

Ⅱ-5 平面二次元解析に基づく急流河川の環境改善設計

(株)エコー建設コンサルタント ○穴瀬康雄 赤尾篤彦
徳島県池田土木事務所 藤枝主市 三橋清彦
徳島大学工学部 岡部健士

1. はじめに 本県では、自然との共生を基本理念とした「環境共生事業」が各所で実施されており、ビオトープの創造や親水性の向上など、各河川の特성에応じた整備が推進されている。本報告で紹介する河川も当事業での改修が検討されており、今年度はワークショップを実施して川づくりの基本構想がまとまりつつある。その中では既設床止め工へ水通し（スリット）を設けて、魚が上下流に移動できるようにして欲しい、水位をできるだけ下げて欲しいといった要望が多かった。スリットの設置は両者を満足する良案ではあるが、上流側に河床低下をもたらす¹⁾²⁾、スリット部の流速が非常に大きくなる、といった治水上のマイナス面も持ち合わせている。今のところスリット諸元を検討するには至っていないが、次段階では水理解析に基づく定量評価が不可欠と考えられた。ここでは、曲率の非常に大きい急流河川に平面二次元流れ解析法³⁾を適用し、解の安定性や適用上の諸問題について検討した結果について報告する。

2. 対象河道 対象河川は、徳島県三好郡山城町の白川谷川（流域面積は 30.8km^2 ）である。昭和 58 年の洪水（河内災害）により甚大な被害を受け、大規模な河道改修がなされた。計画縦断勾配は $1/35$ で、約 50m 毎に帯工が設置されている（図 1,2 参照）。横断形状は掘込形式の単断面であり敷幅は約 20m である。河床低下が著しく、改修から約 20 年を経た現在、帯工上下流にはかなりの落差がついており（最大 2m）、水衝部等では根切れの心配がある。また、対象区間には曲率半径が $r=50\text{m}$ 程度で 90 度以上の湾曲箇所がある。

3. 数値計算例 対象範囲は図 1 に示す延長約 530m の区間である。数値計算法には、長田³⁾が提案した一般座標系の基礎式を有限体積法で離散し、Adams-Bashforth 法によって時間積分を行う非定常モデルを用いた。境界条件として上流端流量、下流端水位を与え、得られた時間収束解を不等流解とする。格子点数は 130×13 で、平均的なメッシュ間隔は流下方向 4m 横断方向 1.8m である。格子点河床高は縦断測量結果からの推定値であり、横断方向には水平としている。スリットは床止め地点の河床高を直下流と同程度の高さとすることで表現している。なお、スリット直上付近では安息角程度の斜面が形成されることを考慮して、一部河床高を下方修正した。流量は既往出水時写真を参考に $Q=300\text{m}^3/\text{s}$ とし、下流端は等流条件とした。粗度係数は散在する転石を無視して一律 $n=0.045$ とした。計算は、スリットの大きさを変えて 4 ケース行った。

計算結果を図 2,3 に示す。断面平均水位の縦断分布形を示した図 2 を見ると、常・射流が混在する非常に変化の激しい流況であることが分かる。床止め付近には数値振動が見られるが、発散することにはなかった（ $\Delta t=0.01$ ）。ただし、河床変動計算へ拡張した場合には不具合の予想される点であり、不連続現象に強い MacCormack 法の導入など検討する必要があるだろう。他方、既往出水時写真から推察して、跳水部の水位変化量は大きすぎると思われる。床止め近傍の落差が大きくなると実際には剥離域が形成されるため、計算上は縦断死水域を考慮する必要がある。

各ケースを比較すると、跳水箇所を除いて、スリットの大きさに比例して全体的に水位低下していることが分かる。とくに湾曲の影響を受けて水位上昇の大きい床止め"4"と"5"の間においては、最大幅 6.2m のケースがスリットなしと比べて 40cm ほど低下している。

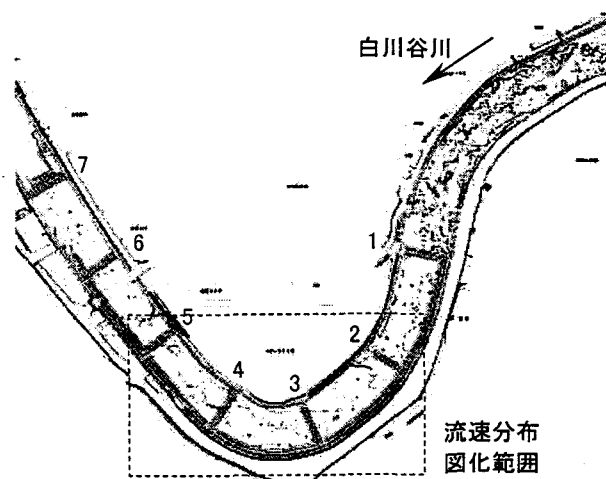


図 1 白川谷川概略平面図

図 3 は、湾曲部を中心に図 1 に示す範囲について流速分布を示したものである。いずれも内岸側が遅く、床止め付近の落差部で加速されるといった定性的に妥当な解が得られている。現況に対応するスリットなしのケースを見ると、湾曲終端部の床止めにおいて、外岸への水当りが顕著である。当箇所は現地調査において、根固ブロックの変状が著しく、護岸根切れと判断しており、この結果とも整合する。

治水上の観点からは、断面最大流速は河道中心付近に生じることが望ましい。各ケースについて、スリットの流速制御効果に注目すると、上述の床止めにおいては、スリット幅を大きくするほど河道中心への集水効果が高いことが分かる。しかし、他の床止め部では、上下流への影響範囲が狭く、その効果は明確でない。この点については、今後、河床変動計算によって、流れ構造の変化に対応した河床形状を得なければ考察困難と思われる。

