

II-14 砂州形成河道の河床変動計算に関する一考察

秋田大学 土木工学科 正 員 石 井 千万太郎
正 員 浅 田 宏
○ 学生員 肴 倉 泉

1. はじめに

本文は砂州形成河道の、特に低水時における砂州の変形を計算する手法を検討している。流れの計算は基本的に二次元浅水流解析であり、流れの急変部で三次元性の強いところでは流れと河床変動をモデル化する立場をとっている。実際の数値計算手法は、砂州形成時と低水流通水後の安定流況時の河床形を用いて流れの計算と河床変動計算を行い、その結果が安定流況を示しているかどうかで検討している。また、「噴流の衝突による壁面底部の局所洗掘」の実験モデルを河床変動計算に適用するにあたっての問題点を検討している。

2. 検討項目とその結果

(1) 路床砂粒度の影響について

前報¹⁾までの計算は、路床材料を一様径で路床上に一様に分布しているとして計算が行われてきた。しかしながら、実河川および水路実験²⁾では、①砂州上に特徴のある分布がみられること、平均粒径値は同じであるが粒径の分布幅が異なる路床材料を用いた実験では、②形成砂州の平面形状はほぼ同じであるが、砂州の波高は粒径分布の幅が広がると減少する結果が得られていること、③低水時の砂州の変形実験で、側壁沿いの流路が粒径分布の幅が広がると形成されやすくなることなど²⁾、河床粒度の重要性を示している。これらのことから計算が必要と考え、流れの計算における路床砂の粒度の路床上分布を考慮した (1) 式の抵抗則と、流砂量式として (2) 式の芦田・道上の粒径別掃流砂量式を用いている。

$$f = a \left(\frac{h}{d_m} \right)^b \cdots (1), \quad \frac{q_{B,i}}{f_o(d_i) u_*' d_i} = 17 \frac{\tau_{*i}'}{\tau_{*i}} \left(1 - \frac{\tau_{*ci}}{\tau_{*i}} \right) \left(1 - \frac{u_{*ci}}{u_*} \right) \cdots (4)$$

ここで、 f : 摩擦損失係数、 h : 水深、 d_m : 路床砂平均粒径、 a, b : 実験係数、 $q_{B,i}$: 粒径 d_i の砂れきの単位幅体積流砂量、 $f_o(d_i)$: 粒径 d_i の砂が路床に占める割合、 τ_{*i}' : 粒径 d_i の砂に対する無次元の掃流力と有効掃流力、 u_*, u_*' : 摩擦速度と有効摩擦速度、 τ_{*ci}, u_{*ci} : 粒径 d_i の砂に対する無次元限界掃流力と限界摩擦速度。

(2) 砂州前縁段落ち部について

砂州形成時の実験観察によると、砂州の比較的明確な前縁部では、図-1 に示したように段落ちを形成し、段落ち点 A で水流ははく離し、A 点を通過した流砂はそのまま段落ち部に堆積している。しかしながら、流れの計算はこのはく離現象を考慮しない平面流の計算であるため、その計算結果を用いて計算した流砂量は補正が必要となる。その簡略補正を、図-1 に示すように段落ちの段差が Δz_b のとき、流れのはく離領域長を $\sigma \Delta z_b$ (計算例では $\sigma = 5$) とし、CB 区間で流砂移動がない

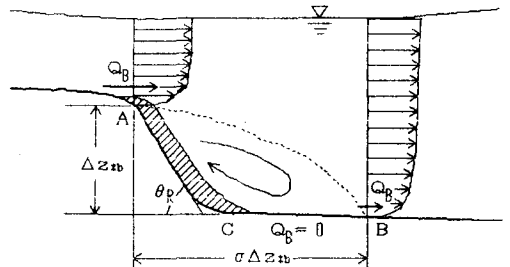


図-1 段落ち部下流の流れと堆砂

とすることで行った。ただし、この段落ち部では流れと路床砂移動の方向が異なることを考慮して、この処置は斜面方向成分についてだけ行う。

—— 図-2 は (1)と (2)を考慮して計算された路床変動量を、砂州がその形状を保ちながら一定速度で移動するとしたときの路床変動量と対比して示したものである。図-2(b),(c) から、砂州形成時には路床砂粒度分布がすでにできあがり、粒度分布の影響が小さいことが分かった。また、砂州前縁段落ち部の堆積は (2)の処置により十分改善されていることが図-2(d) に示されている。

