

トリピラ水制の水制間隔と流況に関する検討

河相工学研究堂 F 会員 ○須賀 如川
 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

1. はじめに

河岸の捨石工が洪水流によって変形し、直線形から波状形に変化することがある(写真-1)。その波状形の一つをみると三角錐型を呈し、断面と平面が斜め形状となっていることがわかる。他の河川では単独の三角錐型の堆積物が存在し、それが水制機能を有しているものも存在する。ここでは三角錐型水制(トリピラ水制)を取上げ、2次元計算により水制長や水制間隔等を変化させた種々の流況比較を行い、設計の参考に資する。



写真-1 テベレ川のトリピラ水制(捨石工の変形)

2. 2次元計算の妥当性

流速が大きいのに水制周辺の局所洗掘が軽微であるとすれば、流れの2次元性を仮定することが不可能ではない。トリピラ水制の場合には、鬼怒川において¹⁾、また自然形成のトリピラ状堆積物では、ヴィスワ川(ワルシャワ)・テベレ川(ローマ)・大渡河(丹巴)・笛吹川・富士川等において局所洗掘が軽微との根拠になる安定性が示されている。また、わずかな傾斜面を有するアラコ水制が非越流の流れに付して比較的安定している例としては六角川のものがある。事実、筑後川の模型実験によれば、非越流時にはアラコ周辺の局所洗掘は無視しうる程度であったことが報告²⁾されている。以上により斜面は水平軸渦の発生を抑え、その斜面が下流向きで流れの曲がる角度を緩和している場合にはさらに流れの下降流成分を抑制しているものと考えてよい。このようにトリピラ水制の場合には斜面が傾きを持っていることと、その面が平面的にも下流向きであることの二重の効果によって流れの2次元性を維持しやすくしていると解釈できる。

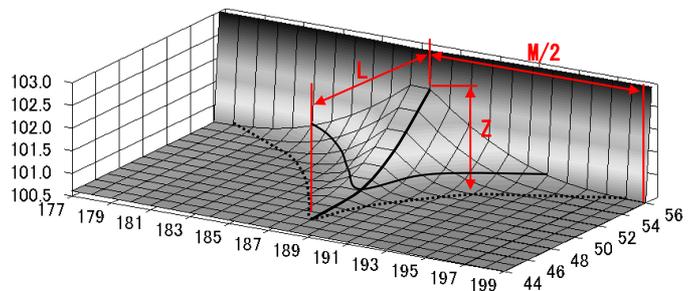


図-1 トリピラ水制 [河岸との取付幅 M=20m]

表-1 2次元計算の条件

河道条件・計算条件				
地形	直線河道 1/200			
粗度係数	N=0.035			
メッシュ	1メッシュ: 1m×1m(直交座標)			
流量条件	Q=100・300・1000m ³ /s			
水制条件				
	基数 N	水制高 Z	水制長 L	間隔 S
Case1 トリピラ	1基	2m	5m・10m 20m	—
Case2 トリピラ	2基	2m	10m	20m・30m 50m・70m 100m

流(Q=100・300・1000m³/s)で計算を行った。

(2) 計算結果 : トリピラ水制周辺の流況について図-2の流速ベクトル図をみると、水制中腹水位(Q=100)では対岸方向に流れの向きを変える働きがあり、水制の背後には平面渦が形成されている。それが水制天端まで水位(Q=300)が上昇すると、流向変化が弱まり直線的な流れを呈し、背後の平面渦は縮小する。図-3・図-4には水制長と先端流速・水制背後の平面渦の長さの関係をそれぞれ

3. トリピラ水制の流況特性

(1) 計算条件 : 計算概要としては、1/200の直線河道に図-1に示す単純化したトリピラ水制を組込み、既存プログラム³⁾を用いて計算を行った。なお、河道条件と水制条件を表-1に示し、流量設定は水制中腹(h=1m)、水制天端(h=2m)、水制冠水(h=4m)の水位を対象とし、定常

れ示した. この図から判断すると, 水制中腹水位 ($Q=100$) では水制長が 10m を越えると流れの分散のため先端流速はあまり増大しないが, 水制天端以上の水位 ($Q=300 \cdot 1000$) では先端流速が増加傾向を示している. トリピラ水制の先端部は礫の離脱が生じ易い場所であり, 流速に耐えうる設計が必要となる. 背後の平面渦については, 水制冠水時 ($Q=1000$) には流下方向の流れが強まり渦の形成は生じ難い ($x=0$). 水制天端以下の水位 ($Q=100 \cdot 300$) では水制長を延ばすと平面渦の範囲が拡大するが, 概ね $Q=300$ 時には水制長程度 (1 倍), $Q=100$ 時には水制長の 2 倍の範囲で渦を形成するようである.

次いで水制間隔について, 図-5 には水制長が 10m 時の水制間隔と流向の関係を示す. なお, 水制間隔はトリピラ水制の中心間隔とし, 流向 θ は流速値 ($\tan \theta = V_y/V_x$) から算出した. $\theta=0$ に近いほど, 流下方向の流れ (V_x) が強く, 水制による流向変化は小さいことを意味する. この図より水制冠水時 ($Q=1000$) には水制間隔に関係なく流下方向に流れ, 流向変化は小さい. 流向変化は水制天端以下 ($Q=100 \cdot 300$) の水位の時, かつ水制長の 5 倍以上 (50m) から生じている. 5 倍以下の間隔では, 1 基目の水制の影響を受け, 水制の河岸取付部から先端に向けての流れが生じ難く流向を変える働きは小さくなる. 仮に 2 基目において 1 基目と同程度の流向を付けるようにするためには, 水制間隔は水制長の 10 倍 (100m) が必要である. 水制間には 9m~23m の平面渦を形成 (図-3 参照) し, 渦下流の 77~91m の区間を得て流向が元に戻るように変化することになる.