一方、環境の観点からは、基底流量程度（平水時）におけるスリット部の通過流速を検討し、魚道として機能するように適当な流速に制御する必要がある。ちなみに、先の高水相当時においては、接近流速 5m/s に対して通過流速は 3 倍近い 14m/s 程となっている。スリット諸元を決定する際には、このような環境上の要請についても検討する必要がある。

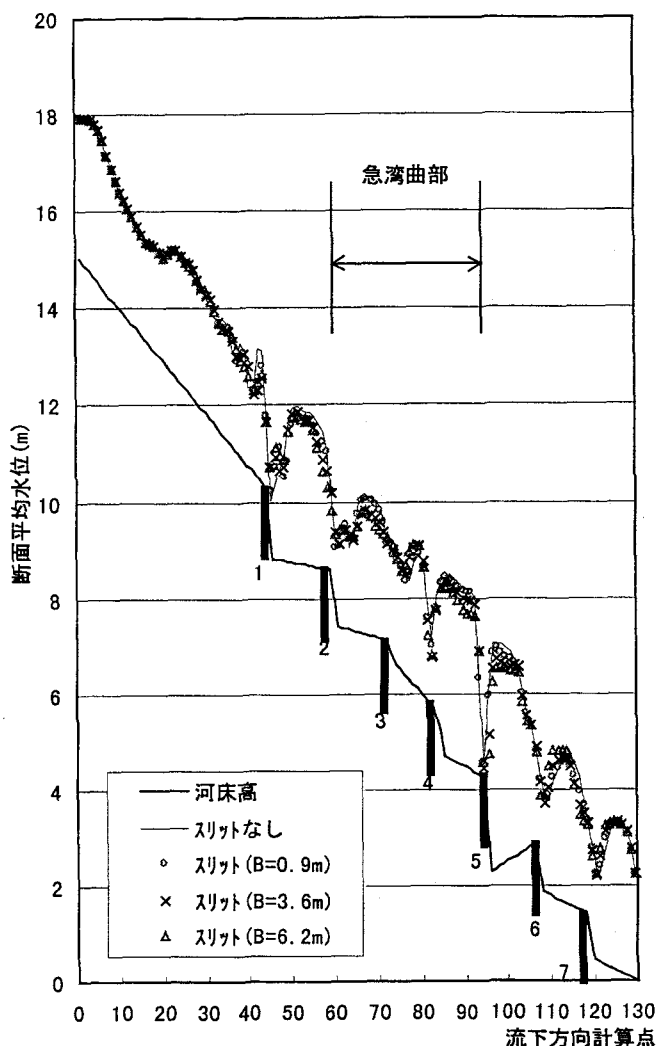


図 2 平均水位縦断面図

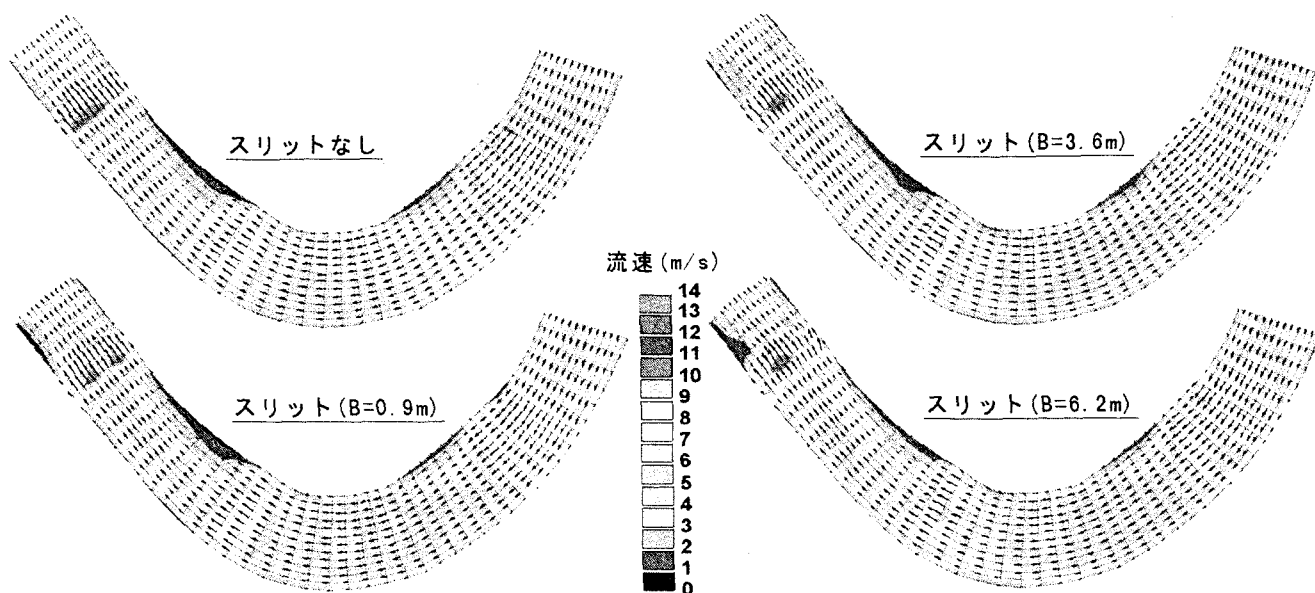


図 3 流速コンパクト図

- 1) 穴瀬・赤尾・飯山・岡部：生態コリドーの回復を目的としたスリット付き落差工の設計と適用(2001),平成 12 年度徳島大学工学部研究報告.
- 2) 穴瀬・赤尾・藤枝・岡部：近自然河道設計における一次元河床変動計算の利用(1998),四国支部第 4 回技術研究発表会.
- 3) 水工学における計算機利用の講習会講義集,土木学会水理委員会基礎水理部会(1999.8).