

II-156

床止め工のアーチ化による二次流の制御

岐阜大学大学院 学生員 ○安田 眞弘

岐阜大学工学部 正 員 藤田 一郎

東洋建設

佐藤 元則

1. はじめに

近年、河川環境の改善や生態系保全のために、多自然型河川工法が重要視されてきている。また同時に、人間の憩いの場となるべく、親水面や景観面への配慮も必要とされてきている。そこで本研究では、河床洗掘と河床低下の防止、整流、さらには取水のための固定堰として用いられてきた床止め工¹⁾に着目し、その中でも、景観面の向上と実用面での有効性が期待できるであろうアーチ型床止め工に注目²⁾し、研究を行うこととした。アーチ型床止め工には床止め工直下流の河岸沿いに生ずる局所洗掘防止や流れの中央集中効果によるみお筋の固定が考えられることから、アーチ型とアーチ型に類似した平面形状をもつ床止め工について固定床粗面で実験を行い、床止め工下流に及ぼす影響について検討した。

2. 実験概要

実験には、水路長9m、水路幅 $B=0.3$ m、水路勾配 $I=1/720$ の亚克力性循環水路を使用し、河床面には砂（平均粒径 $d=1.93$ mm、マンギングの粗度係数 $n=0.012$ ）を均一に張り付けたステンレス板を敷き詰めた。水理条件は流量 $Q=6$ (l/s)、下流端水位は等流水深 $h=6$ cmとした。床止め工の平面形状はアーチ型（曲率半径 R =水路幅 B 、 $2B$ ）、フロントアーチ型（ $R=B$ 、 $2B$ ）、バックアーチ型（ $R=B$ 、 $2B$ ）、直線型の計7タイプとし、床止め工の落差を1cm、最小幅を2cmとした（図-1）。計測断面

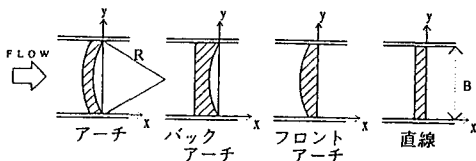


図-1 床止め工の形状

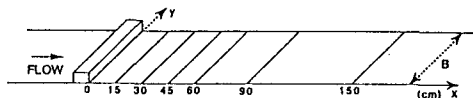


図-2 計測断面図

面（図-2）は床止め工より下流の6断面（ $x/B=0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 3.0, 5.0$ ）とし、計測点数は鉛直方向に河床より5mmごとに10点、横断方向に側壁より2cm毎に14点の計140点とした。主流方向の流速成分の計測にはプロベラ流速計を、二次流流速成分の計測には電磁流速計を用い、サンプリングは前者が20Hzで20秒、後者が10Hzで20秒とした。

3. 実験結果と考察

断面平均流速 $U_m=33.3$ (cm/s)で無次元化した等流速線図の例を図-3に示す。アーチ型では最大流速を示す位置が水面よりかなり下で現れており、水面付近で流速が相対的に減少していることがわかる。これは、床止め工のアーチ型化で生じたらせん状の二次流の影響により、側壁における低速流体が水面に沿って移流するためであると思われる。これが流れの集中効果（アーチ効果）であり、高速流体を水路中央の底面付近に集める役割をなしている。直線型に関してはアーチ効果は現れていないことがわかる。図-4には図-3でみられる流れの集中効果を比較するために $x/B=2.0$ における水深平均流速分布図を示す。この図からはアーチ型の最大流速が直線に比べ5%程度速く、逆に側壁の流速が5%程度遅いことがわかる。フロントアーチ型はアーチ型ほど強く中央には集中してはいないが似た傾向を示している。バックアーチ型に関してはわずかにアーチ効果がみられるが、ほぼ直線型に近い流れであることがわかる。次にアーチ型床止め工にみられる二次流ベクトルを図-5に示す。直線型のベクトル図と比較してみてもわかるようにアーチ型の特徴である二次流が底面付近で側壁に向かい、側壁付近で上昇しており、 $0 < y/B < 0.3$, $0.7 < y/B < 1.0$ で明確ならせん状を呈している様子がわかる。これらのことから床止め工直下の流れは床止め工上流端（前縁）の平面形状に強

