

建設省土木研究所 ○ 阿部京平, 福本晃久

はじめに

流路工の計画河道断面は、一般には計画高水流量を対象に決定しているが、流路工を施工するような急勾配河川では流量変化に費み、数年に1回程度の確率で出現する流量によっても流水の蛇行が原因して護岸災害が発生する例が多いので、計画高水流量及びそれ以下の流量に対しても安全な流路工を計画しなければならない。筆者は単列砂礫堆形成領域において、横工（床固工、帯工）に袖を設置することによ、て複断面的な河道を形成させることはできないか、砂礫堆の高さを低くさせて流水の蛇行によって生じる護岸近傍の洗掘深を低減させることはできないかと考えた。前報¹⁾では袖の高さが等流水深以上の袖の形状について検討して袖の効果を考察しているが、本文は袖の高さと長さを変化させて、横工の袖が水面変動や河床変化に与える影響を実験的に検討し、期待する機能を発揮する袖の形状について考察した。

1. 実験の概要

実験は幅が0.5 mと1.5 mの水路を使用して行った。河床は移動床で $d_m = 1.3$ mmの一様砂と図-1に示す混合粒径砂を使用した。横工は河床面に天端高を一致させた帯工で、帯工間隔は砂礫堆を制御するのに効果は間隔である流路幅の2

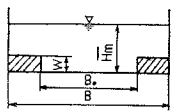


図-2 袖の形状

倍にした。河床勾配は $1/50$ と $1/100$ で、水路上流端から初期河床勾配を維持する量を給砂した。袖の形状は図-2に示す $B_s/B = 0.8 \sim 0.4$ 、 $W/H_m = 0.2 \sim 1.5$ の間で変化させた。袖のない状態での水理条件は、河幅・水深比 $B/H_m = 10 \sim 60$ 、無次元化掃流力 $U_* = 0.08 \sim 0.20$ フルード数 $F_r = 0.6 \sim 1.2$ の範囲で変化させている。

2. 水面変動と流れの抵抗

1) 帯工に袖を設置すると袖の影響で流水のせき上げが生じる。図-3.1は袖の長さの違いによる側壁沿いでの水面形状の変化を図-3.2は袖の高さの違いによる側壁沿いでの水面形状の変化を比較して示している。図-3より流

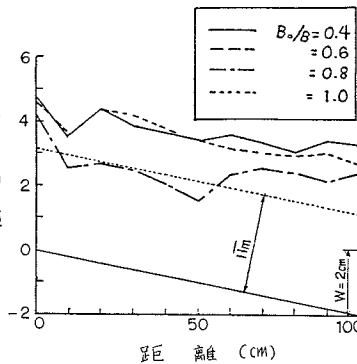


図-3.1 水位縦断 ($Q=10$ l/sec, $W/H_m=0.6$)

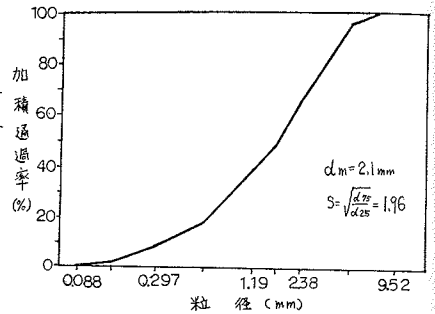


図-1 実験使用砂粒度分布加積曲線

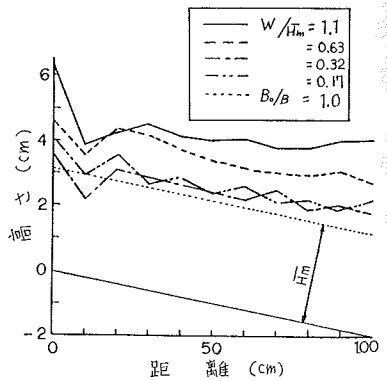


図-3.2 水位縦断 ($Q=10$ l/sec, $B_s/B=0.6$)

水のせき上げの程度は、袖の形状によって異なっていて、流水のせき上げに与える影響は袖の長さよりも袖の高さの方が大きいことと推察できる。

2) 袖を設置する以前の等流水深 H_m で無次元化した袖の上流端におけるせき上げ水深 H_1 と袖の高さ W の関係について、袖の長さ B_0/B をパラメータに用いて図-4 に整理した。図-4 よりせき上げ水深は、袖が高く、袖が長い程大きくなることわかる。

