

II-67

水制間の流況特性に関する基礎実験

山形大学大学院農学研究科 学生会員 ○瀬下 典子

山形大学農学部 正会員 前川勝朗

I. はじめに 水制は、岸の崩壊を防ぐ、または護岸の負担を軽減する等¹⁾、主に治水の機能を持ち、治水面での改良・研究が行われてきた。水制間（流下方向に順次水制が設置されたその水制と水制の間に挟まれた区間）においては土砂も堆積し、多様な流れが生じていると思われ、水制工の生態系保全・育成の観点からの研究が必要と思われる。本研究は、特に水制間の流れの内部構造を実験的に把握し、水制の流れについての基礎資料を得んとしたものである。

II. 実験装置と実験方法 実験に用いた水路は、長さ約 14m、幅 0.5m の木製長方形水路で、水路側壁は硬質透明アクリル製である。実験は、水路上流側の長さ 6.5m 区間の側壁に水制長 L を 5, 10, 15cm、厚さ 2cm の模型水制を取り付けて行った。 $L=5, 10$ cm の場合には両側壁に模型水制を配置し、 $L=15$ cm の場合は片側のみ配置した。水制間距離 C は、 $L=5$ cm の場合には $C=5, 12, 26, 54$ (cm)、 $L=10$ cm の場合には $C=10, 22, 46$ (cm)、 $L=15$ cm の場合には $C=15, 32, 66$ (cm) で、それぞれ実験を行った。実験流量 Q は、5~15(l/s)であった。模型水制配置状況の一例を図-1 に示す。また、図-2 のように主流に対する水制の設置角度を 90° から $\pm 45^\circ$ にした場合についても実験を行った。流速測定は、3次元電磁流速計(KENEK, VP3000)を用い、上流水制の下流側を x の基準 0 とし、流下方向に 2cm 間隔、横断方向に約 2cm 間隔、水深方向は 2 箇所(z =水路床から 1.5cm、水面から 1.5cm)で水制間とその近傍を測定した。計測は、流下方向流速成分 v_x とその横断方向流速成分 v_y 、鉛直方向流速成分 v_z を調べた。

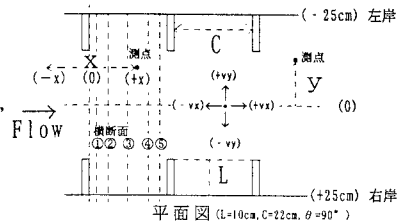


図-1 模型水制配置状況及び記号の説明

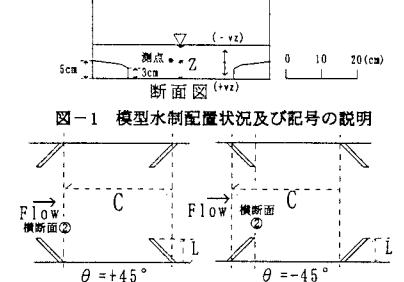


図-2 $\pm 45^\circ$ 模型水制配置図

III. 実験結果と考察 横断面流速分布の一例を図-3~7 に示した。図-3 は設置角度 90° で横断面②において、縦軸に v_x をとり横軸に水路幅 B の $1/2$ 、つまり水路中央を基準 0 とした左右岸への距離をとったグラフである。図-4 は横断面①、横断面④、横断面⑤において縦軸に v_z をとったグラフである。図-5 は横断面⑤において、縦軸に v_y をとったグラフである。図-6 は設置角度 $+45^\circ$ で横断面②において、縦軸に v_x, v_y, v_z をとったグラフである。図-7 は、 -45° で横断面②において、縦軸に v_x, v_y, v_z をとったグラフである。これらの実験結果から次のような結果を得た。

- 1) 主流部における流速 v_x の分布形(横断面)はほぼ同じであった。2) 直上・下流の水制先端を結んだ水制間内のうち、上流側水制の直下流から $C/3$ 地点付近において、水面付近はスムーズな流速分布形(横断面)であるが底面付近で顕著な逆流域が生じ(図-3, ①)、3) 下流側水制方向に行くに伴い、底面付近においてもスムーズな流速分布形(横断面)に回復する傾向であった(図-3, ②)。
- 4) 水路中央における v_z を調べたところ、約 $C/2$ 地点までは、正值(下向き)で低下背水的な流れであるが(図-4, ①)、この点を過ぎると v_z 値は約 $3/4C$ 地点まで負値(上向き)の流れとなり、つまり上向きの流れを伴って水面はいくぶん上昇し(図-4, ②)、その後は下流水制直上流の循環域などの影響を受けて、 v_z 値は正、つまり低下背水的な流れとなり(図-4, ③)、水路中央部ではこのような流れを繰り返す。

また、直上・下流の水制先端を結んだ水制間内の流れは、上流水制の直下流の底面付近では負値(上向き)の v_z が生じ(図-4, ①)、その後は正值であるが(図-4, ②)、 $3/4C$ あたりから下流水制直前まで負値(上向き)の流れがみられた(図-4, ③)。

5) v_y の特性は 3/4C 地点までは、水制の越流と水制先端のはく離の影響で、水制先端を結んだ水制間の特徴は顕著ではないが、3/4C から下流水制の間の循環域では、底面付近では水路側壁に向かう流れで、水面付近は水路中央に向かう流れであった（図-5）。

