

## 開水路漸縮流の横断面内水理特性

九州工業大学大学院 学生員 ○坂本 真 鬼東幸樹  
九州工業大学工学部 正 員 浦 勝 秋山壽一郎  
九州工業大学工学部 学生員 堀越公博

### 1. はじめに

水路幅が流下方向に急変する開水路急拡流・急縮流<sup>1)</sup>および水路幅が緩やかに拡幅する開水路漸拡流の水理特性については、かなり実験的に明らかにされているが、水路幅が緩やかに狭まる開水路漸縮流については、平均流速場や乱れ特性など多くの不明な点が残されている。著者らは開水路漸縮流の主流速分布、2次流速分布、および乱れ強度分布を測定し、いくつかの知見を得たのでここに報告する。

### 2. 実験装置および実験条件

実験に用いた水路は、堀越ら<sup>2)</sup>が用いたものと同様であり、長さ2000cm、水路幅60cmの可変勾配水路の下流から長さ600cmの区間を幅21cmにし、さらにその上流側に長さ $\ell=220$ cm、角度 $10^\circ$ の漸縮部を取り付けたものである。以下、漸縮部の上流側の区間を「上流部」、漸縮部の下流側の区間を「下流部」と呼ぶ。実験条件は下流部において水深8.0cmの等流となるように、水路床勾配を1/610、流量を7.81( $\ell$ /s)とした。座標系として、流下方向にX軸(漸縮部入り口を $X=0$ とする)、X軸に直角上向きにY軸、右岸から左岸に向かいZ軸とし、それぞれの時間平均流速成分を $U, V, W$ 、乱れ強さを $u', v', w'$ とした。右岸側横断面内の460点において、 $U, V$ および $U, W$ をX型Hot-film流速計によってそれぞれ測定した。なお、測定は上流部で2断面、漸縮部で4断面の計6断面を行った。

### 3. 実験結果および考察

得られた水理諸量を表-1に示す。ここに、 $h$ は水深、 $B$ は水路幅、 $B/h$ はアスペクト比、 $Re = 4R\bar{U}/\nu$ はReynolds数、 $Fr = \bar{U}/\sqrt{gR}$ はFroude数、 $R$ は径深、 $\bar{U}$ は断面平均流速、 $\nu$ は動粘性係数、 $g$ は重力加速度である。図-1に2次流ベクトルを示す。上流部において一対の水面渦と底面渦の存在が認められる。これらの渦の水平スケールは水深程度であり、最大流速 $U_{max}$ で無次元化された2次流強度は4%程度である。漸縮部では流下方向に水平スケールおよび2次流強度が減少する。図-2に $U_{max}$ で無次元化された主流速分布 $U/U_{max}$ の等値線図を示す。 $U/U_{max} = 0.9$ を太線で示した。ここで $U/U_{max} = 0.8$ の等値線に着目すると、水面付近で水面渦の影響により水路中央側を向き、隅角部付近では底面渦の影響により丸みを帯びる。漸縮部では丸みを帯びていた等値線が矩形に近づいているが、この原因は2次流強度の減少が考えられる。最大流速点は漸縮部では流下に伴い右岸と左岸の二つに分かれながら側壁がわに移動する。このように最大流速点が水路中央を対称軸にして左右の2カ所に存在する現象は、今本ら<sup>1)</sup>による開水路急縮流の測定においても観察されている。図-3に水路中央摩擦速度 $U_*$ で無次元化された乱れエネルギー $\bar{k} = (u'^2 + v'^2 + w'^2)/2U_*^2$ の分布を示す。太線で示した $\bar{k} = 1.0$ の等値線に着目すると、上流部では底面とおおよそ平行で半水深付近に存在するが、漸縮部では流下に伴い底面付近に近づいていくことから、乱れエネルギーの減衰が伺える。

### 4. おわりに

開水路漸縮流では、最大流速点が水路中央軸を対称にして2カ所に存在すること、流下に伴う2次流強度の減少によって主流速分布が矩形分布に近づくこと、および乱れエネルギーが減衰することなどがわかった。

### 参考文献

- 1) 今本博健, 藤井良啓, 藤井義文, 京大防災研年報, 第20号, pp. 1-21, 1977.
- 2) 堀越公博, 浦 勝, 秋山壽一郎, 坂本 真, 鬼東幸樹, 西部支部研究発表会講演概要集, 1996.