3) 袖を設置すると帯工間の流速係数が袖のない場合に比べてどのように変化するかをせき上げ水深 H_1/H_m に対して示すと図-5 のようになる。図-5 の φ_1 は袖を設置した場合の流速係数で φ_2 は袖のない場合の流速係数である。

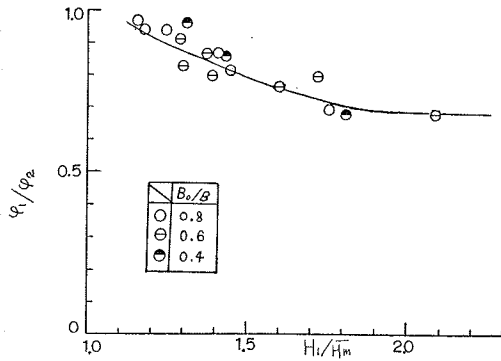


図-5 φ_1/φ_2 と H_1/H_m の関係

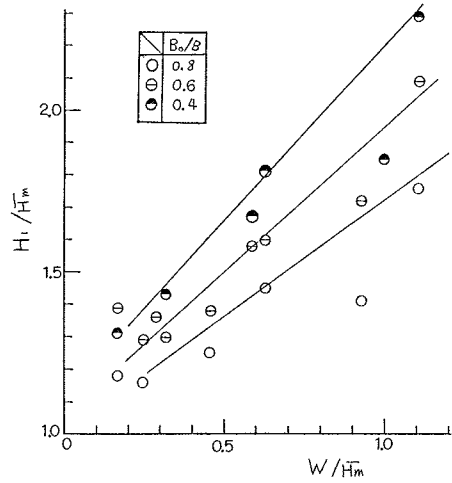


図-4 H_1/H_m と W/H_m の関係

図-4 と図-5 に示す関係から袖を設置すると流水のせき上げが影響して流速係数は小さくなる。

なるが、せき上げ水深が等流水深の 1.7 倍以上 (袖の高さの等流水深以上) になると、帯工間の流速係数の変化率 φ_1/φ_2 はほぼ一定となることから、袖が流水の抵抗に与える影響に限界のあることわかる。

2. 河床の変化

1) 袖を設置すると帯工間の平均的な河床はどのように変化するかをみるために、河床の変化高 \bar{Z}_{s1} を袖の形状に対して示すと図-6 のようになる。ここで \bar{Z}_{s1} は、帯工間での各測定断面ごとの平均河床高と初期河床高との差 Z_{s1} を、縦断的に平均した河床の変化高である。図-6 より \bar{Z}_{s1} は袖が高い程大きくなって、その変化の様子は袖の長い程顕著であり、図-4 より \bar{Z}_{s1} は流水のせき上げに関連していることわかる。

2) 単列砂礫堆形成領域²⁾ では床固工、帯工を設置しても単列砂礫堆を形成する。これに対して単列砂礫堆形成領域で帯工に袖を設置すると、帯工間に複列砂礫堆を形成するようになり、短時間に流路中流部が洗掘されて複断面的な形状に変化して安定する。このような河床の平面形状の変化は、袖の形状によって異なり、 $B_0/B = 0.4$ のときに $W/H_m > 0.5$ で、 $B_0/B = 0.6$ と $B_0/B = 0.8$ の場合に $W/H_m > 0.5$ で複列砂礫堆が形成され、複断面的な河床を形成するようになる。図-7 は $B_0/B = 0.8$ 、 $W/H_m = 0.3$ で単列砂礫堆が形成している状況を、図-8 は $B_0/B = 0.8$ 、 $W/H_m = 0.6$ で複断面的な河道を形成している状況を示している。

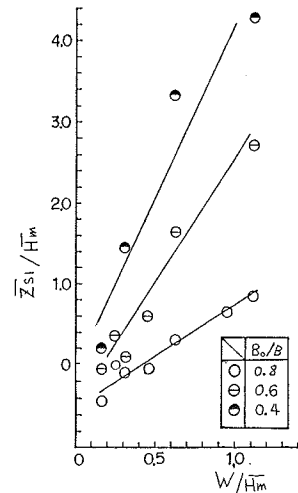


図-6 袖の形状と平均河床高の関係

3) 各測定断面ごとの側壁沿いでの平均河床高と流路中央部の平均河床高との差を縦断方向に平均した各実験ケースの Z_{s2}/d_m を袖の高さ W/H_m に対して示すと図-9 のようになる。図-9 より、 W/H_m が

