

牛柵工による河道の流水挙動に関する実験的研究

前橋工科大学工学部 正会員 土屋 十圀
山形大学 工学部 ○学生会員 小関 弘成
三洋工業(株) 正会員 根岸 宏典

1. はじめに

近年、河川における多自然型工法が全国各地で行われ河川伝統工法もその一つとして見直されてきた。武田信玄の治水工法(信玄堤・大聖牛)は現在でも各地で見ることができその役割を果たしている。これらの伝統工法のうち、出し水制などの研究は多くされてきたが、牛柵工の水理的検討は余りなされていない。そこで、本研究では伝統工法の一つであり実際の河川に使用されている牛柵工の治水的効果と流水挙動を明らかにするため、水理模型実験によって水理学的検討を加え考察を行った。

2. 実験の概要

本実験では図1のような実験水路を用い、東京都平井川の合流部を縮尺 1/20 で再現し、合流部下流に牛柵工を4基設置した。設置した場合としない場合、流量を $240\text{m}^3/\text{s}$, $112\text{m}^3/\text{s}$ と変化させ、各測定点での水位断面形(縦断)と《》印の測点での流速測定を50cm 間隔で行った。実験条件は表1に、牛柵工は写真1に示す。

流量(m^3/s)	B:240	C:112
牛柵工	なし(1)or あり(2)	
河床勾配	1/340	
粗度係数	0.020~0.022	
模型縮尺	1/20	

表1 実験条件



写真1 牛柵工

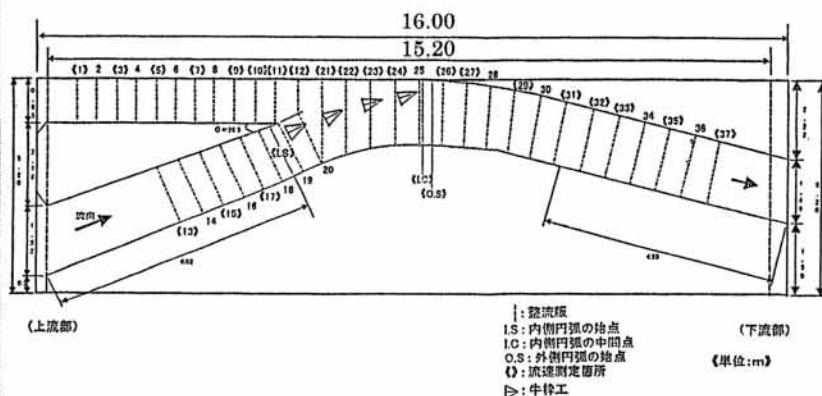


図1 実験水路平面図

3. 実験結果と解析

(1) 流速分布

図2は、流量 $240\text{m}^3/\text{s}$ の合流点 NO.23 の流速分布図である。上図が牛柵工なし、下図がありを示している。この測点は牛柵工を跨ぐように流速を測定しており、有無の違いがはっきりと分かる。ある場合は牛柵工を境に流速分布の中心が2つに分れ、右岸側の流速は左岸側に比べ約1.4倍に増加している。平均流速を見ても牛柵工4基目後の下流部では、ある場合の方が無い場合の1割増となっている。

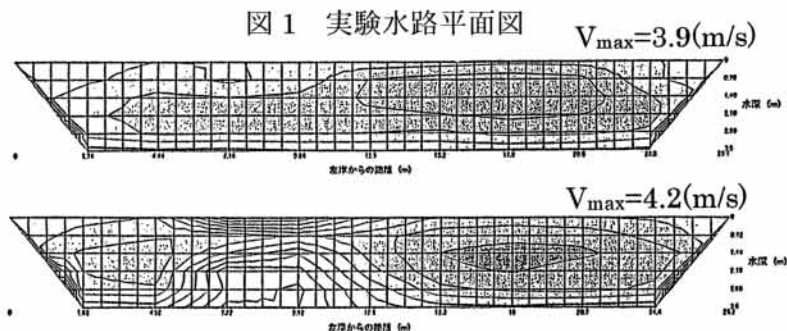


図2 NO.23の流速分布図(上:牛柵工なし, 下:あり)

(2) 横断、縦断水面形

図3は、牛柵工より直近の下流側において、急激な水位低下がみられ、その後、下流で水位が徐々に上昇し、緩やかに低下している。これは、牛柵工が流れに対して阻害要因になっていることが牛柵工なしの水面キーワード: 牛柵工、エネルギー勾配、抵抗係数、流水形態、流速分布

