

II-14

移動床河道における水制の効果に関する研究

北海道大学大学院 学生員 飛山 裕之
北海道大学工学部 正 員 黒木 幹男
北海道大学工学部 正 員 板倉 忠興

1. はじめに

水制は、河川の流れの中に突出して造られる構造物で、その主な目的は、水流に対して直接障害物となり、水流をはねて方向を転じさせ、河岸、河床の洗掘を防止し、あるいは、水制域に流送土砂の沈澱を促し、これにより、水路を固定しようというものである。

著者らの現地調査¹⁾によると、河道に交互砂州が存在する場合砂州と水制の相対的な位置によって、水制域の土砂堆積に大きな違いが存在することが明らかになった。これまでに、移動床における水制の実験は数多く実施されているが、砂州との関係に着目したものは無いようである。

本研究は、交互砂州が十分に発達した場における不透過・非越流型水制の土砂捕捉機能と交互砂州との関係を実験的に考察したものである。

2. 実験装置および方法

実験は長さ27m、幅1mの直線矩形断面を持つ可傾斜水路を用いて、水路床には厚さ10cmに図-1のような粒度分布をもつ砂を敷き詰めて行った。実験を行った水理条件は表-1に示すとおりであり、典型的な交互砂州が形成される。本条件で形成される砂州の深掘れ部の幅は最も狭いところで約10cmであり、砂州の長さは2.5~4.0mである。水制模型は砂州の形状を参考にして長さを10cmとし、2mm厚のステンレス板で制作し、水路壁に直角に取り付けた。また、水制模型は図-2に示すように、水路下流部に長さ3.6mの範囲に設置した。水制の間隔は一定とし、10, 20, 30, 40cmの4ケースについて実験を行った。なお、交互砂州と水制との関連を手早く観察するために水制は兩岸に設置した。

水路床に交互砂州を形成させた後、水制を40cm間隔に設置して同一水理条件で通水を継続し河床変化の様子を調べた。

表-1 実験を行った水理条件

流量(l/sec)	12.36
平均水深(cm)	2.70
水路床勾配	1/200
平均粒径(cm)	0.07

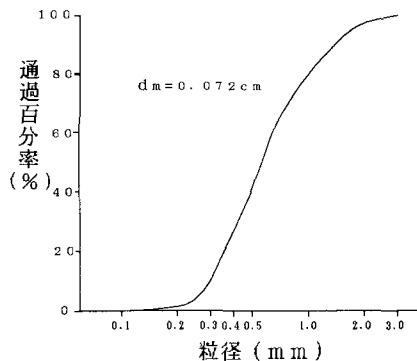


図-1 実験に用いた砂の粒度分布

その後は河床形状を整形することなく、水制間隔を変えた後に再び通水して、砂州が1波長以上移動した後、砂州の深掘部が水制域のほぼ中央に来たときに通水を止め河床高を測定した。実験は、水制間隔40、20、30、10cmの順に実施した。

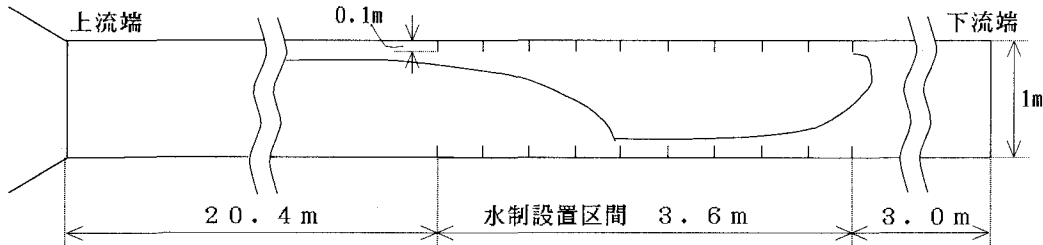


図-2 実験水路と水制設置域

3. 実験結果

図-3は砂州先端位置の時間経過である。図をみると、砂州の移動速度は、およそ2.5～3.0m/hで、水制区間においては移動速度は若干小さくなる傾向にある。砂州の波長はおよそ2.5～4.0mの範囲である。

