

L D V による開水路流れの速度ベクトル計測について - 第 3 報 -

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
 日本道路公団 正 員 ○梶間厚邦

1. はじめに：開水路における側壁近傍の流れは、側壁と路床という2種の固定境界面の影響を同時に受けるため、その乱流構造は複雑な3次元性を呈し、かつ組織的な渦構造が存在することが知られており、著者らも流れの可視化手法を用いて、図-1に示す側壁近傍の流れの3次元構造モデルを提案している¹⁾。本研究は、長方形断面開水路流れを対象として、水路幅・水深比の変化が側壁近傍の流れの3次元構造および乱流構造の3次元特性に及ぼす効果を検討することを目的に、レーザー・ドップラー流速計を用いた速度ベクトル3成分の同時計測を行なった結果を示すものである。

2. 実験装置および方法：実験装置および解析方法は既報²⁾とほぼ同じであるが、本報では水路幅を変化させるために2枚のガラス板を隔壁として水路内に流下方向鉛直に設置しており、水深約4cm一定で、水路幅が20cm, 12cm, 4cmの水路幅・水深比としては5, 3, 1の3種類の断面形状において実験を行なっている。水理条件は表-1に示す通りである。

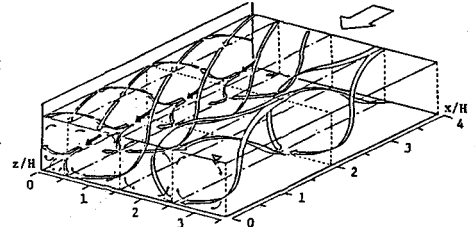


図-1 側壁近傍の流れの3次元構造モデル

表-1 水理条件表

B (cm)	H (cm)	Q (l/s)	Re	Fr	u_F (cm/s)
20.0	4.01	2.055	7700	0.48	1.396
12.0	4.00	1.200	5800	0.52	1.364
4.0	4.01	0.329	2900	0.57	1.041

3. 実験結果および検討：図-2は、流下方向平均速度 $\bar{u}$ の等速度線図であり、いずれの図においても隅角部へ向かう歪曲および最大流速点の降下が認められる。B/H=5の場合、最大流速点は水路中央より $z/H=2.0$ 付近までは水面に位置し、側壁に向かうにつれて降下していく。コンターの分布形状は、B/H=5と3とではまったく重なり合い、B/Hが大きい場合には側壁の効果はB/Hには依らず z/H のみに関係するようであり、その範囲は水深の2倍程度まで及ぶと考えられる。したがってB/H=3の場合には水路中央においても最大流速点は降下している。B/H=1の場合には対岸側の側壁との相互干渉が考えられ、単に z/H の関数とはみなされ得ないと思われる。図-3は、鉛直方向平均速度 $\bar{v}$ と横断方向平均速度 $\bar{w}$ をベクトルで示したものであるが、図-2の $\bar{u}$ の3次元分布との整合性が明らかであり、また図-1の

