堤防と低水路の位相差が複断面蛇行水路における河床変動に与える影響

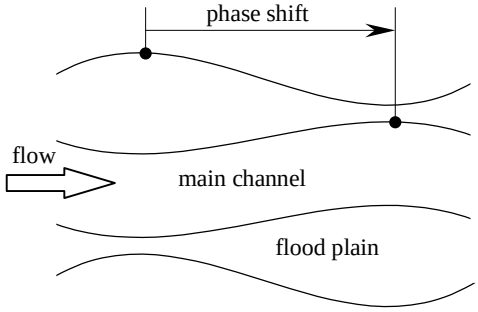
北海道大学大学院　学　生　会　員　松山　洋平
北海道大学大学院　フェロー会員　黒木　幹男
北海道大学大学院　フェロー会員　板倉　忠興

1．はじめに

複断面蛇行水路における流れは、単断面における流れと異なり、高水敷に乗り上げる流れや、低水路に落ち込む流れが生じる。さらに河床はその流れの影響を受け、単断面における河床変動とは異なる挙動を示す。複断面水路における流れや河床変動を特徴付けるパラメーターとして、高水敷と低水路の粗度比や、高水敷水深と低水路水深の比などが挙げられるが、本研究では複断面蛇行水路における堤防と低水路の位相差と、砂州および深掘れの位置の直接的な関係を数値実験的に比較する。

2．計算条件

図－1に示すような、低水路と堤防が位相を持って共に蛇行している水路における河床変動について考察する。位相差はπ、$\pi/2$、$3\pi/2$、2πの 4 種類を考え、砂州は時間の経過とともに移動する条件とした。ここでは紙面の都合上π、$\pi/2$ の２ケースについて議論する。水路幅は 4m、低水路幅は 1.4m、堤防および低水路の波長は 9m とした。また流量は 0.115m^3/sec、Manning の粗度係数は低水路、高水敷ともに 0.03、平均河床勾配は 1/1000、河床砂の粒径は 0.9mm である。



図－1　水路平面形状

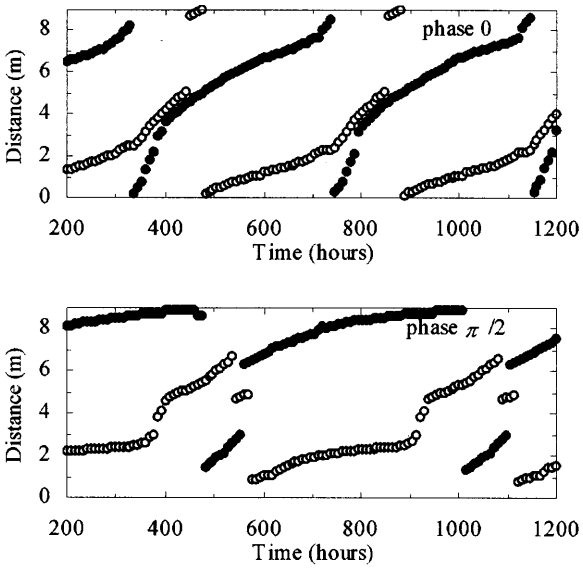
数値計算は、流れの場に２次元浅水流方程式、流砂量式に Meyer-Peter･Müller 式を適用し、差分法により陰的に数値解を求めた。計算上の上流端および下流端は周期境界条件とし、同じ形状の水路が無限に続くものとしている。

3．計算結果および考察

図－2に左岸側における crest および深掘れの縦断方向の位置と時間の関係を、**図**－3に crest および深掘れの位置と crest の高さおよび洗掘深の関係を示す。右岸側は左岸側と同様の傾向を示すため、ここでは省略する。crest および深掘れの位置は計算上の上流端からの距離で示し、crest の高さおよび洗掘深は平均河床からの変化量で示している。図中●は crest、○は河床最深部を示している。また**図**－4に高水敷上を流れる流量の時間的変化を示す。**図**－4では●は左岸側、○は右岸側を表している。変動流量は時間平均値からの変化量とし、次式より計算する。