図-4.1～4.4に河床高のコンタ図を示す。等高線の基準面は通水前の平坦床である。左岸の最上流端の水制は、どのケースでも激しく洗掘されて水路床が露出している。これは、同じ長さの水制を用いたため流れに急激な変化を与えたこと、さらに砂州上の蛇行流れの水当たり部と一致したためと考えられる。実河川では水制長を段階的に長くするなどして、急激な変化を来さないようにする部分である。したがって、この部分をどのように処理するかは工学的に重要であり興味深い問題ではあるが、本論の主題からははずれるので検討の対象からはひとまず除外することとした。

右岸水制域に着目すると、砂州の深掘れ部は $L/1$ の値が小さくなる

にしたがって水路側岸から離れて、流路中央部に押し出されている。 $L/1=4$ および3のケースにおいては水制先端および、水制の上流面で局所洗掘が生じている。 $L/1=2$ および1のケースでは、水制域内はあまり洗掘されず、深掘れ部が水制域外に押し出されたようになっている。

水制間隔が小さいほど水制間の土砂堆積状況は良好であり、今回実験を行った4ケースでは、 $L/1 < 2$ で砂州の深掘れ部を河岸から遠ざける水制効果は充分あらわれている。

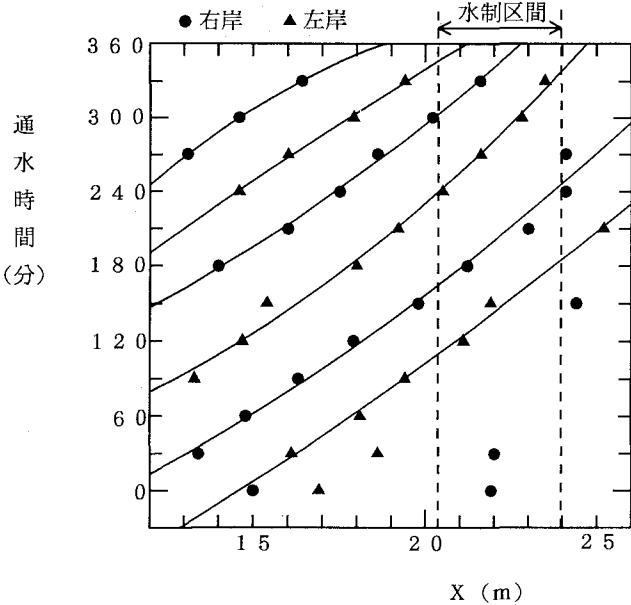


図-3 砂州先端位置の時間変化 ($L/1=1$)

