

礫床河川の現地調査による堰下流の河床形状に関する検討

西日本工業大学 正会員 ○赤司 信義
西日本工業大学 正会員 石川 誠

1. はじめに

堰や床止めの水叩き直下流の護床工は、洪水の度に安定性を脅かされ、その機能が低下した箇所も少なくない。一般に、水叩き下流の護床工は連結したコンクリートブロック工が多く用いられるが、現地材が確保される場合などでは捨石工も用いられる。コンクリートブロック工は河床を被覆して設置され安定性で優っているが、自然景観等を考えれば捨石工が望ましいと考える。捨石工の安定性向上に関する研究としては、礫径を下層に小さくなるように変化させた多層捨石工や礫層を洗掘深に埋設した捨石工に関する研究がある。本研究は、礫床河川の転石を利用した河道整備工法を系統化することを目的として、礫床河川の河床形状の現地調査を行って、護床工形状の数値的検討を行ったものである。

2. 河床形状の現地調査

現地調査は、福岡県豊前市の佐井川 7.9 km 地点の向川原井堰から堂ノ前井堰までの約 200 m 区間について行った。河床形状は、向川原井堰の水叩き下流端より流下方向に 8 m 間隔、横断方向に 2 m 間隔で、RTK-GPS により測量した。右岸は幅 2 m 程度のコンクリート張り高水敷、左岸は練り石積み護岸で、河床には 1 m 程度の大きな石も点在している。流量評価や水面計算

を行うため、上下流の堰の形状を調査した。図-2 は向川原井堰の出水時の状況である。このときの越流水深は 0.6 m で、跳水始端は水叩き上に、終端部は水叩き下流の捨石部に現れていた。向川原井堰の全長は 47 m で、中央部は天端が低くなっている。堂ノ前井堰も、同様な形状である。水位流量関係はこの調査と別に行われている水位検討から定めた。図-3 は測量結果を基にして、横断面毎に平均河床高を求め、標高から差し引いた相対的な高低差を、等高線として描いたものである。水叩き直下流の最深部は左岸側であるが、そこから 100 m 区間までは右岸側、その後は左岸に向かっている。

また、最深部は流路中央軸に対して並列して現れていて、ステップ・プール構造が形成されているものと考えられる。図-4 は最深部縦断曲線で、水叩き直下流の最深部に続くステップを含めて、ステップは 5 箇所あり、間隔は 20~50 m 程度で、ステップ・プール構造の波長として知られている

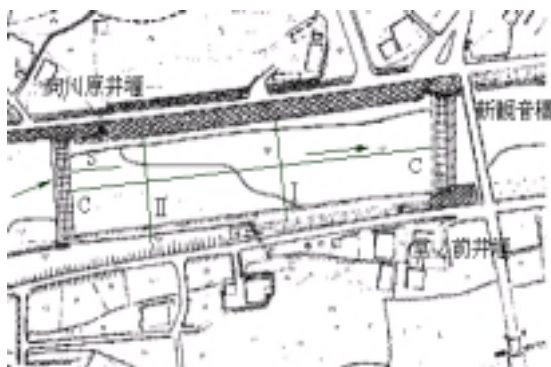


図-1 調査河川



図-2 出水時の状況

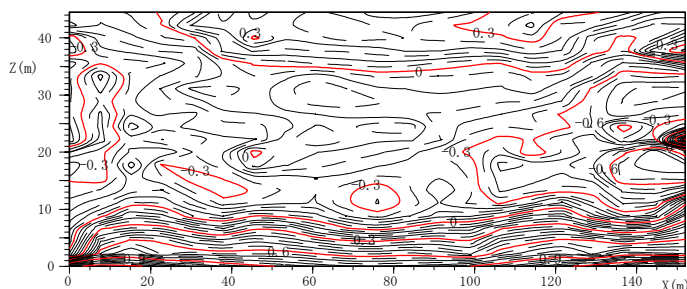


図-3 等深浅図

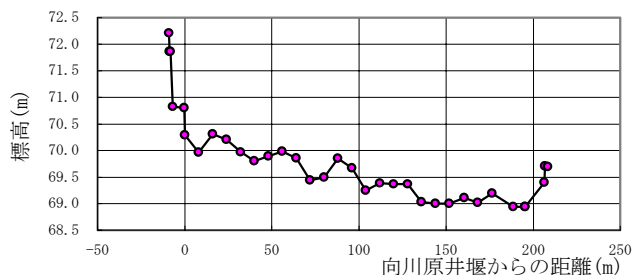


図-4 最深部縦断曲線

キーワード 河床変動, 流路, 洗掘, 護床工, 河床の制御

連絡先 〒800-0394 福岡県京都郡苅田町新津1-11 西日本工業大学 Tel 0930-23-1491

水深流路幅程度のスケールと一致している。ステップ高は、1m弱となっている。

3. 水面形及び河床形状の検討

図-5 は、向川原井堰の越流水深が 1m の場合について水面形の計算結果を示したものである。下流端は、堂の前井堰で堰上げになっていて、射流部は 120m 付近で現れるが、計算上その地点の水深を等流水深で与えている。洪水時には白波が観察され、部分的に射流が現れるものと考えられる。図-6 は向川原井堰の流れで、堰上流と水叩き上の流れの比エネルギーを一定として求めた水叩き上水深 h_s とその下流で跳水が生じるとして求めた共役水深 h_2 を示したものである。越流水深 1m の場合、共役水深は 1.4m で水叩き標高は 70.83m より、跳水終端水位は 72.23m となる。図-5 では、水叩き終端水深は 72.4m となっている、図-2 の流れの様に、水叩き上で跳水が起こるものと考えられる。