表-1 水理諸量

| X<br>(cm) | X/ℓ   | h<br>(cm) | B<br>(cm) | B/h  | Re<br>×10 <sup>4</sup> | Fr   |
|-----------|-------|-----------|-----------|------|------------------------|------|
| -100      | -0.45 | 8.00      | 60.0      | 7.50 | 4.06                   | 0.20 |
| -10       | -0.05 | 8.06      | 60.0      | 7.44 | 4.13                   | 0.20 |
| 55        | 0.25  | 8.22      | 49.0      | 5.96 | 4.91                   | 0.25 |
| 110       | 0.50  | 8.30      | 42.5      | 5.12 | 5.60                   | 0.32 |
| 165       | 0.75  | 8.20      | 29.4      | 3.59 | 6.89                   | 0.46 |
| 215       | 0.98  | 7.74      | 21.6      | 2.79 | 8.49                   | 0.71 |

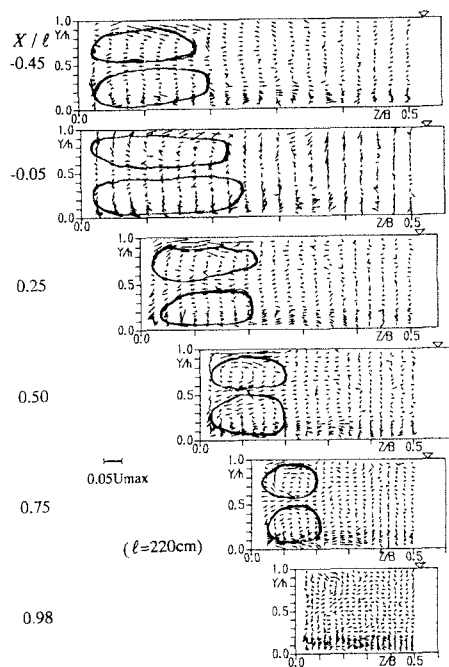


図-1 2次流ベクトル図

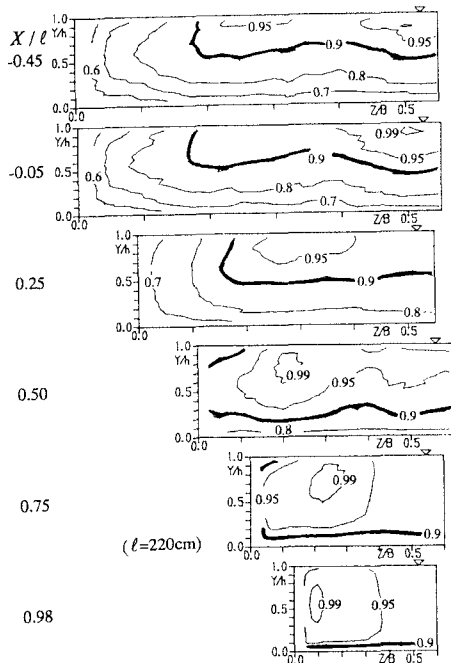


図-2 主流速分布

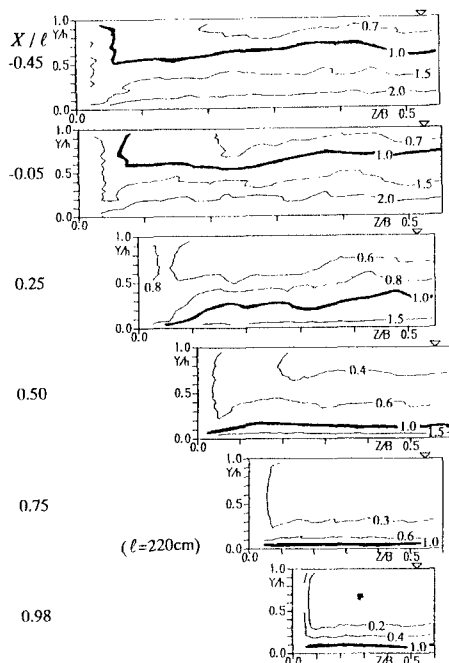


図-3 乱れエネルギー分布