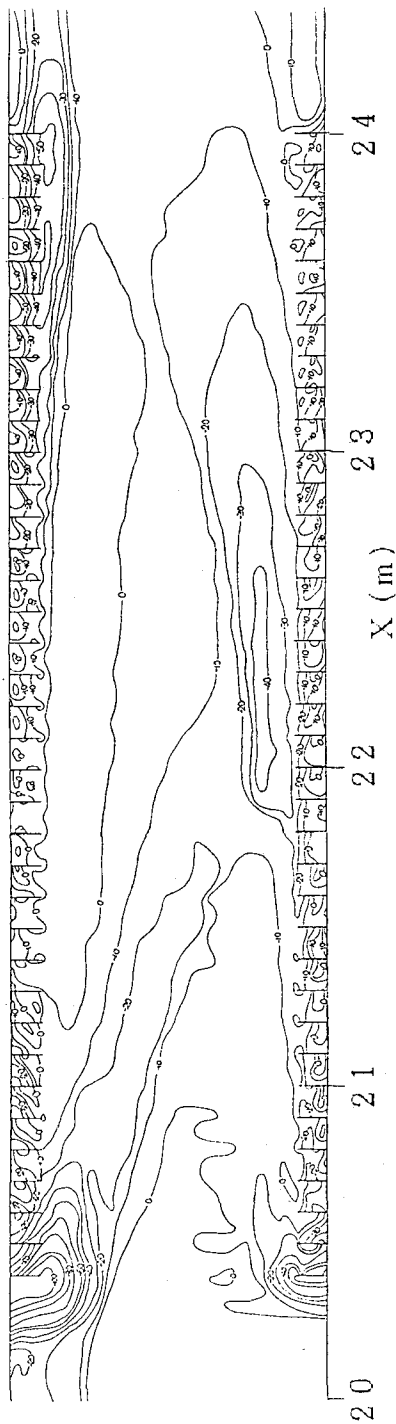


図-4.1 河床高コンタ図 水制間隔 (L) / 水制長 (1) = 1

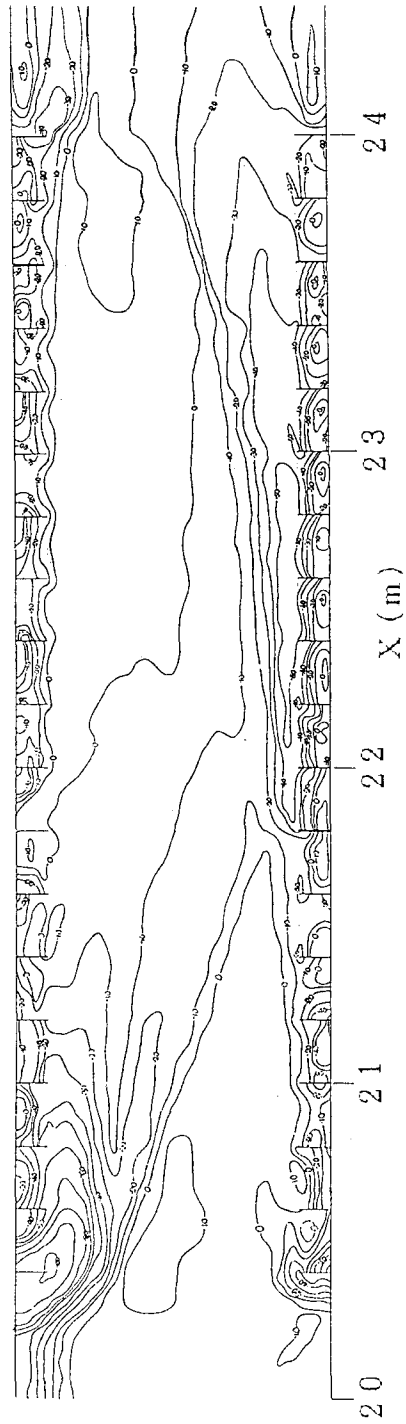


図-4.2 河床高コンタ図 L / 1 = 2

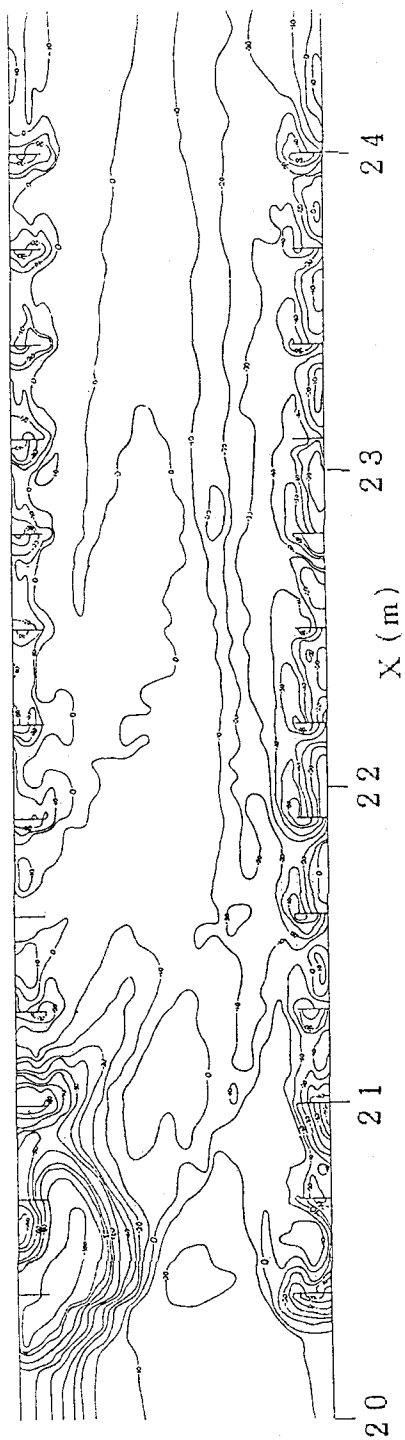