連絡先: 〒371-0816 群馬県前橋市上佐鳥町 460 Tel.027-265-0111 Fax.027-265-3837

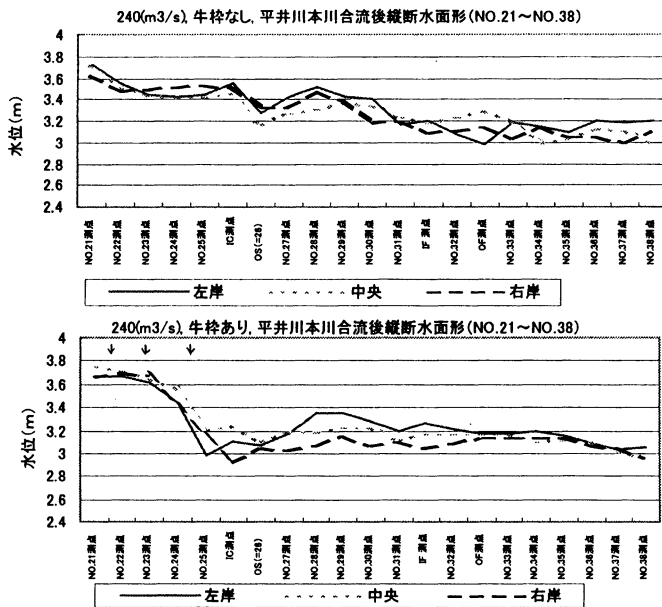


図3 240(m³/s)縦断水面形

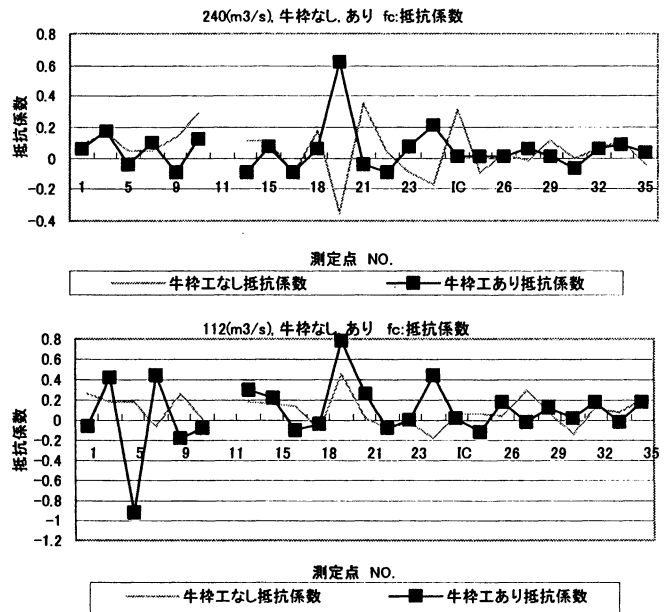


図4 抵抗係数

形と比較して明らかにわかる。240(m³/s)の場合で北大久野川支川と平井川合流前本川とともに牛柵工なしの場合に比べ、牛柵工ありの方が約0.4m 水位が上昇し、約70m 上流まで牛柵工のダムアップ効果の影響があることがわかった。

(3) 抵抗係数

図4の抵抗係数は240(m³/s)の場合IS付近で抵抗係数の急激な上昇がみられる。これは流れが牛柵工に衝突し、牛柵工が大きな障害要因となっていることを示している。牛柵工ありとなしの抵抗係数の差を牛柵工の抵抗係数と考え、IS地点の抵抗係数を算定すると、240(m³/s)、112(m³/s)で各々0.959、0.326 となった。NO.21~23に見られるように抵抗係数は減少していることがわかる。また、NO.24(4つ目の牛柵)付近で抵抗係数が上昇している。これは、支川側の流れが合流付近で流水断面が狭くなっていることと、支川の流れと本川が衝突した二重の影響によって抵抗係数が上昇したものと考えられる。

(4) 障害物としての牛柵工

牛柵工も障害物の1つであり流水断面の縮小区間は射流になると考えられる。これを検討するために通常は不透過性の障害物は(1)式で示される。240(m³/s)、牛柵工ありのNO.21より上流側とICより下流側では、 $\varepsilon=1$ 以上なのに対してNO.22から24までの値は約0.97程度になった。これを図5で比較すると、この区間で、射流状態に近くなっていた。しかし、この牛柵工前後でフルード数を実測したが0.5~0.7程度であり射流は認められなかった。よって、(1)式を、透過水制(牛柵工)に適合するように改良することが今後の課題である。

$$\sigma^2 = \frac{27\varepsilon^3 F_{27}^2}{(2 + F_{27}^2)^3} \quad (1)$$

ε : エネルギー係数 F_{27} : フルード数

4. 結論

- ・牛柵工によっても縮小区間は射流は認められない。しかし、抵抗係数が増大することがわかった。
- ・牛柵工の設置により流下能力は弱まるが流れのみお筋(主流・流心)を導流する効果をもたらすことがわかった。

【参考文献】

- 1) 山本 晃一:「日本の水制」, (株) 山海堂
- 2) 林 泰造:「基礎水理学」, 鹿島出版会 等

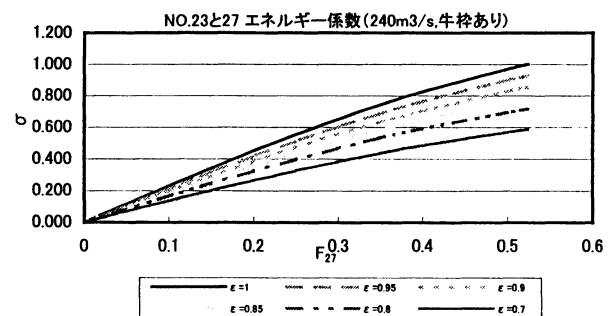


図5 エネルギー係数