

# 河道湾曲部における水制の効果的配置に関する実験的研究

Experimental Study on Effective Arrangement of Groynes in Curved Open Channels

北見工業大学大学院 ○学生員 谷底満 (Mitsuru Tanisoko)  
 (株)ズコーシャ 前川涼子 (Ryouko Maekawa)  
 北見工業大学工学部 正員 内島邦秀 (Kunihide Uchijima)  
 北見工業大学工学部 正員 早川 博 (Hiroshi Hayakawa)

## 1. 研究目的

河川において、河床変動を予測することは、河川構造物を設計・維持・管理を行う際に非常に重要である。特に河道湾曲部においては、遠心力によって2次流が発生し、これに起因する側方浸食・河床浸食あるいは堆積が問題となる。これらの浸食から堤防や護岸を保護する工法として水制があるが、これまで水制の設計は経験的に決定されることが多かった。<sup>1) 2)</sup>

そこで本研究では、水制の設置間隔や設置箇所を変えた場合の河床形状の差異を比較・検討することによって水制の効果を究明し、その効果的配置を実験的に求めることを目的とする。

## 2. 実験概要

実験は、水路幅  $B = 30\text{cm}$ 、交角  $180^\circ$ 、曲率半径・水路幅比  $R/B = 1.18$  の単曲線水路で行った。河床材料には粒径  $0.75\text{mm}$  の東北珪砂を使用し、厚さ  $10\text{cm}$  となるように水平に敷き詰めた。水制は、実河川で多く採用されている  $l/B \leq 0.1$  に基づいて長さ  $l = 3\text{cm}$  の不透過・非越流型の水制を用いた。

流量  $Q = 5.39\text{ l/s}$ 、通水時間  $t = 60\text{ 分}$  とし、通水中の給砂は行わなかった。

実験内容としては、水制の設置間隔  $d$  を変えた場合と、水制の設置区間を変えた場合の2種類について行い、後者の実験では、上流側から水制を取り除いていった場合と、下流側から水制を取り除いていった場合の2通りについて行った。表1に実験条件を示す。

表1 実験条件

| 実験 | $d/l$ | 設置区間 ( $x/L$ )                               | 水制の本数     |
|----|-------|--|-----------|
| 1  | 0     | 0.33~1.27<br>( $60^\circ \sim 0.3\text{m}$ ) | 0         |
|    | 1.5   |  | 32        |
|    | 2.0   |  | 23        |
|    | 2.9   |  | 16        |
|    | 4.4   |  | 11        |
| 2  | a     | 2.0  | 0.50~1.27 |
|    |       |  | 0.67~1.27 |
|    |       |  | 0.83~1.27 |
|    | b     | 2.0  | 0.33~1.00 |
|    |       |  | 0.33~0.83 |
|    |       |  | 0.33~0.67 |

$d$ : 水制の設置間隔 (cm)       $l$ : 水制長 (cm)  
 $x$ : 湾曲部始点からの距離 (cm)       $L$ : 全曲線長 (cm)

## 3. 結果および考察

### 3.1 水制の設置間隔による違い

図-1より、河道湾曲部は水制を設置していない場合、 $x/L = 0.33 \sim 1.27$  にかけて外岸側の洗掘があり、特に  $x/L = 0.8 \sim 1.0$  付近で大きい洗掘が見られる。しかし、水制を設置することにより外岸側の洗掘が小さくなり、 $x/L = 0.33 \sim 0.8$  においては最大洗掘発生位置が河道中央へ寄っていることがわかる。

図-2より  $x/L = 0.33 \sim 0.8$  において河道中央部が大きく洗掘されると湾曲部出口付近 ( $x/L = 0.8 \sim 1.27$ ) での洗掘が小さくなり、さらに内岸側の堆積も小さくなっている。このことから、実河川で多く採用されている  $d/l = 2.0 \sim 3.0$  が効果的な設置間隔だと推測される。