図-4.3 河床高コンタ図 $L/1=3$

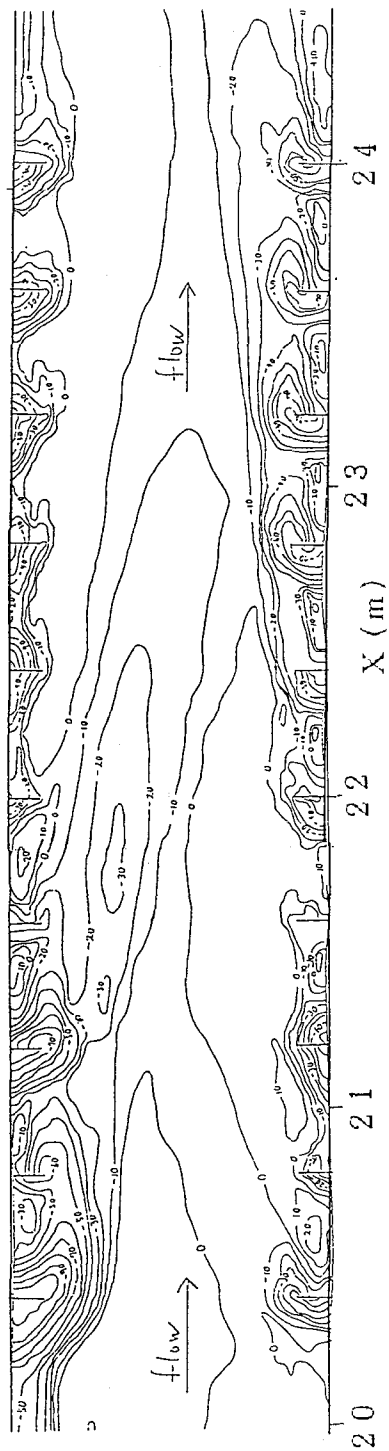


図-4.4 河床高コンタ図 $L/1=4$

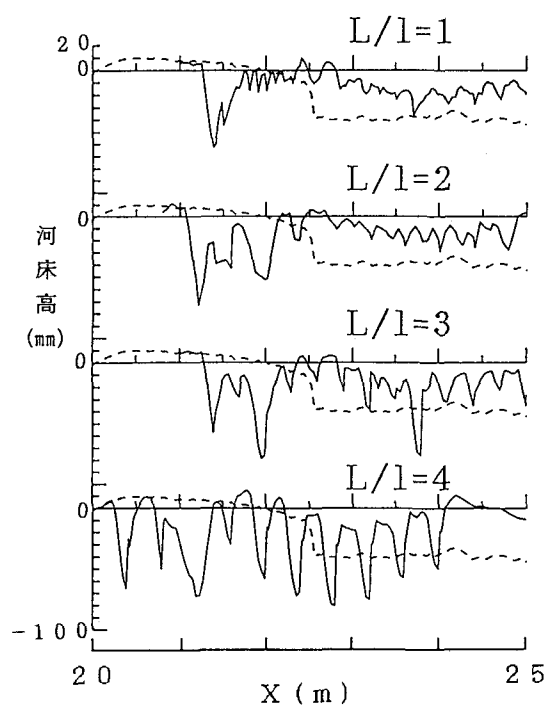


図-5.1 河床高縦断面図 (右岸から0 cm)

