

単断面河川湾曲部の洪水流と河床形状の対応について

勤務先 (株)弓場水工コンサルタント 正会員 氏名 馬場 洋二

はじめに 河川の湾曲部は一般に治水上の弱点になりやすい。二次流発生の影響によって外岸側の河床洗掘、護岸・堤体の侵食が発生しやすいほか、外岸側の水位上昇や疎通能力不足に伴う溢水がある。さらに、流れの反射、直進性に伴う被害が加わることがある。ここでは某河川の湾曲部において、比較的大規模の洪水(河川規模からみて、大規模)が流過した直後の河床の横断形状等を観察出来たので、とりまとめて報告したい。

(題目の「河床形状」を「河床の横断形状」へ読みかえて頂くようお願い致します)

①概要; 当該湾曲部は、右岸が湾曲部外岸であり、護岸の基礎は一部露頭した岩に岩着し、仮に護岸が破壊しても、氾濫による被害は軽微である。一方左岸は自然河岸である。下流から上流に向けて撮影した河床の状況が写真である。外岸側河床には巨岩・巨石が点在し、保護工やア・マング工の役割を果たしているように見える。上下流の河床を点検すると、同一種の巨石の露頭があることから、巨石・転石の一部は流下してきたものと考えられるが、一部は人為的に運搬設置されたと考えの方が合理的な状況にある。左岸側も内岸堆積が相当の規模にまで進行している。河床材料はきわめて範囲の広い分布をしているが、3~40mm 程度が多く、さらに大粒径をも含む。図ならびに表 に見るように、外岸の曲率半径の最小は 24m 程度、川幅Bは約 29m、別途の測量によると、河道の勾配は 1/330 程度と考えられる。図のA 1断面より上流はA 1断面に真っ直ぐ流入する線形である。この出水では、湾曲部右岸沿いの護岸天端高(図の基準面 GL)を水深で約 1m 冠水する高水位に見舞われているが、これが、もともと河積が小さいことにより発生したものか、それとも出水中の内岸堆積に伴う河積減少のようなダイナミックなイベントにより発生したものかは不明である。

② 湾曲部の流れの推定; 主流にはほぼ直交する断面の基準面(図に示した GL)以下の河積の大きさの縦断的变化を試算したのが表である。A 1断面の河積で除して無次元化してある。一方、流下能力を

$$(A^5 B^{-2})^{1/3}$$

(A: 河積、B: 水面幅)

と等流で表現し、A 1断面の値で除して無次元化して、同じく表に示してある。試算精度はあまり良くないが、河積は湾曲部の中間地点で 10%程度減少し、流下能力で見ると、最大 14%程度減少している。(河川砂防技術基準では、こうした場合湾曲部の有効河幅を 10~20%程度拡大するなど、平面形状の検討を含めて十分に検討すべきとしている。)なお、 $n=0.04$ 、 $l=1/330$ とすると、等流の流量 $Q \approx 130 \text{ m}^3/\text{s}$ である。

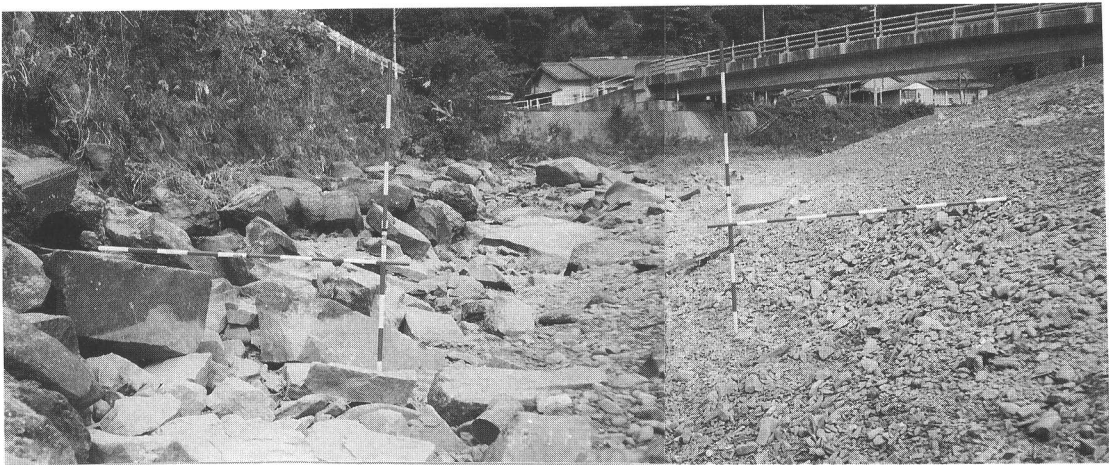
③局所洗掘ヶ所の巨石の機能; 何ら河床保護工が無ければ、外岸側が最深部となるが、ここでは配置した巨石がその役割を果たした結果、外岸沿いの河床が保護され、巨石の保護機能の及ばない河道中央部寄りが最深部となったことを意味している。断面A 4およびA 5においては、護岸法尻から約 6 m 沖合いに最深部が現れている。この距離は、かなり大きいのではないかと思う。

外岸側の河床に $1\text{m} \times 1\text{m}$ の大きさの巨石を置いた投影図を図に点線で示した。相当大きい規模であることが分かる。こうした巨石保護工の効果としては、平均流速が小さくなる、流下能力が減少する、水深が浅くなる(河床が高くなる、高水敷の存在と同様な効果)、および二次流成分の発生・発達が緩和される、あるいはその発生場所が変わってくるなどが考えられる。すると、二次流の下降流を巨石の内側に発生させ、いわば曲率半径がより小さい湾曲部を洪水が通過することになり、内岸堆積が著しくなるとも演繹されるが、この点につき是非ご意見を頂きたいと思う。

④特筆的な事項; 写真に示す巨石の間は、スキ間が大で、しかもそのスキ間には代表粒径の河床材料がほとんど存在しない。(巨石が浮いた状況で存在している)何故スキ間が埋まらないのか強い興味を持っているが、その機構についてはよく分からない。

⑤植生の抵抗力について; A 1断面の小さな中州は縦断的に残り、茎が長く、強いヨモギにより、中州の洗

掘が免れているように見える。ヨモギの茎が、二次流の方向にネジれているので、かなり強い作用力が長時間継続したことを示すものと考えられる。また、この中州がかなり下流にまで延び、既にヨモギの絶えた下流地点にも、上流の中州と同じ位置にマウンドが残存しており、この解釈もいまのところ定見を得ていない。



表

断面	累加距離	断面積比	流下能力比	曲率半径
A 1	0	1	1	無限大
A 2	8.8	0.96	0.94	42
A 3	13.8	0.96	0.93	24
A 4	20.9	0.91	0.87	37
A 5	31.9	0.99	1.07	66
A 6	54.9	0.91	0.86	87

単位：m

⑥河床の横断形状の対応；表に外岸の曲率半径のおおよその縦断的变化を示す。これによれば、外岸の曲率半径は、だんだん差し込まれるように小さくなっている。巨石での保護範囲を約6 mとすれば、曲率半径はいよいよ小さくなる。したがって、巨石保護工の粗度効果に加え、実質の曲率半径がより小さくなる効果（影響）を合わせて内岸側の堆積状況を検討し、さらに、他の保護工を想定した場合の堆積とを、比較検討することが当該湾曲部の改良計画策定につながると考えられる。