く影響を受けるものと考えられる。即ち、 z/H の流れが床止め工にあたって剥離する際の剥離線の平面形状がアーチ形状であれば、大きなアーチ効果が期待できる。図-6には直線型に対する二次流強度を比較した図を示す。ここで、 Γ :二次流領域(便宜的に $y/B < 0.3, z/H > 0.2$ の領域とした)における循環値、 Γ_{st} :直線型の Γ を表す。 $x/B=1.0$ までは床止め工直下のため水面変動の影響を受けばつぎがあるものの、 $x/B=1.5$ 以降においてはアーチ型とフロントアーチ型がほぼ似た強さの値を示していることがわかる。 $x/B=5.0$ に着目するとバックアーチ型は直線型の強度とはばかわらないまでに収束しているものの、アーチ型、フロントアーチ型の強度はまだ2倍もあり、アーチ効果がかなり下流域にまで継続している点がいへん興味深い。

4. おわりに

実験結果から、二次流が流れの構造に密接に関係しており、河床に大きな影響を与えていることがわかった。また、二次流の特徴の決定には床止め工前縁の平面形状が大きな役割をなしていることがわかった。そのうちアーチ型・フロントアーチ型の床止め工は確実に側岸の洗掘を防止するものの、曲率半径が小さい場合には中央部で深掘れを引き起こす恐れがあるため、アーチ型を採用する場合は二次流の強度を考慮する必要がある。今後はアスペクト比の異なる流れに対する検討および小流量時におけるアーチ効果に関する検討を行う考えである。

参考文献

- 1) 山本・高橋・長谷川: 床止め工に関する調査報告書、土木研究所資料第2760号、1988.
- 2) 藤田・河村・神田・梅村: アーチ型床止め工の水理機能に関する実験的研究、水工学論文集, 第36巻, pp. 253-258, 1992.

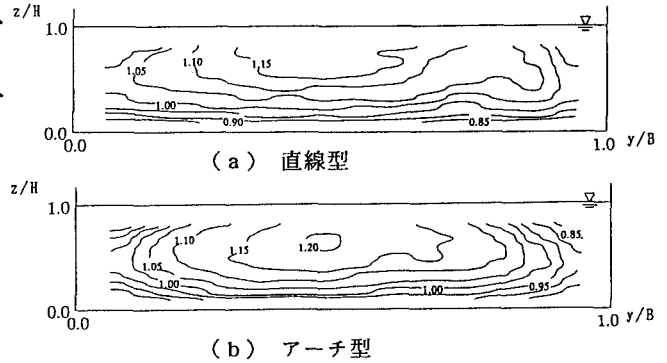


図-3 等流速線図($x/B=2.0$)

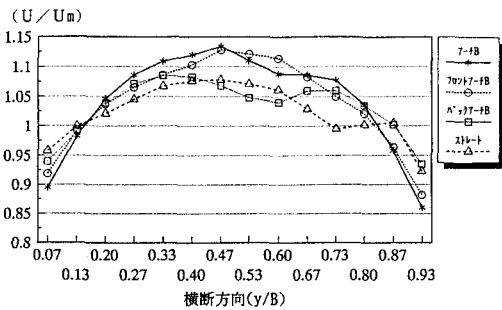


図-4 水深方向平均流速図

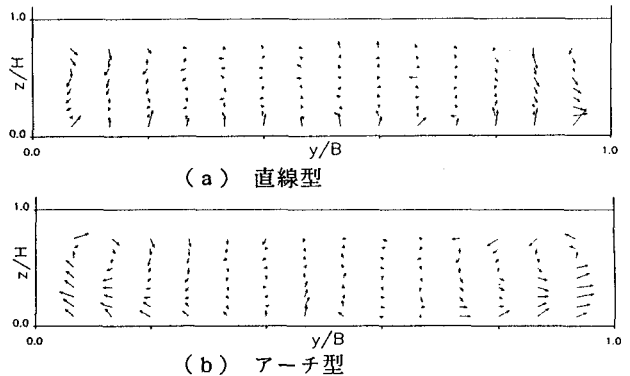


図-5 二次流ベクトル図($x/B=1.5$)

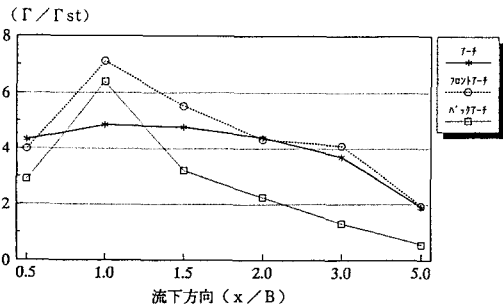


図-6 二次流強度の比較($R=B$)