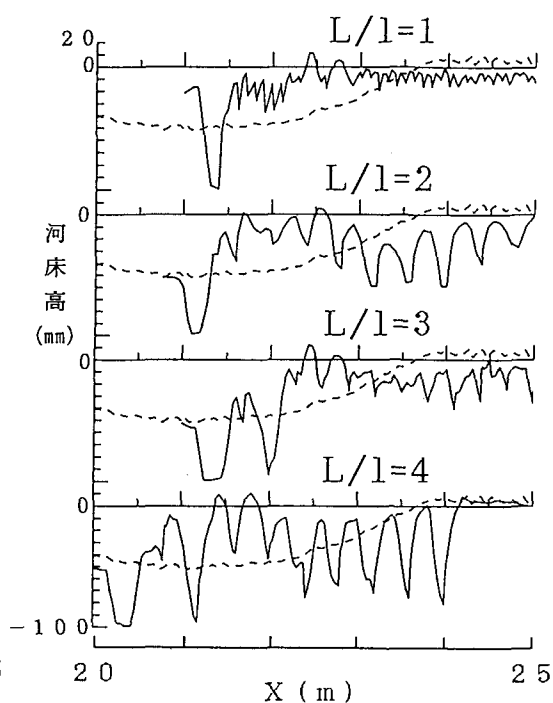


図-5.2 河床高縦断面図 (左岸から0 cm)

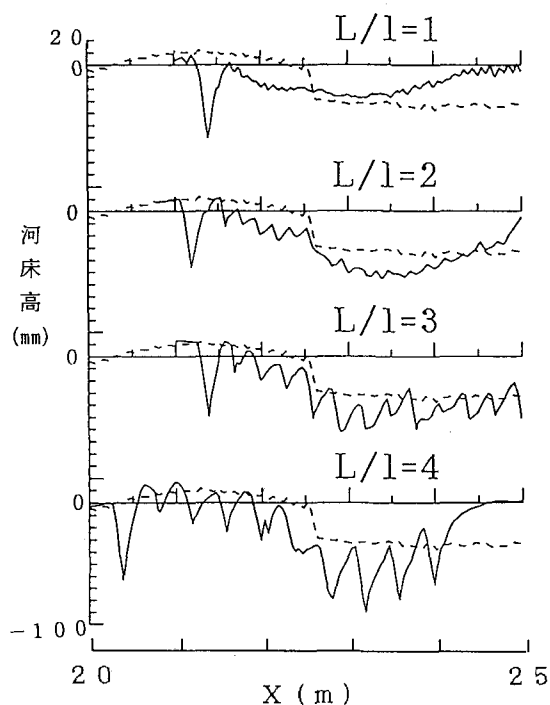


図-5.3 河床高縦断面図 (右岸から10 cm)