4. 結論

- 1) 計算結果によれば水制長を大きくするほど先端部流速は大きくなるが, 先端部の材料が流失して短くなれば先端部の流速は減少して安定する方向に向かう.
- 2) 水制間隔を選定する条件として, 短くなった場合のことを考えておく必要がある.
- 3) 最上流の水制と同一の流況となることを水制間隔の条件とするならば, 水制間隔は水制長の 10 倍程度にすることができる. ただし, 実際の河川ではこれより短くすることが必要であろう.

参考文献

- 1) 須賀如川・三品智和：鬼怒川礫河道における盛石構造物 (トリピラ水制) の洪水による変形とその考察, 水工論文集, Vol. 57, 2013. 2.
- 2) 市山誠・山本善光・古賀忠直・今村久代：筑後川城嶋地

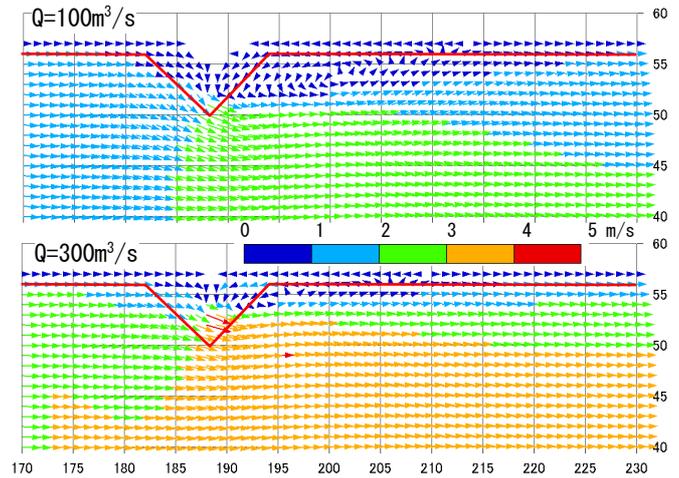


図-2 流速ベクトル図 [Case1]

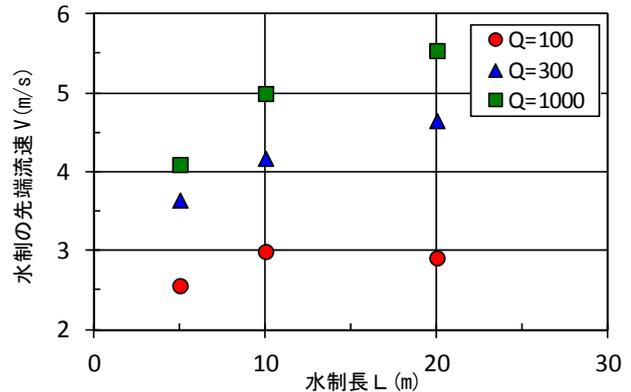


図-3 水制長と先端流速 [Case1, 流速値は絶対値]

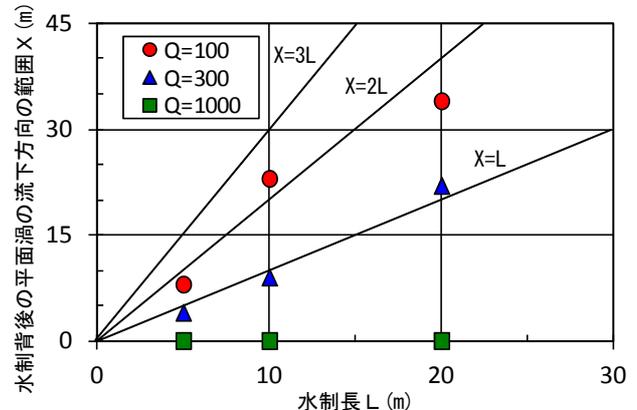


図-4 水制長と渦の範囲 [Case1]

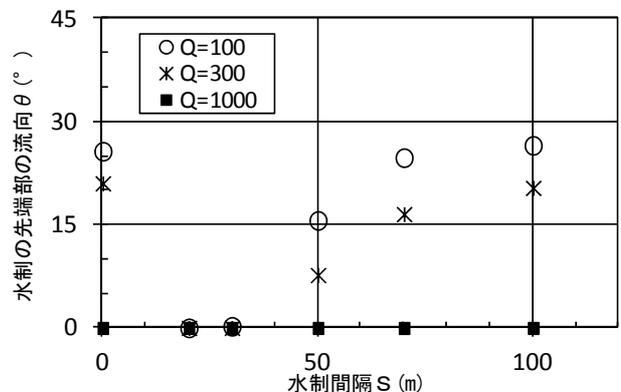


図-5 水制長と渦の範囲 [Case2, L=10m の場合]

- 先における荒籠修復の実験による検討, 土木学会年次学術講演会, Vol. 61, 2006. 9.
- 3) 水理公式集例題プログラム集, 土木学会, 平成 13 年版.