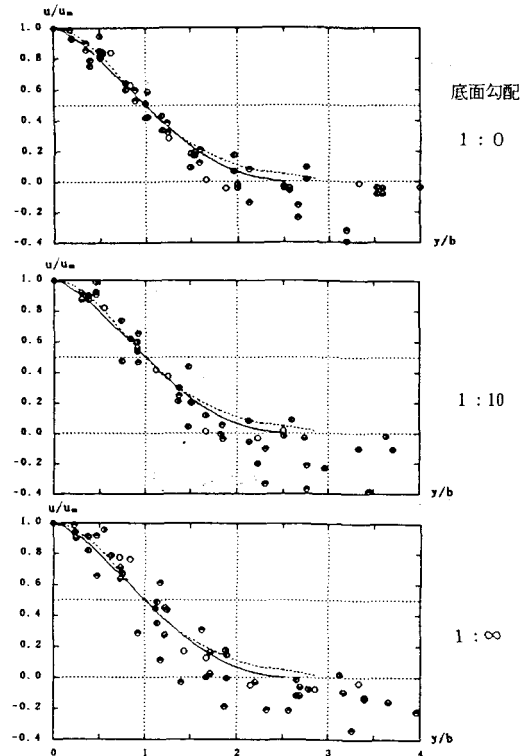


図-4 流速の横断分布（無次元化表示）