大きくなると側壁沿いでの河床高が流路中央部の河床高よりも高くなって、複断面的な河道を形成するようになることかわかる。このような河床の変化は $B_0/B = 0.8$ より $B_0/B = 0.6$ の方が顕著であって、 $B_0/B = 0.6$ の場合に $W/H_m > 0.5$ で \bar{z}_{s2} の値は一定となる傾向を示している。

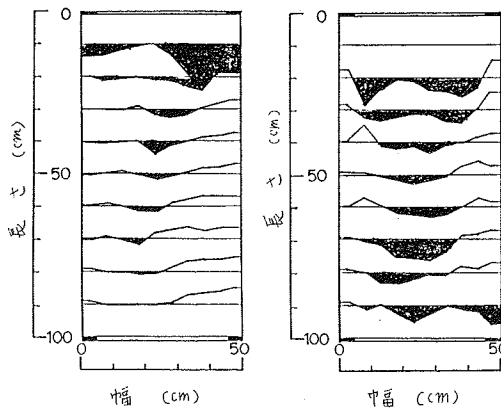


図-7 河床の平面変化 ($B_0/B=0.8, W/H_m=0.3, B/H_m=16$)
 図-8 河床の平面変化 ($B_0/B=0.8, W/H_m=0.6, B/H_m=16$)

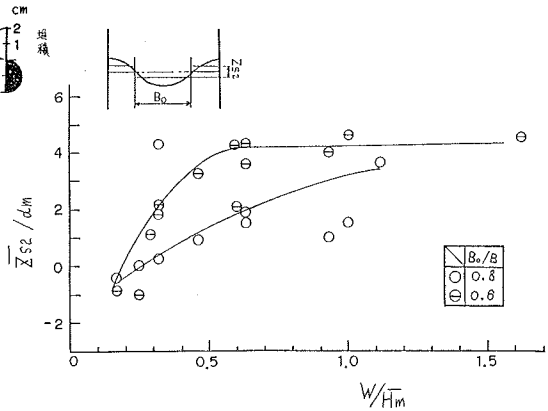


図-9 側壁沿いと流路中央部の河床高の差

4) 各実験ケースにおける各々の測定断面での最大洗掘深の生じる位置を b/B と W/H_m の関係で示すと図-10 のようになる。図-10より最大洗掘深の生じる位置は $B_0/B = 0.6$, $B_0/B = 0.8$ とともに $W/H_m \leq 0.5$ で最大洗掘深の生じる位置は、ほぼ一定となって流路中央部付近になることかわかる。

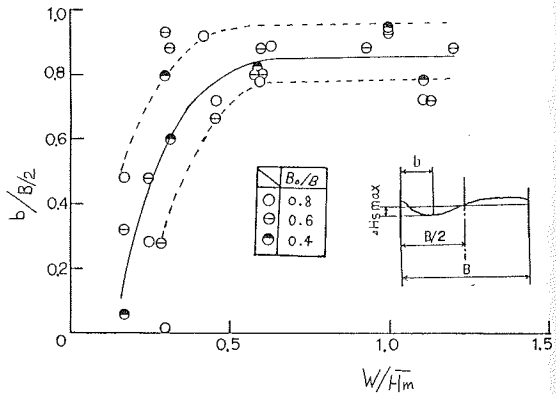


図-10 最大洗掘深の生じる位置

5) 砂礫堆の高さの最大値 (H_{smax}) が帯工に袖を設置すると袖のない場合にくらべて、どのように変化するかを B_0/B に対して示すと図-11 のようになる。ここに、砂礫堆の高さの最大値は、ある横断面での最高河床高と最低河床高との差であり、各実験ケースでの最大値を H_{smax} で表示した。図-11より砂礫堆の高さの最大値は、 $B_0/B = 0.8$ のときに最も小さくなっていて、袖のない場合よりも小さい。この場合、袖の高さが H_{smax} に与える影響はほとんどみられない。これに対して $B_0/B = 0.6$ の場合の H_{smax} は、前述のように帯工間で複断面的な河道の形成が顕著になって袖のない場合での H_{smax} と同程度になることかわかる。