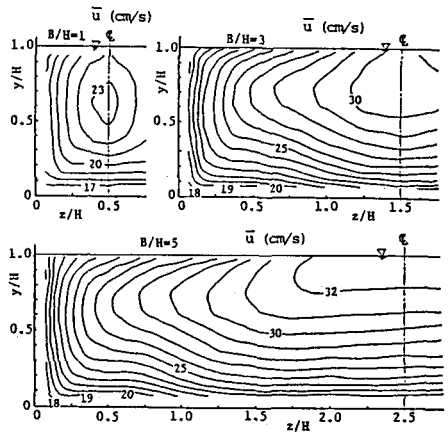


図-2 流下方向平均速度の等速度線図

側壁近傍における縦渦構造の安定性が伺える。隅角部底面での渦は B/H が十分大きい場合固有のスケールを有するようであり、水面で水路中央へ向かう流れは $z/H=1.5$ 程度まで及び、 B/H が小さい場合には水路中央での対称性により比較的強い下降流となっている。したがって、 B/H が比較的大きい場合の側壁近傍での縦渦構造は図-1のモデルで近似的に説明されるが、 $B/H=1$ 程度では対称断面との相互作用の考慮の必要性が考えられ、さらに詳細な検討が必要である。次に、図-4は乱れエネルギーの生成項の分布を、図-5は乱れエネルギーの分布を、壁面まさつ速度 Uf と水深 H を用いて無次元化して示したものである。図-4より、乱れは壁面近傍でその大部分が生成されており、路床においても側壁においても隅角部頂点に向かって急激に減少する。また図-2において $\bar{u}$ のコンターが壁面に垂直方向に伸びる隅角部2等分線付近では、乱れの生成は極めて微小となっている。分布の3次元性と図-3の2次流との対応関係は明確ではなく、乱れの生成の3次元特性の主要因は側壁と路床とで構成される境界形状であると考えられ、それ故隅角部に固有の分布特性が存在するようであり、 B/H の変化に対してもその分布特性に変化は見られない。図-5の乱れエネルギーの分布については、生成項の分布と似通っていることから生成項の分布に深く関係していることが考えられ、その上に2次流による高乱れもしくは低乱れの流体の輸送の影響を受けているようである。生成項も2次流も隅角部付近で固有の3次元性を示すため、乱れエネルギーについても同様のことが言え、 B/H には依らない分布特性を示している。

以上のことより、側壁近傍の流れの3次元構造および乱流構造の3次元特性は、隅角部付近で固有な特性を示し、水路幅・水深比が極端に小さくしなければその値に依らないことが明らかにされた。

参考文献：1) 今本・石垣・梶間：第31回水理講演会論文集，1987。2) 今本・石垣・梶間：土木学会関西支部講演集，1985。

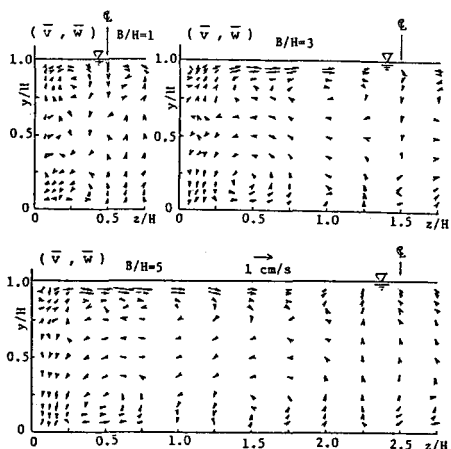


図-3 2次流速度ベクトル図

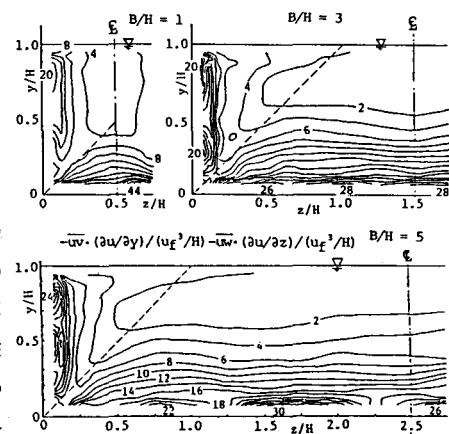


図-4 乱れエネルギーの生成項の等値線図

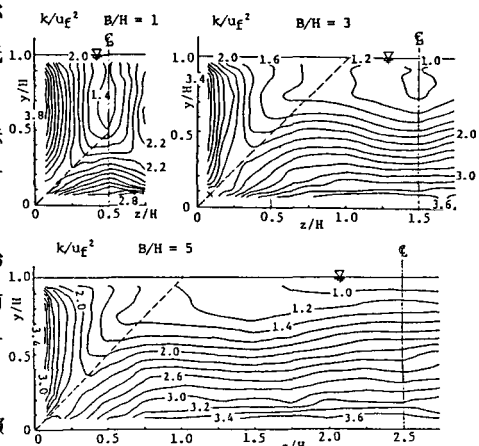


図-5 乱れエネルギーの等値線図