$$Q_f = \frac{Q_p - Q_m}{Q_m}$$

ここで、Q_f は変動流量、Q_p は左岸または右岸側高水敷上を流れる流量、Q_m は高水敷上を流れる流量の時間平均

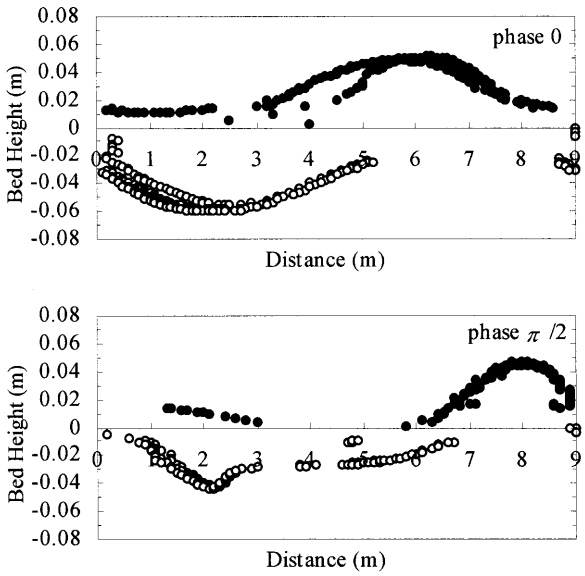


図－2　crest および深掘れの位置

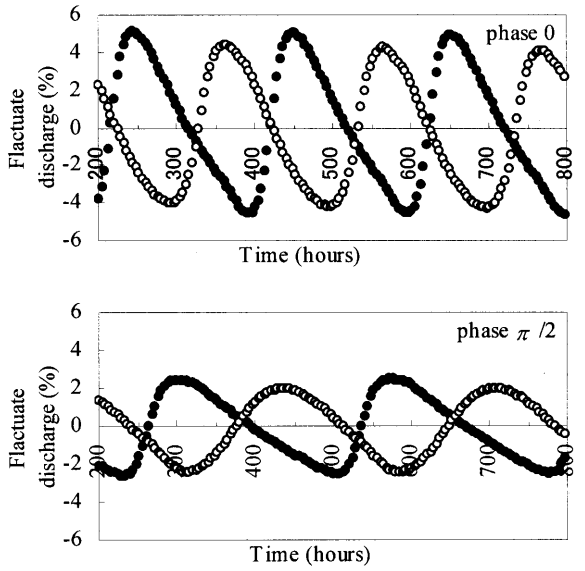
Key Words　複断面、蛇行、数値解析、河床変動
〒060-8628　札幌市北区北 13 条西 8 丁目　北海道大学大学院工学研究科河川水資源工学分野　Tel 011-706-6190

値である。これらの値には、計算上の上流端から 4.5m の位置における値を用いた。

図－２および**図**－３より、phase 0 の場合は上流端から約 1m の位置で crest の高さが最小、約 6m の位置で最大になり、洗掘深はその逆であることがわかる。また phase π/2 の場合は上流端から約 8m の位置で crest の高さが最大、4～5m の位置で最小になっており、洗掘深は約 2m の位置で最大になっている。すなわち、両ケースとも堆積が卓越する場所は低水路内岸付近、洗掘が卓越する場所は低水路外岸付近であるといえる。また砂州および深掘れの位置の変化に着目すると、砂州の移動速度は低水路外岸付近で速く、内岸付近では遅くなる。深掘れの位置の変化は、砂州のものとは逆に低水路外岸付近で遅く、内岸付近では速くなる。また、phase 0 の場合よりも phase π/2 の場合のほうが砂州および洗掘位置の移動速度が遅く、洗掘深が小さい。これは**図**－４に示される、高水敷と低水路の間の流量の交換が少ないことと関連しているものと思われる。高水敷と低水路間の流量の交換は、２次流の発達・減衰に少なからず影響を与える。phase π/2 の場合のほうが流量の交換が少ない原因の一つは、堤防内の主流と低水路の線形が近いことにあると思われる。



図－３　crest・深掘れの位置と crest 高さ・洗掘深



図－４　高水敷上の流量比

４．おわりに

複断面水路においては、低水路内に単断面水路の場合と逆向きのらせん流が発生することがあり、単断面の場合とは異なった河床変動を示すことがあるが、河床面が大きくなると単断面的な河床形状が現れやすく、高水敷粗度が小さくなると、流れと河床形状は複断面的な特性に近づく[2)]。本研究では高水敷と低水路の粗度を等しくしており、河床面も比較的大きいため、複断面的な流れと河床変動の特性を大まかに把握することはできても、詳細に表現できていない可能性がある。また、複断面水路の流れにおいて重要なものの一つに、非静水圧分布がある。本研究は流れの場を２次元で解析しており、低水路内の渦や低水路と高水敷の境界部分における剥離などの、複断面水路の特徴的な性質が河床変動に与える影響の評価は不可能である。さらに、本研究では掃流砂のみが解析の対象であり、高水敷上に堆積する浮遊砂などの評価も必要である。今後の課題となるのは、これらのことに着目して解析を行い、さらに実験データあるいは実河川における観測データとの比較を行うことである。

参考文献

1)松山　洋平,黒木　幹男,板倉　忠興;堤防と低水路の位相差が複断面蛇行水路における河床変動に与える影響,土木学会北海道支部論文報告集第 56 号(B),pp.322-327,2000.

2)渡邊　明英,福岡　捷二;高水敷と低水路の粗度比が複断面蛇行水路における流れと河床変動に及ぼす影響,土木学会第 54 回年次学術講演会講演概要集,pp.346-347,1999.