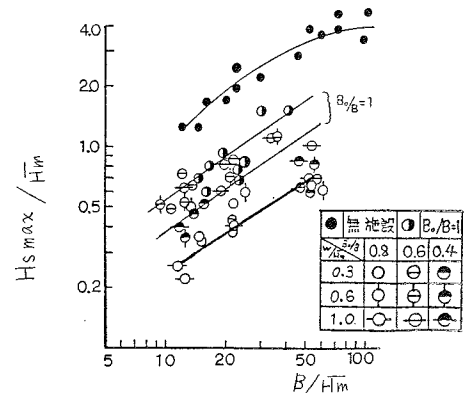


図-11 砂礫堆の高さの最大値

3. 袖周辺部の局所洗掘深

袖を設置すると袖の直上流では局所洗掘が生じる。袖の直上流における河床の洗掘状況を図-12 に示しているが、袖の長さか洗掘深に与える影響

は小さいようである。袖の形状によって洗掘深かどのように変化するかを W/H_m に対して示すと、図-13のようになる。図-13より W/H_m が大きい程、袖周辺部の洗掘深の最大値は大きくなって、 $W/H_m < 0.5$ では、ほとんど洗掘されないことかわかる。

4) まとめ

帯工に袖を設置すると、砂礫堆の高さを小さくしたり、横断面的な河道を形成して、護岸沿いでこの局所洗掘深を低減できることかわかった。袖が流川の抵抗に与える影響や袖周辺部での局所洗掘深を考慮すると、袖の高さは低い方がよく、本実験条件の範囲で帯工間の砂礫堆の高さを低くする目的での袖の形状は $B_o/B = 0.8$ で $W/H_m = 0.5$ がよく、横断面的な河道を形成させる場合には、 $B_o/B = 0.5$ の形状が望ましいと考察される。 $B_o/B = 0.4$ の袖の形状は、流川の抵抗に与える影響が大きく、帯工間での土砂堆積がより顕著になるので、流路工計画においては不適当だといえる。

本実験は、流れが常流域な、あるいは限界流に近い条件での実験であり、流路工を計画する急勾配河川の流れは、ほとんどが射流であることを考えると、本実験結果をそのまま実河川に適用することは危険である。また、横工は流路幅の2倍の間隔に設置した場合の実験であり、横工間隔を変化させた袖の形状に関する検討がなされていない。今後、これらの残された問題に対してさらに実験的研究を進め実河川への適用をあげたい。

参考文献

- 1) 阿部宗平, 鈴木浩之; 流路工計画の横工に関する実験的考察, 土木技術資料 vol.25, No.1, 1982年2月, PP44~48
- 2) 泉 若男, 池谷 浩, 伊巻幹男; 急勾配水路における砂礫堆について, 新砂防109, 1978年10月, PP27~34
- 3) 阿部宗平, 渡辺正幸, 泉 若男, 池谷 浩; 単列砂礫堆形成領域での横工の効果, 新砂防121, 1981年9月, PP27~34

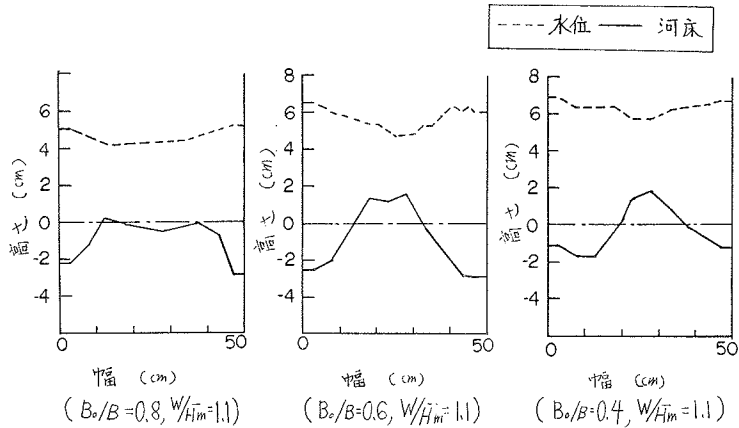


図-12 袖の直上流部の洗掘深

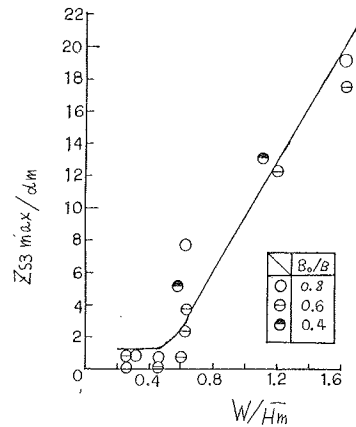


図-13 袖の直上流部の洗掘深の最大値と袖高の関係