水叩き上もしくは直下流で跳水が起こる場合の河床面の掃流力を評価することは容易ではないが、従来の研究結果を比較して示すと、図-7 となる。図中の湾曲噴流は、水平噴流による湾曲噴流の結果を示し、 u =一定は、湾曲噴流の流速を一定として比較上示したものである。もう一つの曲線は床止め下流の抵抗則として評価された式を示している。床止め下流の掃流力より湾曲噴流が小さくなっている。床止め下流で跳水が起こる場合、流れのエネルギーの大半は水面の大きなローラーで失われるので、掃流力は湾曲噴流より減少する。洗掘の進行過程は、水平噴流による洗掘過程とほぼ同様と考え、掃流力は半減するとして、水平噴流による洗掘の数値解析を適用した結果が図-8 である。図には、越流水深が 1m の場合について、河床礫径が 10~40cm について洗掘時間 2 時間での洗掘形状を示している。およその洗掘形状は評価できることが分かる。

4. おわりに

安定的な護床工構造を検討するため、現地調査と数値的検討を行った。河道にはステップ・プール構造が形成されていること、水叩き下流に水辱池としてほぼ安定したプール形状が形成されていることなどが認められた。水叩き直下流とそれに続く下流河床との連続した河床変動の解析方法の検討を進めたい。

参考文献 1) 斎藤 隆: 水平噴流による洗に関する研究、土木学会論文報告集、Vol. 282, pp53-63、1978. 2) 鈴木幸一・道上正規・香川章: 床固め直下流部の局所洗掘について、土木学会第 35 回講演会概要集、第 2 部、pp. 308-309、1980. 3) 神田佳一・村本嘉雄・藤田裕一郎: 護床工下流部における局所洗掘とその軽減法に関する研究、土木学会論文集、NO. 551/II-37, pp. 21-36、1996.

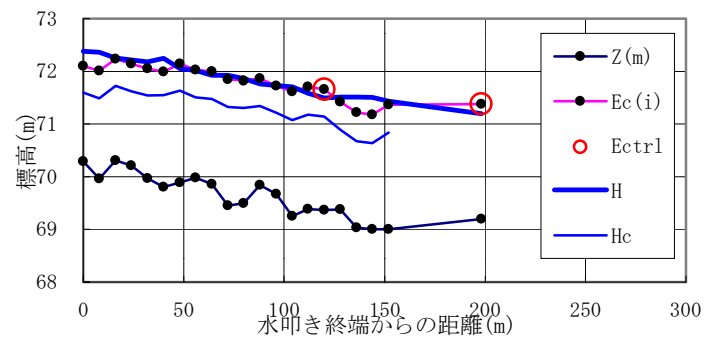


図-5 常流・射流の混在する不等流計算

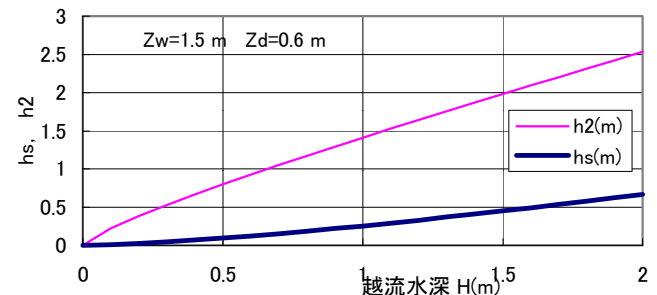


図-6 水叩き上の水深と共役水深

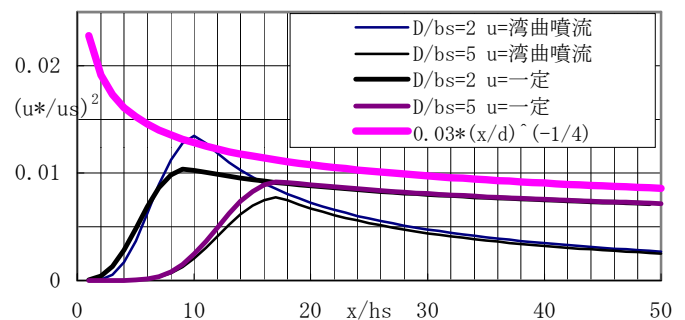


図-7 湾曲噴流の掃流力

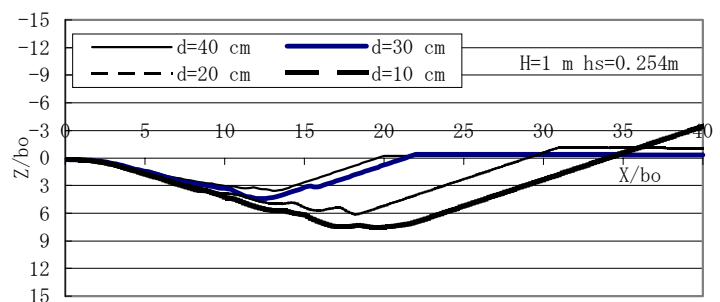


図-8 水叩き下流の洗掘形状