

## II - 1

## 野外水路における乱流特性についての検討

日本大学 工学部 学生会員○小金 理宏 奥山 昌彦

小原 知也 神戸 栄起

日本大学 工学部 正会員 長林 久夫 木村 喜代治

## 1. はじめに

開水路流れの乱流構造は、実験的検討や応力方程式モデルを代表とする数値計算などにより検討されており、種々の乱流特性量の分布をはじめ2次流の発生機構や最大流速位置が自由水面から降下する現象などの基本的特性が明らかにされている。そして、用水路規模の測定にも試みられており、実規模水路の乱流構造との対応が検討されている。しかし、実規模水路の自由水面付近における乱流構造については、測定例が少なく、より多くの測定事例における検討を必要としている。よって実規模水路の例として、本研究では安積疏水において乱流構造計測を行い、2次流効果・自由水面効果・境界面効果などの特性を検討した。

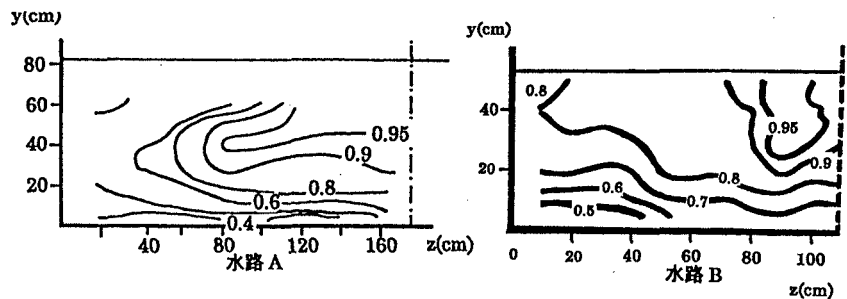
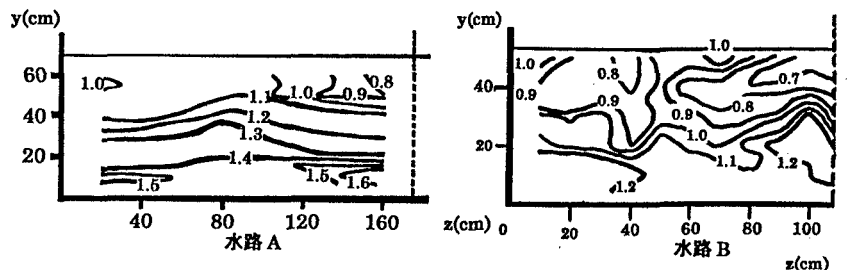
## 2. 計測方法

底面および側壁がコンクリート製の2種の水路直線区間  $L=270\text{m}$ , 幅  $b=3.8\text{m}$ , 水深  $h=70\text{cm}$ , 水路勾配  $i=1/1160$  の水路 A と、直線区間  $L=136\text{m}$ , 幅  $b=2.2\text{m}$ , 水深  $h=53\text{cm}$ , 水路勾配  $i=1/10400$  の水路 B で計測を行った。計測断面は、それぞれ直線区間の中間地点である。水路 A では、L字型2成分電磁流速計を用いて、uv成分とvw成分の流速測定を行った。計測の測線は側壁より5測線とり、各測線で10点から11点計測を行った。また、水路 B では、I字型1成分電磁流速計を用いてu成分の流速測定を行った。計測の測線は側壁より12測線とし、各測線で鉛直方向に9点計測を行った。

## 3. 検討および考察

## 3-1. 主流乱流構造の検討

図1は、それぞれ水路 A ( $b/h=5.4$ ), 水路 B ( $b/h=4.2$ ) で得られた主流速度  $u$  の等値分布線図である。両水路ともに最大流速位置が自由水面より降下しており、底面および側壁に向かうにつれ単調に減少しかつ底面に平行に分布している。図2はそれぞれ水路 A, B で得られた主流乱流強度  $u'$  の等値分布線図で、両水路ともに最大流速付近で最小、底面で最大となっている。しかし、水路 A では、主流分布同様なめらかな平行分布となっているのに対して、