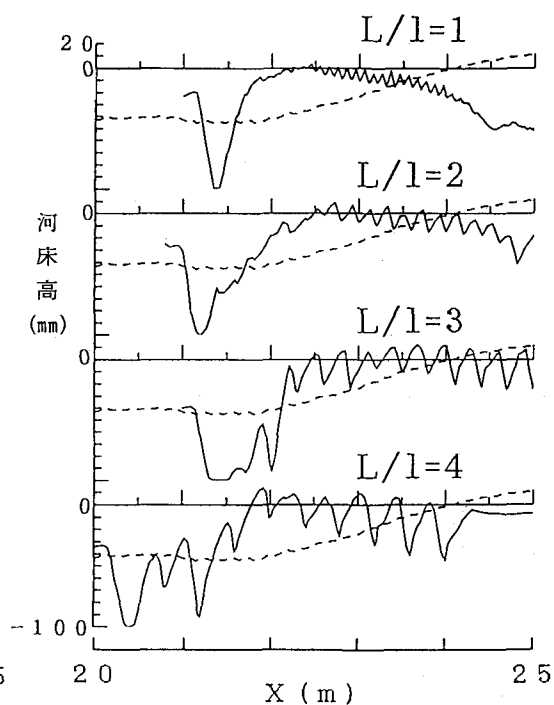


図-5.4 河床高縦断面図 (左岸から10 cm)

次に、左岸水制域に着目する。この部分は砂州の河床高の高い部分にあたり、流れも河岸から水路中央に向かって発散するような流況になっている。このような場にもかかわらず、水制周辺に局所的な深掘れが認められる。これは、以前の水当たり部の深掘れが砂州の移動に伴って埋め戻された後に、取り残されたものである。

図-5. 1~5. 4に河岸付近の縦断面を示す。図中の破線は水制の無い場合の砂州の縦断面形を示している。右岸から0 cmにおいては $L/l = 1, 2$ の場合、水制を設置していないときに比べ洗掘されにくいことが分かる。しかしながら、 $L/l = 3, 4$ の場合は、水制がない場合よりもかえって最大洗掘深は大きくなっている。右岸から10 cm、つまり水制先端においては、 $L/l = 1$ では洗掘されにくい、 $L/l = 2, 3, 4$ で洗掘深は大きくなっている。 $L/l = 2$ で、このような結果になる理由は、水制により深掘れ部が水路中央へ寄つたためである。

左岸から0 cmの場合は、水制がないときと比べ、いずれのケースも、河床高がマイナスの部分では洗掘されにくく、逆にプラスの部分では堆積しにくい傾向にある。なお、 $L/l = 2$ のケースにおいて、洗掘深が $L/l = 3$ のケースよりも大きくなっているが、変化の周期が40 cmであるところから、直前に実験が行われた $L/l = 4$ の影響が残ったためと考えられる。左岸から10 cmの場合も同様の傾向がみられる。ただし、 $L/l = 1, 2$ のケースの下流部において、河床が低下しているが、これはこの部分に深掘れ部が存在しているためである。

ところで、右岸近くの2測線を比較すると、水制先端部よりも側壁部の方が概ね河床高が高い。この理由としては、右岸ではいままで堆積傾向にあったところが洗掘傾向に転じたために、水制先端部が洗掘されているためと考えられる。左岸においては、これと逆のことが生じている。

4. 結 論

これまでに施工された水制の間隔(L)と水制長(l)の比は図-6のような分布を示している。²⁾ 平均的には $L/l = 2 \sim 3$ となっている。本実験の結果によれば、 $L/l = 3$ のケースでは、水制間の土砂堆積量や砂州の深掘れ部を水路中央に押し出す効果がやや不十分である。したがって、交互砂州が発達した河道では、水制間隔は水制長のおよそ2倍程度以下が適当であると結論される。

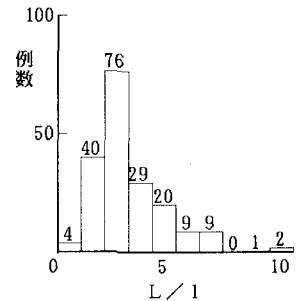


図-6 L/l の分布

参考文献

- 1) 板倉忠興・黒木幹男・森明巨：水制の機能と効果に関する研究、北海道大学委託研究報告、1991
- 2) 秋草勲・吉川秀夫・坂上義次郎・芦田和男：水制に関する研究、土木研究所報告、1960
- 3) 吉川秀夫：流砂の水理学、丸善、1985