しかし、外岸側の洗掘に注目すると、図-3より  $x/L = 0.33 \sim 0.8$  においては  $d/l$  が大きくなるにつれて洗掘が小さくなっているが、 $x/L = 0.8 \sim 1.27$  では  $d/l > 2.5$  になると洗掘が大きくなっている。これは平均最大洗掘の位置によるものと考えられる。図-4より、 $x/L = 0.33 \sim 0.8$  では  $d/l$  が大きくなるにつれて平均最大洗掘が河道中央に寄り外岸側の洗掘が小さくなるのに対し、 $x/L = 0.8 \sim 1.27$  では  $d/l$  が大きくなると各水制が独立し水制群としての効果を発揮せず、水制間の流速が限界流速より大きくなり平均最大洗掘の位置が水制の内側に入るため外岸側の洗掘が大きくなったと考えられる。

したがって、最大洗掘深だけでなくその位置も考慮すると、水制の最も効果的な設置間隔は  $d/l = 2.0 \sim 2.5$  であると考えられる。

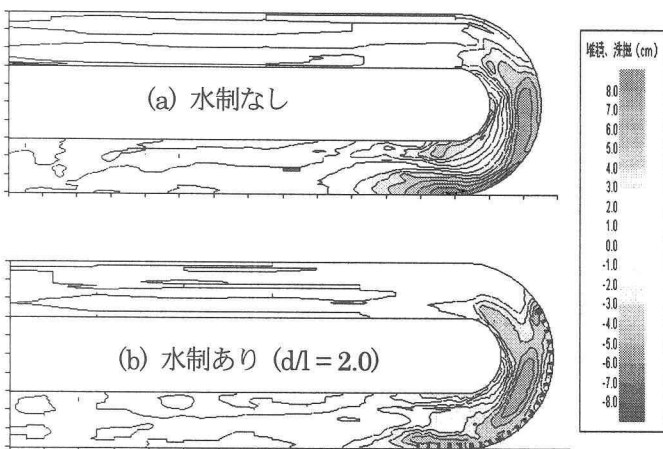


図-1 河床コンター図

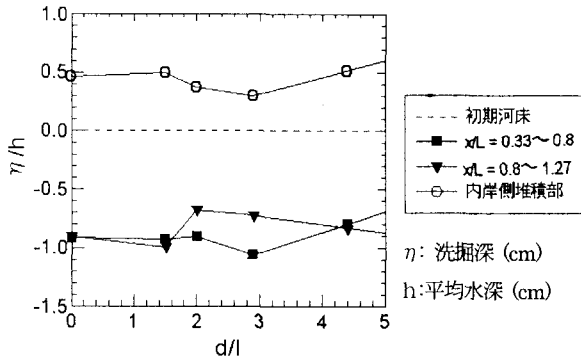


図-2 平均最大洗掘深と内岸側平均洗掘深

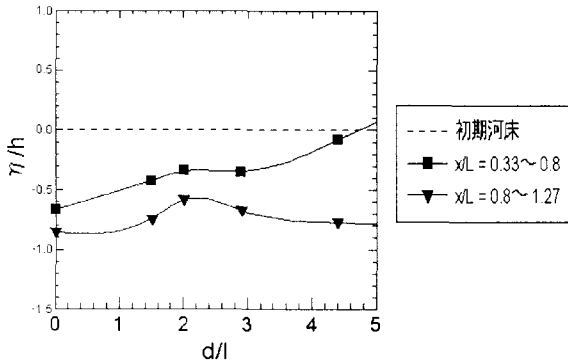


図-3 水制区間外岸寄り平均洗掘深

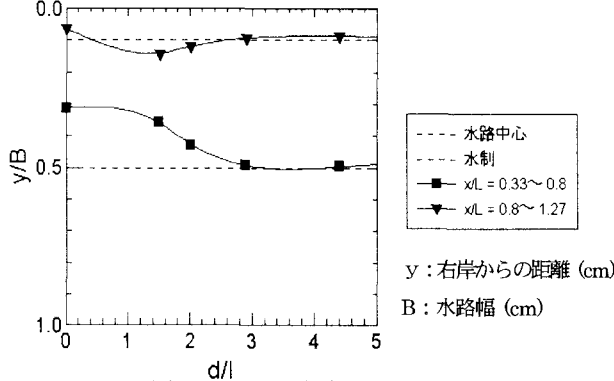


図-4 平均最大洗掘の位置

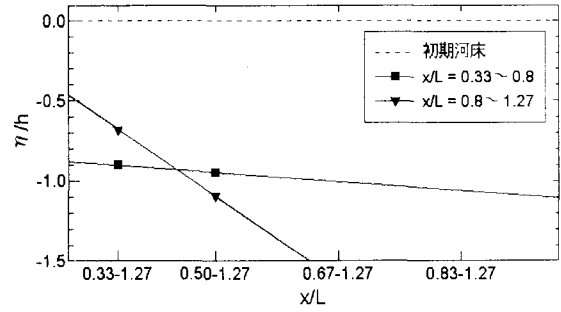
図-5はPIVを用いて流速測定の結果をベクトルで表した。水平方向に着目すると、水制内で流速が減少している。また、側壁付近では流下方向と反対の流れが存在することが確認できる。これにより水制内の洗掘が軽減されたと考えられる。

### 3.3 水制の設置場所による違い

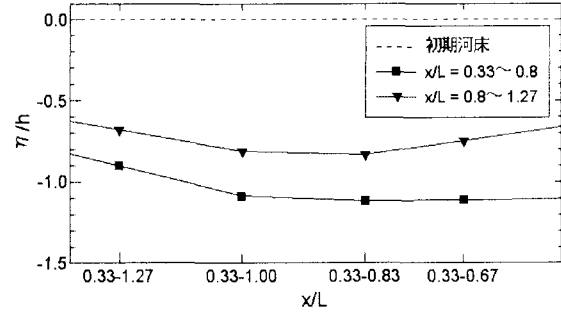