図1 主流等流速分布  $u/u_{\max}$ 図2 主流乱流強度分布  $u'/u^*$

水路 B では、複雑な分布となっており、3 次元的な分布形状を示している。このことは、堆積による底面粗度効果を考慮する必要もあるが、 $b/h$  の外部条件の効果が大きいと考えられる。図 3 は、それぞれ水路 A, B における水路中央付近で得られた主流乱れ強度の分布である。水路 A, B ともに、実線の普遍表示<sup>2)</sup>よりも値が小さいが、 $y/h=0.2$  以上で 2 次元水路の分布を示している。水路 B では、実線との差異が大きい、水路勾配が小さいために、断面平均摩擦速度を用いたことに疑問が残ると考えられる。

### 3-2. 水路 A における 2 次流に関する検討

図 4 は、2 次流ベクトル図で、水面側の隅角部から水面中央部に向かう大きな渦と底面付近に小さな渦の存在が想定できる。図 5, 6 は、それぞれ 2 次流発生項とレイノルズ応力項の等値線分布図である。図 5 では、底面に沿った  $w$  成分が  $v$  成分に比べて強くなること、隅角部に向かってその範囲が減少することは、底面から側壁領域にかけての流れの特性をほぼ表現している。図 6 に示すレイノルズ応力項は直接測定が困難であり、一般にはブーシネ近似を用いることが多く、直接評価した例は少ない。大本<sup>3)</sup>は上記の仮定により間接的に、縦筋河床の周辺におけるこの項のオーダーを評価しており、2 次流のある場では  $-vw/u_*^2 = -0.06$  から 0.03 程度であることを指摘した。図 6 においてもほぼ同程度の強度を与えている。さらに、底面隅角部から負の領域が見られ、水路中央部の底面側と水面側隅角部には正領域であり、2 次流分布に対応した変化特性を示している。しかし、測定器の精度上絶対量としての評価は、疑問が残る。

### 4. おわりに

用水路の乱流測定から次のことが言える。

- 1) 断面内の乱流構造は、 $b/h=4.2$  程度で 3 次元的な分布形状を示す。
- 2) 2 次流構造は、水面側の隅角部から水路中央に向かう大きな渦接近が見られ、用水路規模の乱流構造も小型水路の知見が適用される。
- 3) 2 次流の回転セルに対応した  $-vw$  の分布特性を示した。

<参考文献>

- 1) 瀬津家久(1991)：琵琶湖疏水の 3 次元乱流計測、水工学論文集、第 35 巻、pp345-350
- 2) 瀬津家久(1977)：開水路乱流の乱れ強度に関する研究、土木学会論文集、第 261、pp67-76
- 3) 大本・平野・M.S.パール(1989)：第 33 回水理講演会論文集、pp529-534

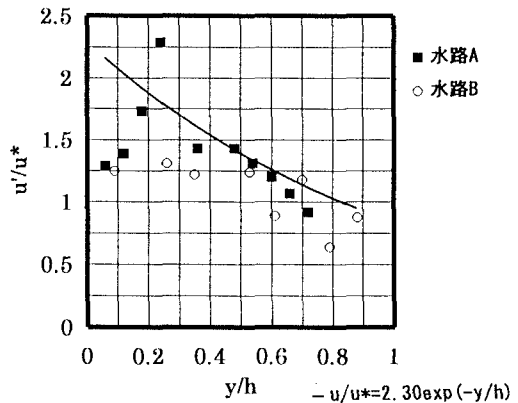


図 3 主流乱れ強度分布

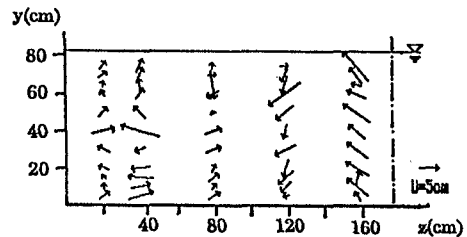


図 4 2 次流ベクトル図

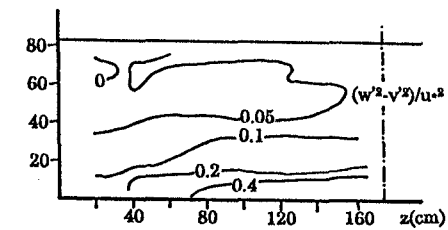


図 5 2 次流発生項分布

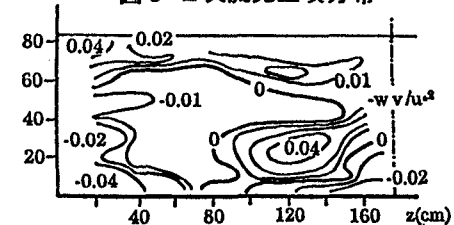


図 6 レイノルズ応力項分布