6) 水制の設置角度を $+45^\circ$ とすると、 v_x は水面付近に比べて底面付近の流速が速く、水制間内に逆流域は生じなかった。水制間の底面付近の v_y は上流側水制に沿って水路側壁方向に分離し、水面付近では水路中央に漸近する流れであった。 v_z は水路中央では下向きの流れで、水制間では、側壁側の底面付近で上向きの流れであった（図-6）。

7) 水制の設置角度を -45° にすると、水面付近の v_x は両側壁付近の流速が速く、上流側水制の直下流の底面付近では逆流域が発生する等、水面付近と底面付近では流速分布形が著しく異なる流れであった。水路中央の v_y は、底面付近では中央に漸近する流れで、水面付近では側壁方向へ分離する流れであった。 v_z は水路中央の底面付近で上向きの流れで、水制先端では下向きの流れが生じていた（図-7）。

IV. まとめ 越流水制の流れを対象に 3 次元電磁流速計を用いて流速分布等を測定したところ、 v_x 方向では水制直下流の逆流域、 v_y 方向では下流側水制直上流での循環域内の流向、 v_z 方向では水路中央の水制設置付近での下向きの流向等、3 次元的な内部構造の把握が可能であった。また、逆流域が発生し、流速が多様であったのは、設置角度が 90° と -45° の場合であった。そして、設置角度による顕著な流況特性の差異を実験的に明らかにした。今後は、非越流の場合の実験を行うほか、設置角度によるより詳細な流況特性を明らかにするために、 90° と $\pm 45^\circ$ の間に設置角度を増やして実験を行う予定である。

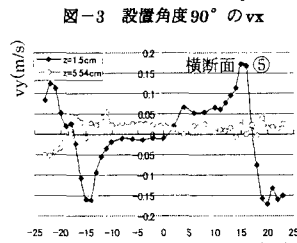
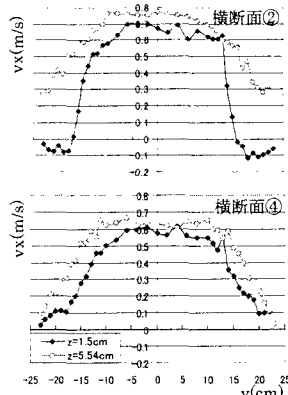


図-3 設置角度 90° の v_x

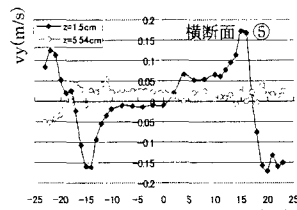


図-5 設置角度 90° の v_y

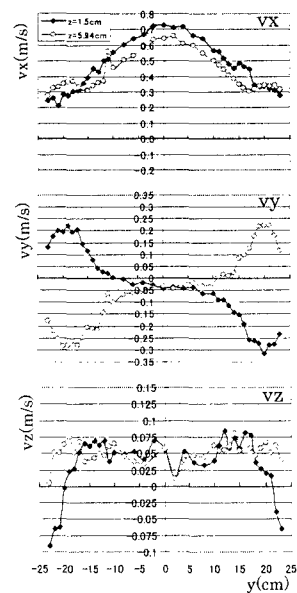


図-6 設置角度 $+45^\circ$, 横断面②

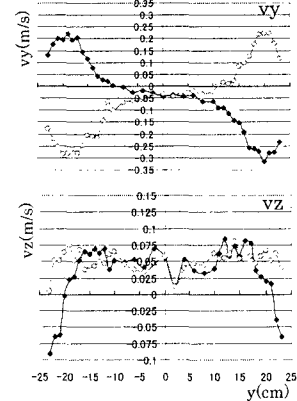


図-7 設置角度 $+45^\circ$, 横断面②

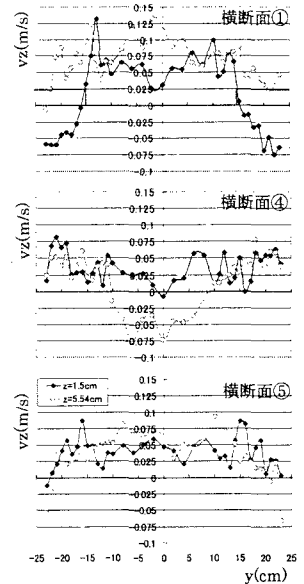


図-8 設置角度 -45° , 横断面②

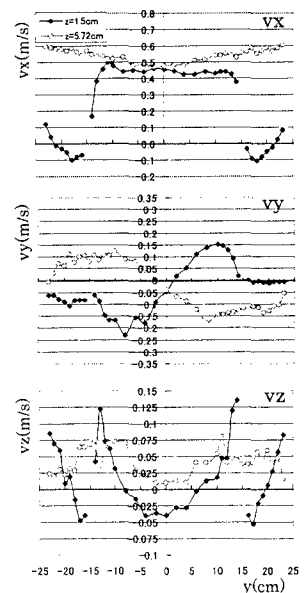


図-9 設置角度 -45° , 横断面②

引用文献

- 1) 山本晃一：日本の水制，山海堂，pp.200,203（1996）
- 2) 瀬下典子・前川勝朗・大久保博：水制間の流況特性に関する基礎的研究，農業土木学会大会講演会講演要旨集，pp.160,161（2000）