(3)水衝部の局所洗掘部について

当初、水衝部の洗掘部を湾曲部の二次流によるものとする解析を行ってきたが、そのモデルでは実験で見られるような洗掘を表現できなかった¹⁾。また、水衝部の洗掘部の観察からその機構が橋脚前面の局所洗掘と類似していることが判明している²⁾。そこで著者らはこれを「噴流の衝突による壁面底部の局所洗掘」として実験を行い、洗掘孔の形状を予測するモデルを組み立てようとしている³⁾。水衝部洗掘の計算は当初、二次元浅水流として計算して側壁に衝突する流れを求め、それからモデルによる洗掘孔

を求める手順を考えている。流れの計算により求められるのは、流れの流向、流速、水深の平面的分布である。一方、噴流の側壁衝突の実験モデルを適用するにあたり必要とされるのは、適当な断面位置における流れの流向（噴流の入射角を与える）、流速、水深、断面幅である。そのため、次のような種々の課題を解決しなければならない。：

- ① 噴流衝突による局所洗掘を支配する断面をどのように定義する。現在のところ断面の法線の側壁への入射角が最大の断面とすることが考えられている。
- ② 実験モデルは断面内の流速分布がほぼ一様の実験が行われている。これに対し計算された流れでは断面内の流速分布はかなり非一様である。断面平均流速での取扱いでは大きな誤差を生じることが、すでに著者らが行った実験³⁾で得られた事実である。この対策として、有効通水断面を考慮した断面幅、断面平均流速を求めることが考えられる。
- ③ 砂州河道の水衝部は砂州前縁部の段落ち部を過ぎたところであるため、平坦床で行われている実験によるモデルには不安がある。したがって、段落ち流れとの組み合わせの実験も必要になるかも知れない。

3.おわりに

著者らは現在、「噴流の衝突による壁面底部の局所洗掘」の実験を行い、そのモデル化を行っている。講演時には砂州形成河道の河床変動計算への適用例を発表する予定である。

<参考文献>1)石井、杳沢：2次流モデルを導入した単列交互砂州の流れの計算、土木学会第43回年次学術講演会概要集II、昭和63年。2)石井、浅田：砂州形成河道の河床変動計算法の実験的検討、土木学会第44回年次学術講演会概要集II、平成元年。3)石井、畠山、肴倉：噴流の衝突による壁面底部の局所洗掘に関する実験的研究、土木学会東北支部技術研究発表会講演概要、平成元年度。

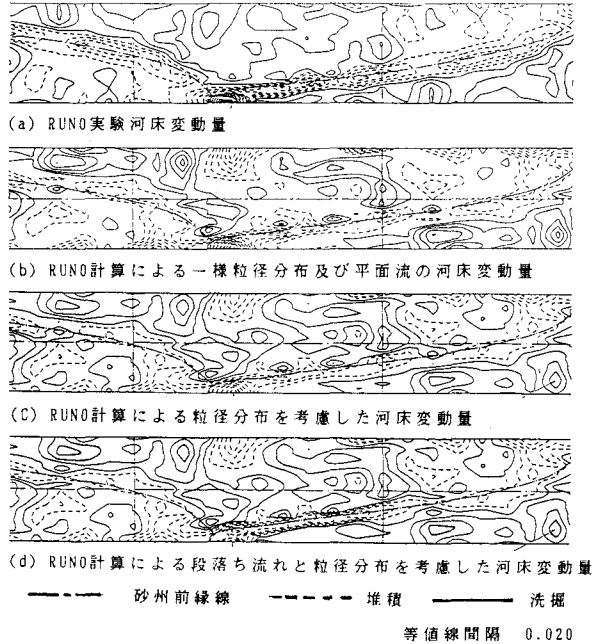


図-2 路床変動量