

開水路流れの内部構造に及ぼす断面形状効果について(1)

—長方形断面の場合—

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
大 阪 府 正員 ○吉 村 庄 平

1. はじめに：直線開水路における流れの3次元挙動はその支配スケールにより内部変数 y/H で規定される運動と外部変数(水深 H ，水路幅 B など)で規定されるものとに大別される。本研究は後者に着目し，水路幅・水深比の影響について実験的に検討したものであって，速度計測にはレーザー流速計が用いられている。なお，実験は表-1に示す水理条件で行い，5mm間隔の格子点で計測を行っている。

2. 実験結果および検討：図-1は平均流速 U のコンターを示したものである。いずれのケースもコンターは路床面あるいは側壁面に平行でなく波状を呈している。また，最大流速点は $B/H=1$ および2のケースでは水面より下方に位置しているが， $B/H=3$ のケースではほぼ水面付近に位置し，水路中央付近ではほぼ2次元であると思われる。さらに，コンターの凹凸より流体の移動が推定できるが，各ケースとも流れの中央部から隅角部に向かってコンターは凸になっており，このことより流れの中央部から隅角部へ向かう二次流が推定できる。同様にして，水面付近では側壁から水路中央に向かう流れも推定できる。また，流れの上昇位置に対応すると思われる路床付近でのコンターの凸部は， $B/H=1$ のケースでは水路中央付近に1箇所存在するだけであるが，水路幅・水深比が増すにつれてその数は増加している。図-2は乱れ速度 v を摩擦速度 u_τ で無次元化した v/u_τ のコンターを示したものであって，低乱れ領域の位置は図-1での最大流速点の位置とほぼ一致し， $B/H=1$ および2のケースでは水面より下方で， $B/H=3$ のケースではほぼ水面付近となっている。また，いずれのケースにおいても，流れの中央部から隅角部に向かっ

表-1 水理条件表

Case	l/τ_e	$Q(l/s)$	$B(cm)$	$H(cm)$	$T(s)$	Re	Fr
1	670	0.726	5.00	5.00	12.08	3.93×10^3	0.118
2	1485	1.066	10.00	5.01	14.33	4.58×10^3	0.430
3	1304	1.606	15.00	5.00	12.63	5.28×10^3	0.395

