

(Ⅱ-13) 水制工の流水挙動と乱れ計測に関する実験的研究

前橋工科大学 学生会員 諸田恵士

前橋工科大学 小林靖典

前橋工科大学 正会員 土屋十圈

1. はじめに

近年、生態系に配慮した河川づくりの中で河川伝統工法が見直されるようになった。河川伝統工法のうちで水制工である牛柵工は余り研究はなされていない。そこで本研究では実験水路にて模型の牛柵工を設置し、水制工がもたらす流水挙動の変化と乱れについて把握することを目的とした。

2. 実験概要

本実験は実際に牛柵工が設置されている東京都平井川の合流湾曲部を縮尺 1/20 の模型で再現した。牛柵工の設置位置は図 1 や写真 1 のとおり合流部に 4 基設置した。流量はこの河川での中規模洪水での流量 $240\text{m}^3/\text{s}$ と小規模洪水時での流量 $112\text{m}^3/\text{s}$ の 2 ケースで実験を行った。測定方法は時間間隔 0.05 秒で 10 秒間流速を図 1 のとおり x 方向、y 方向を決め、流下方向と横断方向

の 2 次元で一断面につき図 2 のとおり測定し、このデータより流速分布、乱れ強度、レイノルズ応力を計算した。

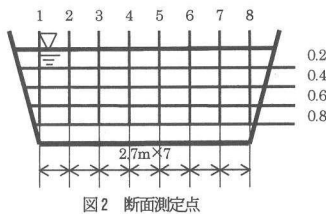
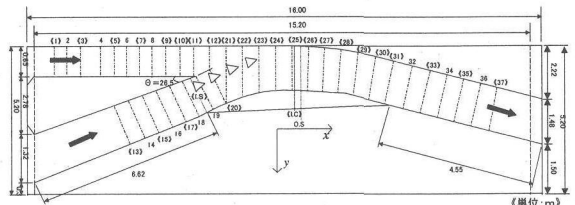


図2 断面測定点

3. 実験結果と解析

(1)流速分布

平均流速をもとに合流部での各断面の横断方向の流速分布を示した平面図が図 3 である。(a)水制工なしと(b)牛柵工の 2 つの図を比較すると、牛柵工を設置した場合は合流後の No.21 より下流で牛柵工を境に 1 つの断面において明確な 2 つの流れに区別されることがわかる。このときの左岸側の流れに着目すると、No.23、No.24 における平均流速は牛柵工のない場合の同位置での流速と比べ、それぞれ 1.2 倍、1.1 倍



IS: 内側円弧の始点 IC: 内側円弧の中間点 OS: 外側円弧の始点 △: 牛柵工設置位置

図1 実験水路平面図

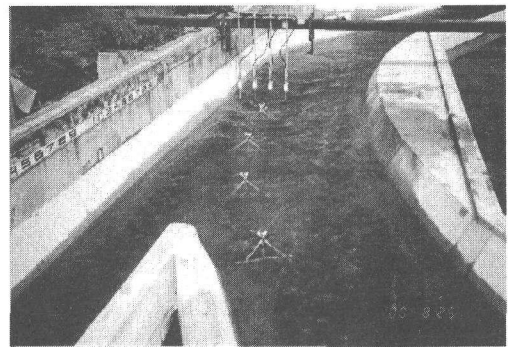


写真1 牛柵工実験中

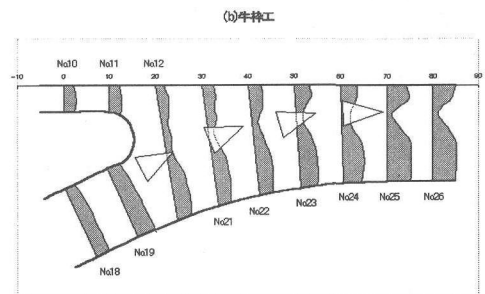
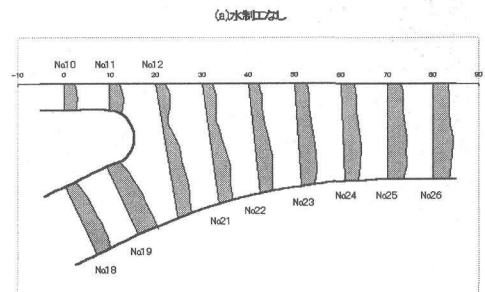


図3 流速分布(流量: $240\text{m}^3/\text{s}$)

キーワード：牛柵工、流速分布、乱れ強度、レイノルズ応力、合流部

連絡先：〒371-0816 群馬県前橋市上佐鳥町 460 TEL027-265-0111 FAX027-265-3837

となった。これは合流部で本川に遮られていた支川の流れが牛柵工の影響によりスムーズに流れるようになったと考えられる。このことは牛柵工が合流部において導流堤の役割を果たしていることを示している。

