

鬼怒川における自然形成型水制(トリピラ水制)の洪水後の変形

中央技術株式会社 正会員 ○三品 智和
 下館河川事務所 小栗 幸雄・大嶋 大輔
 河相工学研究堂 F 会員 須賀 如川

1. はじめに

トリピラ水制¹⁾²⁾とは三角錐状の越流型不透過水制である。この水制は扇状地河川等で見られる寄州をヒントに考案したもので断面と平面の形状が斜めとなっているところに特徴がある。自然形成の寄州は流況整正等の水制機能を有しており、トリピラ水制にも同様の機能が発現することが期待できる。ここでは鬼怒川の宇都宮市石井地先(76k 左岸)における現地施工例を取上げ、施工後の洪水実績と数値実験に基づきトリピラ水制の効果と安定性を検証する。

2. 対象とするトリピラ水制の現地施工

施工はシンプルであり、現地材料(礫・玉石等)をブルドーザーとバックフォーで積み上げただけの盛石状(盛土)の構造物である。積石等の安定対策は行っていない。トリピラ水制の大きさは、長さ $L=10\text{m}$ 、高さ $Z=2\text{m}$ 、河岸での幅 $M=20\text{m}$ であり、間隔 $(L \times 6 \text{ 倍})$ を開けて 3 基設置している。構成材料は $\phi 200\text{mm}$ 以上の玉石主体で構成され、水制間の河岸には同礫径の捨石工を設置している。

3. 施工後の洪水実績

H24.4 月に完成し、同年 5 月(低気圧)と 6 月(台風 4 号)に洪水が生起している。洪水規模としては、1 回目の洪水(5/4)では水制の中腹付近まで水位が上昇し、河岸沿い流速は 2.0m/s ($Q=900\text{m}^3/\text{s}$) 程度である。2 回目の洪水(6/20)では水制の天端付近までの水位であり、河岸沿い流速は 3.1m/s ($Q=1700\text{m}^3/\text{s}$) である。水制の残存状況については、1 回目の洪水では残存したものの 2 回目の洪水において写真-1 に示すように水制先端部と尾根筋部の礫が流失し、盛石構造物に変形が生じた。しかし水制周辺の局所洗掘による崩壊やすべりはなく、河岸侵食も生じておらず、水制背後には寄州の形成が確認された。

4. 数値実験

(1) 計算条件: 既存の 2 次元計算³⁾を用いて実績洪水の近似検証を試みた。計算概要としては、1/200 の直線河道に石井地先のトリピラ水制を図-1 のように単純化し



写真-1 水制表面の礫移動(鬼怒川石井町地区)

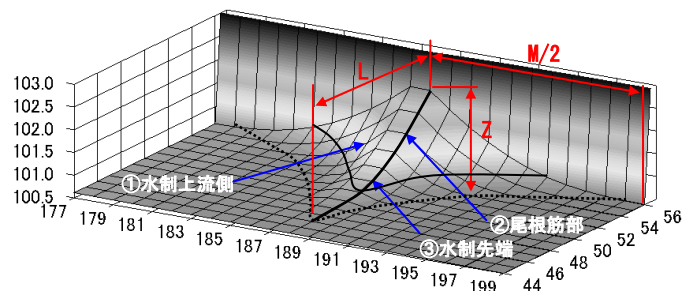


図-1 トリピラ水制

表-1 数値実験の概要

水制タイプ	トリピラ水制
水制基数 N, 水制間隔 S	N=3基, S=60m(L×6倍)
水制諸元	L=10m, Z=2m, B=20m
計算地形	301m×65m = 19,565 1メッシュ: 1m×1m (直交座標) 低水路幅: 50m, 河床勾配: i=1/200
流量条件 Q	Q=100・300 m ³ /s (定常流)
粗度係数 n	n=0.035

て設定し、表-1 に示す条件で計算を行った。流量設定については、1 回目(5/4)と 2 回目(6/20)の痕跡水位を参考にし、水制中腹水位(H=1m)と水制天端水位(H=2m)になるような流量($Q=100 \cdot 300\text{m}^3/\text{s}$)を設定した。

(2) 計算結果: 計算結果として、図-2 に水制付近の流速ベクトルを流量別に示した。この結果より、ベクトル図を流量別で比較すると、 $Q=100\text{m}^3/\text{s}$ (中腹水位)で、か