図-5より、水制を上流側から取り除いていった場合と下流側から取り除いていった場合のどちらも、河道湾曲部洗掘区間全体 ( $x/L = 0.33 \sim 1.27$ ) に水制を設置したときに比べてより大きく洗掘されており、洗掘深の変化は上流側から水制を取り除いていった場合の方が大きい。水制設置区間  $x/L = 0.67 \sim 1.27$  においては実験開始25分で上流端の水制先端部で深掘れが生じ、初期河床厚さに達した。したがって、河道湾曲部においては湾曲部頂点より上流側から水制を設置し始めることが必要である。

また、下流側から水制を取り除いていった場合について平均最大洗掘深を比較すると、図-6(b)より、下流端の水制が  $x/L \leq 1.0$  にある場合は洗掘深に大きな差異はなかった。しかし、図-6において湾曲部出口付近の平均最大洗掘の位置に注目すると、

下流端の水制の位置が  $x/L < 1.0$  になると平均最大洗掘の位置が外岸へ寄り、水制の効果が小さくなってしまふ。これより  $x/L < 1.0$  までは水制を設置したほうがよいと考えられる。



(a) 上流側から水制を取り除いた場合 ( $d/l = 2.0$ )



(b) 下流側から水制を取り除いた場合 ( $d/l = 2.0$ )

図-5 平均最大洗掘深

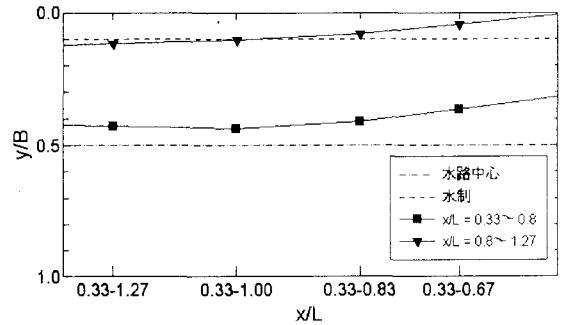


図-6 平均最大洗掘の位置

(下流側から水制を取り除いた場合 ( $d/l = 2.0$ ))

## 4. まとめ

水制は河道湾曲部において洗掘が行われている区間全体に設置することが最も効果的であり、最低でも  $x/L = 0.33 \sim 1.0$  の区間に設置することが望ましいと考えられる。

## 5. 参考文献

- 1) 鮎川登、大矢雅彦、石崎勝義、荒井治、山本晃一、吉本俊裕：河川工学、鹿島出版会、2000
- 2) 吉川秀夫：河川工学、朝倉土木工学講座、1987