(2) 乱れ強度 $\sqrt{u'^2}, \sqrt{v'^2}$

図 4 は牛柵工を設置しない場合と牛柵工周辺の乱れ強度 $\sqrt{u'^2}$ を 6 割水深において計算したものであるが、最も乱れが大きいと思われる牛柵 c,d に着目した。図 4 が示すように牛柵工がない状態に比べ牛柵工を設置すると、その周辺部で乱れ強度が増加することがわかる。特に図 4(b)から牛柵工の右側に大きな乱れ強度が発生していることが読み取れる。さらにそれぞれの牛柵工のすぐ下流近傍において最大値を示している。これは本川の流れが水制群にぶつかり刎ねられたことによるものだと考えられる。一方、(b)では牛柵工周辺部以外は低い値を示しており、流れが明確に 2 つに区別されていると考えられる。つまり、牛柵工の水刎ね効果により、本来の合流する位置よりも下流で合流させる導流堤の効果を示していることがこのことから推測できる。

(3) レイノルズ応力 $-u'v'$

図 5 はレイノルズ応力の平面上の分布図である。測定したポイントは 6 割水深である。この図から牛柵工の右先端部で負のレイノルズ応力が大きくなっている。レイノルズ応力の乱れ成分は $u'>0, v'>0$ と $u'<0$ と $v'<0$ が考えられる。牛柵工 d の右先端部付近の時系列データからも瞬間的にレイノルズ応力が増大しているときにこのような乱れ成分が確認できた。つまり、高速で右岸に向かう流れが起こっていると考えられる。牛柵工の先端部という位置から考えると牛柵工により刎ねられた流れと牛柵工内部の流速の遅い領域に入り込もうとする流れであると考えられる。

4. まとめ

牛柵工を合流部に設置した場合、流速分布から支川が本川の影響を受けずに流れていることがわかった。また、乱れ強度から検討した結果、水刎ね効果により河川合流点を自然な流れよりも下流に移動させていることが推測できる。これらのことから導流堤と同じ効果を持つものと考えられる。

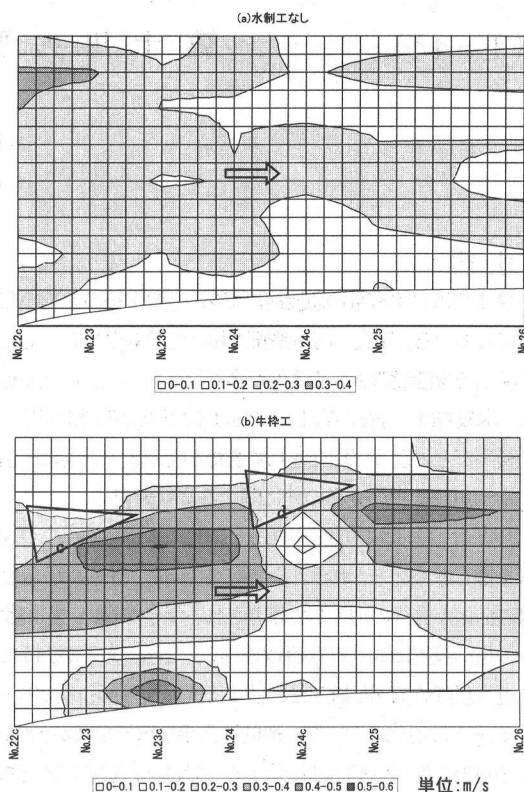


図-4 乱れ強度 $\sqrt{u'^2}$ 分布 (6 割水深: $h=1.4 \sim 1.5m$)

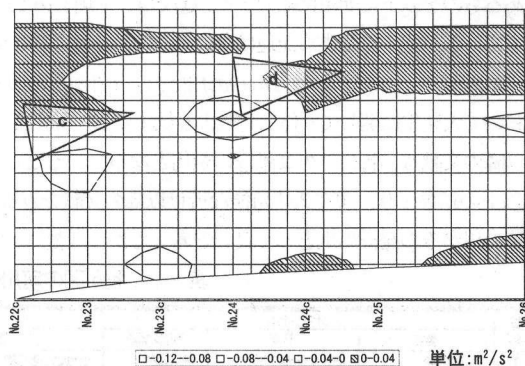


図 5 レイノルズ応力分布 (6 割水深、牛柵工設置)

レイノルズ応力を計算すると、牛柵工先端部で負の値を示している。この乱れ成分から牛柵工に刎ねられた流れと牛柵工の間に入り込む流れが発生していることがわかった。

5. 参考文献

- 1)「基礎水理学」 林泰造 鹿島出版会
- 2)神田学・稲垣聡・日野幹夫・植生・大気境界における大規模渦構造と運動量交換に関する LEC モデルによる検討 土木学会論文集、461 号 pp39-48