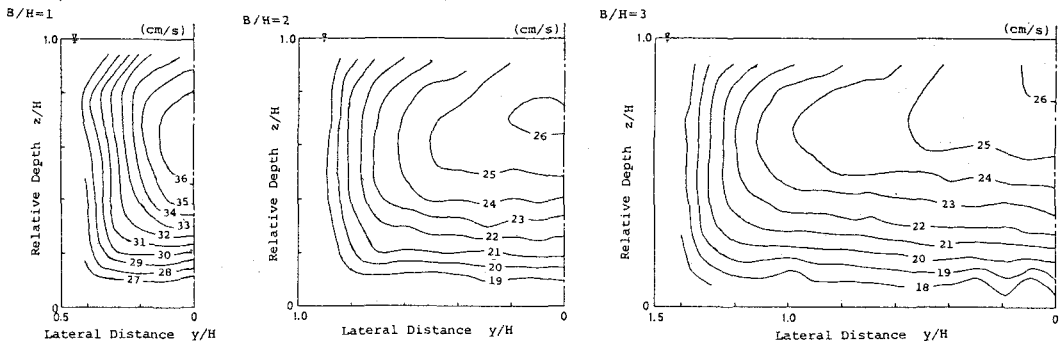


図-1 U のコンター

Hirotake IMAMOTO, Taisuke ISHIGAKI, Shōhei YOSHIMURA

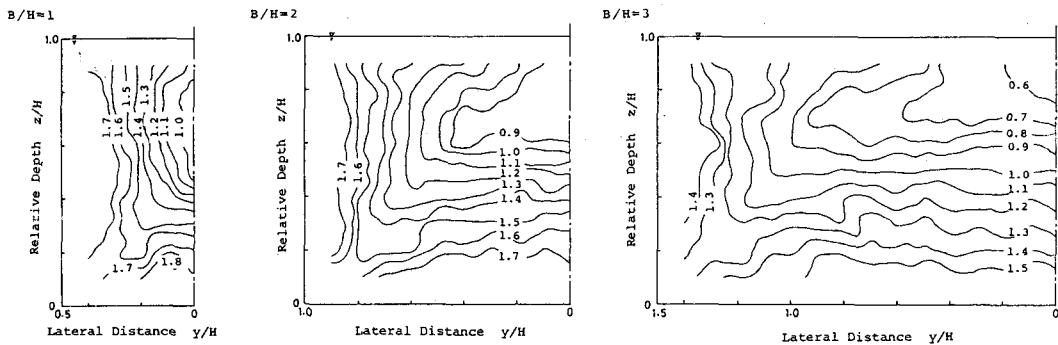


図-2 u/U_b のコンター

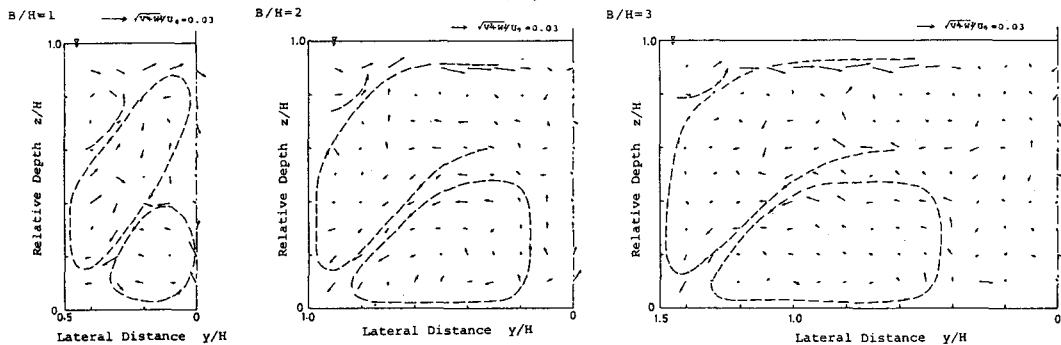


図-3 速度ベクトル図

てコンターはかなり突出しており、流れの中央部から隅角部へ向かう二次流の影響は Ω のコンターよりかなり顕著に現われている。図-3は横断面内の速度ベクトル図を示したものであって、流れの中央部から隅角部へ向かう二次流および水面付近で側壁から水路中央へ向かう二次流が明確となり、それらはそれぞれ断面平均流速 U_b の2~3%および4~5%程度の大きさとなっている。このことは図-1において Ω のコンターの凹凸より推定した流体の移動とよく一致している。図中に示された破線は二次流の推定図である。すなわち、二次流は流れの中央部から隅角部へ向かい、そこで側壁沿いに上昇する流れと路床沿いに水路中央へ向かう流れに分かれ、上昇する流れは半水深付近から水路中央水面付近に向かいそこで下降流となって流れの中央部へ、また水路中央へ向かう流れは水路中央付近で上昇流となって流れの中央部へそれぞれもどっている。しかしながら、 $B/H=2$ および3のケースでは水路中央付近における水面付近での下降流および路床付近での上昇流の位置は不明確である。

3. おわりに：以上の結果より、いずれのケースにおいても、側壁付近には隅角部の2等分線をはさんで比較的安定な縦渦が2個存在しており、従来からいわれている流れの中央部から隅角部へ向かう流れの存在も説明できる。また、側壁付近と比較して水路中央付近では、側壁の影響が水路中央まで支配的な $B/H=1$ のケースを除くと、その内部構造は複雑で縦渦の位置の推定も非常に困難と思われる。なお、本研究での計測結果は全断面同時計測ではなく、また長時間平均値のため、間欠的に生じる流れをとらえることができない点については今後の検討課題としたい。