キーワード: 自然形成型水制, トリピラ水制, 鬼怒川, 現地観測, 2 次元流況計算

連絡先: 〒310-0902 茨城県水戸市渡里町 3082 中央技術株式会社 E-mail: to-mishina@chuohotec.co.jp

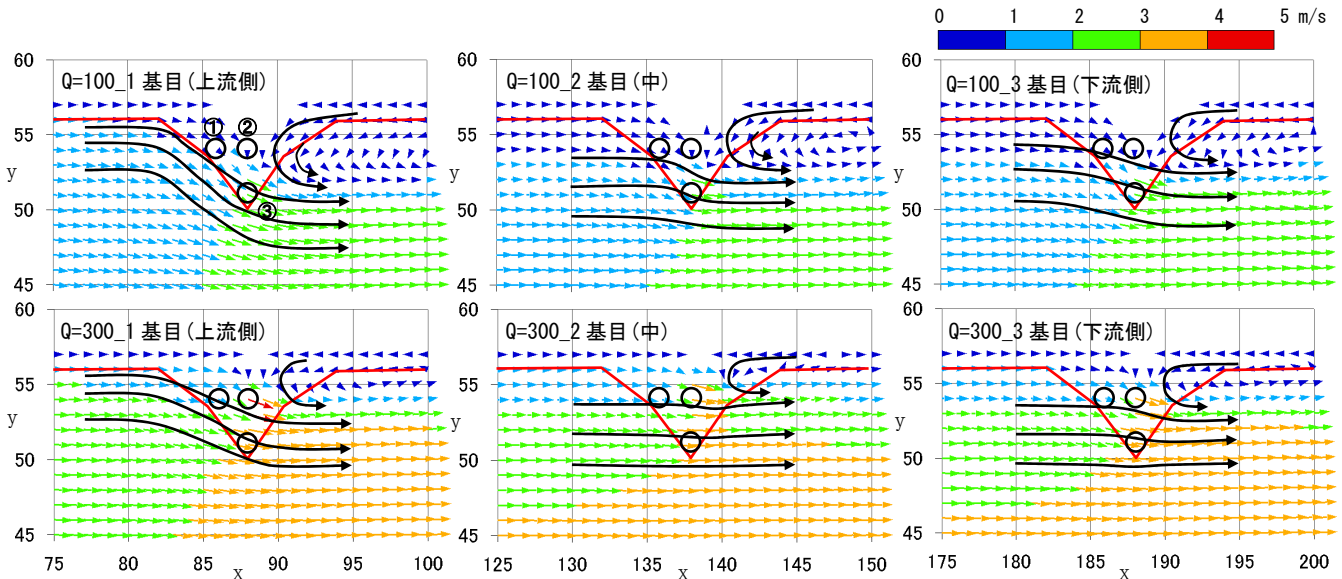


図-2 ベクトル図 (平面単位:m) [図示の○印は図-1の①水制上流側, ②尾根筋, ③水制先端]

つ上流側の 1 基目において、水制による顕著な流向変化が生じている。Q=300m³/s(天端水位)では、1 基目は流向変化が生じているものの、2 基目と 3 基目はほぼ直線的な流れを呈している。

水制背後の平面渦については、その規模は流量の小さい Q=100m³/s のケースで大きく、かつ上流側の 1 基目で平面渦が見られる。また、図-3 には河岸沿い流速(y=53)の縦断変化を示した。水制による河岸沿い流速の低下量は、Q=100m³/s 時では水制無し河岸流速 2m/s に対して 1~1.5m/s に減少し、Q=300m³/s 時では水制無し河岸流速 3m/s に対して、水制本体部を除くと 2~2.5m/s にそれぞれ減少している。

次いで水制本体の流速について、図-4 には上流の 1 基目を取上げ、絶対流速値の分布図を流量別に示した。この結果より水制本体の位置を図-1 に示す①水制上流側、②尾根筋、③水制先端に分類すると、②尾根筋の流速が顕著に増大しており、その流速値は 1m/s 以下(Q=100)から 4m/s(Q=300)に変化していることがわかる。

5. 結論

- 1) 水制本体の変形・流失の重大な原因とされる局所洗掘の発生が僅少であったことは、従前の直壁タイプの水制とは大きく異なる。また、水制背後の寄州形成は河岸保護に有効的に働くものと判断される。
- 2) 数値実験と現地調査を照合すると、径 20cm 程度の玉石からなるトリピラ水制は水制中腹の洪水ではほぼ原形を留めており、3m/s 以下の流速には耐えるものと判断できる。しかし、水制天端まで水位が上昇すると、水制先端と尾根筋において表面玉石が流失し、水制形状に変形が生じる。この玉石の離脱は 3m/s 以上の流速時

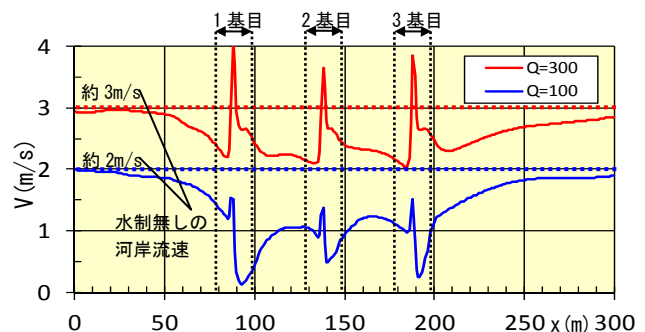


図-3 河岸沿いの流速分布(y=53) [流速は絶対値]

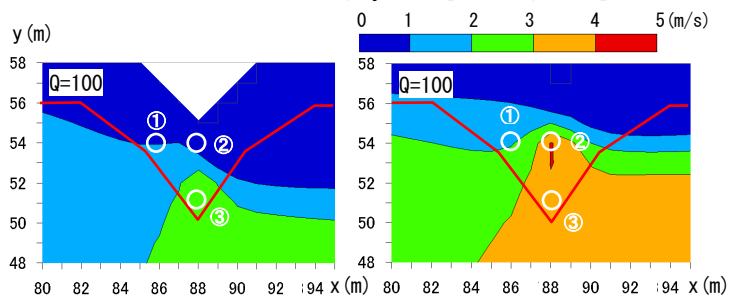


図-4 流速分布図(1基目) [流速値は絶対値]

に尾根および先端部からはじまるものと考えられる。

- 3) トリピラ水制は河岸の補強対策に有効である。特に盛石のみの簡易構造の利点(施工の容易さや施工時のアーマーコートの破壊の最小化等)を活かした追加補強が容易であり、その際の補強すべきポイント(尾根筋・水制先端)がわかった。

参考文献

- 1) 須賀如川・三品智和：自然形成型水制の合理性に関する第一段の考察，水工論文，Vol. 54，pp. 1033-1036，2010. 2.
- 2) 須賀如川・三品智和：自然形成型水制(自然形成型水制)の実用性に向けた実態調査とその考察，河川技術論文集，Vol. 16，pp. 101-106，2010. 6.
- 3) 水理公式集例題プログラム集，土木学会，平成 13 年版。