流量急変時の砂州波高変化について

北海道大学大学院 学生員 中西哲北海道大学大学院 フェロー 黒木幹男

1.はじめに

数値計算で洪水時のハイドログラフをステップ状に 変化すると仮定するとき、まずそのひとつのステップ が砂州にどのような影響を与えるかを知る必要がある と考えられる。

そこで本研究では、同一条件の水路において、流量 *Q*を非定常的に増加、減少させることにより砂州の形 状、特に波高に着目し、それがどのように変化するか を考察する。

2. 計算方法

本研究において流れの計算に関しては清水ら¹⁾と 同様に、二次元浅水流モデルを用いる。

河床変動の計算は、河床材料を混合粒径とし掃流 砂のみを対象とした。各粒径の流下方向、横断方向 の流砂量はそれぞれ粒径別の Meyer・Perter-Muller 式および長谷川の式よりもとめる。

以上の式を離散化し、繰り返し計算により、流速、 水位および河床変動量をもとめる。

3. 計算条件

計算領域は実験室レベルを想定し、水路長 7.5m、 幅 0.9m 河床勾配 1/250 の単矩形直線水路とし、境 界条件は周期境界条件を用いた。

混合粒径は平均粒径が 0.9mm である粒度分布を 与えた。

Manning の粗度係数 *n* は計算領域を実験室レベル としたため、河床波の影響を考慮しない式(1)であた え、流下方向、横断方向の河床せん断力は、Manning 型の抵抗則を用いて計算を行った。

$$n = \frac{d_m^{1/6}}{6.9\sqrt{g}}$$
(1)

ここで、gは重力加速度、dmは混合粒径河床材料の

キーワード:交互砂州、混合砂河床材料、砂州波高

〒060-8628 札幌市北区北 13 条西 8 丁目 北海道大学大学院工学研究科 011-706-6190

平均粒径である。

以上の諸条件を用い流量を変化させ計算を行う。流 量に関しては黒木・岸の領域区分図³⁾の砂州の発生条 件が交互砂州となる流量 $Q_1=0.0114$ m³/s、 $Q_2=0.0134$ m³/s、 $Q_3=0.0184$ m³/sの3ケースとし、はじ めに比較対象のためそれぞれの流量を一定値とした計 算を行い、砂州の形状特性を調べた。

次に *Q*₁を基本の流量とし、*Q*₁~*Q*₂~*Q*₁と変化させた場合について、また *Q*₁~*Q*₃~*Q*₁と変化させた場合















の計2パターンの非定常的な流量を与えた砂州の形状 特性をもとめた。

4. 計算結果

(1)流量一定の波高変化

各流量における砂州波高の時間変化を図 - 1に示す。 計算時間 6000 分の波高は Q2 のケースが最も卓越した 値を示すが、同時に生成時間が遅くなり計算時間内で は平衡状態の結果を得ることができなかった。

Q3のケースで波高は3ケース中で低い値を示した。 このことは流量の上昇により、領域区分図の砂州非発 生区域に近づいたからだと考えられる。

次に、計算時間 4000 分程度における河床コンター 図を図 - 3 に示した。砂州の形状は Q1、Q2 はさほど 変化は感じられないが、Q3 については他の 2 ケースと 比較して崩れた形になっていることが見て取れる。 (2)流量を変化させた場合

流量の変化は計算時間 3000 分で増加させ、5000 分 で減少させた。なお、Q3 から Q1 へと変化させる過程 で計算上の安定を図るため、階段状流量を減少させた。

図 - 3および図 - 4は流量変化を考慮した計算時間 と波高の発達状況の関係図を示す。

両パターンとも流量増加の際波高が著しく低下し、 流量減少の際は上昇していることが見られ、変化の傾 向は流量変化の大きさに依存している。

波高の低下はともに図 - 1 で示した値よりも低い位 置へと落ち込み、そこから再度発達している。波高上 昇時は逆に図 - 1 よりも高い位置へと上昇している。

両パターンとも同じような曲線を描いているが、流 量が多いときに図 - 4ではスムースな曲線を描いてい るのに対し、図 - 3では振動の現象があらわれた。ま た波高の上昇がピークを過ぎた後にも振動が見られる。





なお、各流量時の砂州の形状は図 - 2の状況とほぼ 同じであり、図 - 3にみられる波高振動時についても、 その位相に関わらず同様の形状であった。

5. おわりに



今回の数値計算では、流量急変時のさまざまな現象 を見ることができた。流量の増減によって砂州波高も 急激に変化することがわかった。Q3からQ1へと変化 させた流量減少時の波高の急激な上昇に着目する。図 -4では波高が上昇し一定流量の平衡波高よりも大き な値を示したことがわかる。図-5に計算時間が5200 分の河床コンターを示す。形状は crest 部の発達部位が 砂州中央へと移動している。その後図-2で示した形 状へと落ち着いた。

数値計算において、実際にハイドログラフを階段状 に与えると、今回見られたような現象が連続して起き ることが予想される。今後このことを考慮し、実現象 との比較対照をする必要があると思われる。

参考文献

- 清水康行,板倉忠興:河川における二次元流れと 河床変動の計算,北海道開発局土木試験所報告 第85号,1986.
- 2) 平野宗夫: Armoring をともなう河床低下について, 土木学会論文報告集 第195号, pp.55-65, 1974.
- 3) 黒木幹男,岸力:中規模河床形態の領域区分に関 する理論的研究,土木学会論文報告集 第342号, pp.87-96,1984.