

開水路弯曲部の河床形状についての一考察

— 側壁粗度の影響について —

岐阜大学工学部 正 員 増田重臣

学生員 永谷仁志

○はじめに

河川弯曲部では凹岸側に洗掘、凸岸側に堆積が生じ、治水上的問題点となることが多い。特に凹岸側の局所洗掘は、護岸破壊の主因の一つであると考えられる。しかし、現在、洗掘等を量的に把握できる段階には至っておらず、対策的にはできるだけ局所洗掘を少なくすることが考えられる。

弯曲部では、一般にらせん流が特徴的な働きをしており、凹岸側では下降流としてあらわれる。一方にありて大きな洗掘の生ずる場所では、凹岸部の流速が凸岸側に比較して大きく、これらが局所洗掘をひき起こすものと思われる。そこで、側壁粗度を大きくして主流流速を減少させ、らせん流を弱めることにより、洗掘量が緩和できるものと考えられる。須賀ら⁽¹⁾は側壁粗度を数種類変えて実験水路で河床形状を調べ、側壁粗度が有効であること・粗度係数が $n=0.018$ 以上になると、河床形に有意な差が現れないこと等を報告している。そこで本実験では粗度の大きな場合、小さな場合の二種類をとりあげ、河床摩擦速度 U_b の変化を媒介として側壁粗度の影響を考察してみた。

○測定概要

実験水路は、幅50cm、中心曲率半径300cm、弯曲角70°、勾配 $1/1000$ の矩形断面単一弯曲部をもつ水路である。側壁粗度は、 $n=0.012$ （ラウン合板にビニルペイントを塗布）と $n=0.018$ （干島イ型粗度で $s_1=s_2=4\text{cm}$ 、 $S/\lambda=6.15$ ）で、それぞれ水路の両壁にとりつけた。 U_b の測定は、標準ピトー管を用いて流速の鉛直分布を求め、Kartha⁽²⁾の方法にしたがい、対数則より求めた。 U_b の測定は、移動床では困難であるため、滑面固定床で行なった。

移動床は、微粒砂を洗除した平均粒径 0.68mm の砂を $1/1000$ 勾配に敷きならしている。河床形は、まだ完全に平衡に達していないが、ほぼ安定した通水後60分において測定したものを採用した。

○側壁粗度の影響

図-1は、側壁粗度・滑面の場合の河床横断形と摩擦速度の測定結果例である。

図-1(a)のように、弯曲部流入端附近では、依然直線部の影響が強く、粗度を大きくすると、流れの集中傾向が強まり、水路中央部のせん断力が大きくなる。したがって、中央での洗掘が進行した。滑壁の場合、 U_b は凸岸で大きく、Rozovskii, Metzls⁽³⁾らも観察しているように、本実験のような比較的弯曲の緩やかな場合、凸岸近くで洗掘される土砂はその下流凸岸部に堆積するために、洗掘はあらわれない。

図-1(b)は、最大洗掘の生じる附近、40°の場合である。粗度が大きい場合は、凹岸側で U_b は著しく減少する。したがって凹岸の洗掘量に明確な差異があらわれている。このあたりでは、滑壁の場合、主流流速の再分布がおきて、強制渦分布に近くなるが、粗壁の場合、凹岸側の流速発達が抑えられ、 U_b が大きくなり、粗度の効果のうかがわれる。下降流の測定をしていないので断定できないが、主流流速が減少しても洗掘傾向が生じることから、下降流が凹岸の洗掘の主要な原因であ

ると考えられる。凸岸側で U_k は粗壁の場合が大きくなるが、河床形には差異がこの場合あらわれない。

弯曲部末端附近では、図-1(c)のように粗壁の場合、滑壁に比して U_k は中央で大きく、凹岸側で減少する。河床形もこれに対応して平坦化している。

これから、自由渦分布に近い二次流発生域においては、 U_k が側壁近傍で減少しても、河床形に対する粗度の効果はあまり見られず、発達域以降に顕著になるようである。すなわち、二次流の強さが河床形に關係しており、側壁粗度はその発達を抑える働きをするものと考えられる。したがって、洗掘の緩和のためには、二次流の発達域・完全発達域の側壁粗度に留意する必要がある。

図-2は、流量を変えた場合の40°断面(最大洗掘点近く)の河床横断面形の比較である。図-1(b)とあわせて3ケースを比較すると、実験ケースが少なく明確ではないが、粗・滑壁の各河床は、流量の増加にしたがって、凸岸堆積高の差が大きくなる。しかし凸岸側では二次流は小さく、特に移動床では三角形断面に近く、吉川・池田が報告しているように二次流は更に小さくなる。したがって、凸岸粗度の二次流減殺効果によると考えるより、主流による違いであると思われる。

・おわりに

以上より、側壁粗度の影響を推察すれば、二次流の発達する弯曲部後半で、凹岸(下降流)によりまきあげられた土砂は、河床近くで凸岸へ向かう二次流により凸岸へ運ばれる。流量が増加し、平均流速が増大すれば土砂量も多くなる。しかし粗度が大きくなると、下降流・主流の流速が減少し、凸岸へ移動する量へ減り、凹岸側の洗掘が緩和される。一方、凸岸では粗度が大きくなると、側壁に平行な流れになり、流量が増せばその幅が広がる。したがって凹岸から運ばれた土砂は多くてもあまり堆積せず流下する。つまり、粗度が大きくなると、凹岸では二次流が減衰し、凸岸で平行流ができるものと考えられる。

・参考文献

- (1) 須賀 嘉男; わん曲部龍岸の水理機能に関する二つの実験的考察 第26回年講(1971)
- (2) Kartha, V.C & Leutheusser; Distribution of Tractive Force in Open channels J. of ASCE Hy 7 (1970)
- (3) Kondrat'ev; Stream Kinematics Around Curves and Formation of Bends Translated from Russian by the National Science Foundation (1962)
- (4) 吉川・池田; わん曲水路における二次流の数値解 第18回水講(1974)

