

舞鶴工業高等専門学校 正会員 ○三輪 浩
長岡技術科学大学工学部 堀江崇之
(株) アズクリエイト 高倉理恵

1. まえがき 著者らは前報¹⁾において流量急変による砂州変形の素過程について検討し、増水と減水では砂州形状がかなり異なったものとなることを示した。本文では流量が時間的に変化する場を対象として、砂州の発達・変形過程を流量周期と流量変化速度の観点から検討する。また、抵抗の変化についても言及する。

2. 実験概要 実験は長さ 9m、幅 0.2m のアクリル製可変勾配水路を用いて行った。実験に用いた砂は平均粒径 $d_m = 0.103\text{cm}$ 、幾何標準偏差 $\sigma_g = 1.17$ のほぼ一様な砂である。また、流量波形は次式で表される正弦波状のものである。

$$Q_w = Q_1 + Q_2 \sin\{2\pi(t/T_f - 1/4)\} \quad (1)$$

ただし、 $Q_1 = (Q_p + Q_b)/2$ 、 $Q_2 = (Q_p - Q_b)/2$ 。ここに、 Q_p はピーク流量、 Q_b はベース流量で、それぞれ 600、1200 cm^2/sec とした。また、 T_f は流量の変化周期で、30、60 および 120 分の 3 ケースとし、それぞれ 1 周期通水することとした。実験は河床を平坦に敷き均し、勾配を 1/100 に設定した後通水を開始し、流量変化に伴う砂州の発達・変形および水深の変化を追跡した。また、一定流量を通水した実験も行い、平衡状態の砂州形状を測定した。この実験の流量は 600、800、1000 および 1200 cm^2/sec の 4 ケースである。

3. 流量変化に伴う砂州の発達および変形形状 図-1 は流量変化に伴う河床形状の変化過程を示したものである。増水期 ($t/T_f < 0.5$) では、流量周期が短い場合(a)は反砂堆の形成は認められるものの砂州はほとんど発達しない。しかし、周期が長くなる(b)と砂州の発達と反砂堆の形成が共存するようになる。そして、より長い周期(c)では砂州のみが発達する。ピーク流量付近 ($t/T_f \approx 0.5$) ではいずれの周期でも反砂堆と共存した砂州の発達が認められ、また、周期が長い方が砂州はより明瞭であることがわかる。このような砂州の発達過程の相違は流量の変化速度と継続時間に起因していると考えられる。すなわち、変化速度が大きい場合は砂州の発達が流量の変化に追従できないため、砂州の発達は抑えられる。逆に変化速度が小さい場合は砂州の発達に要する時間が確保され易く、その流量に見合った砂州が形成されることになる。事実、周期 120 分の場合は流量の増加に伴って砂州の規模が小さくなっており、これは一定流量下で通水した場合と同様の傾向を示している。一方、減水期 ($t/T_f > 0.5$) に入るといずれの周期でも砂州は徐々に成長し、一周周期経過時にはかなり明瞭な交互砂州となる。ただし、周期 120 分の場合は後述するように他の 2 つに比べて波長、波高とも大きく、一定流量下での平衡状態の砂州形状に近い。以上のように、砂州の発達・変形過程は流量周期

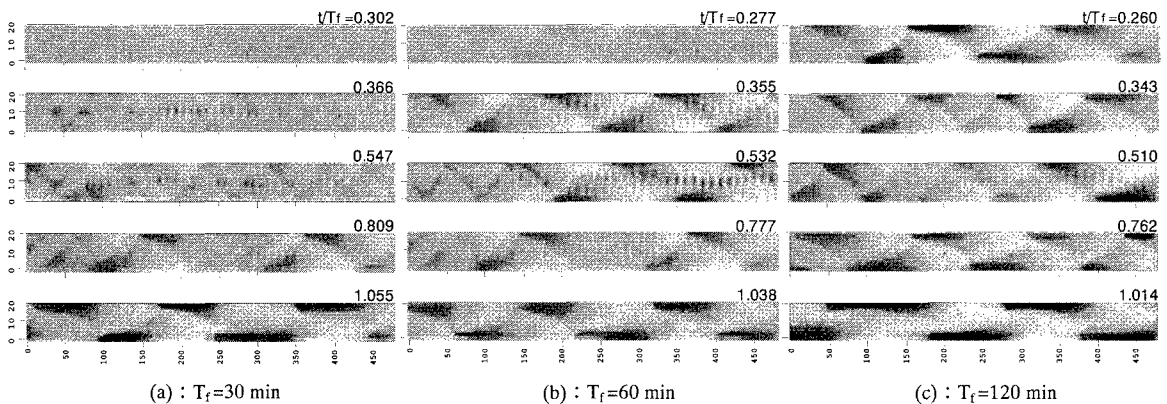


図-1 河床形状の時間的变化

によってかなり相違したものとなり、とくに流量の変化速度の影響が大きいと推察される。

図-2、図-3はそれぞれ周期60分と120分の場合の砂州の波長および波高の時間的変化を示したものである。ただし、波長は半波長（流水の一蛇行長の半分）を示している。また、一定流量下での平衡状態の波長と波高を正弦波流量における当該流量の発現時刻に●記号で描点している。周期60分の場合、波長、波高とも流量の増加に伴って増加し、流量の減少に伴ってさらに増加しており、これは流量の変化速度に対応したものであると見なせる。すなわち、変化速度が大きい増水期および減水期の半ばでは両者の変化

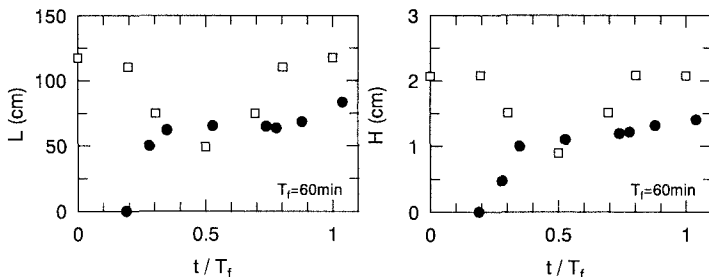


図-2 波長、波高の時間的変化 ($T_f=60\text{min}$)

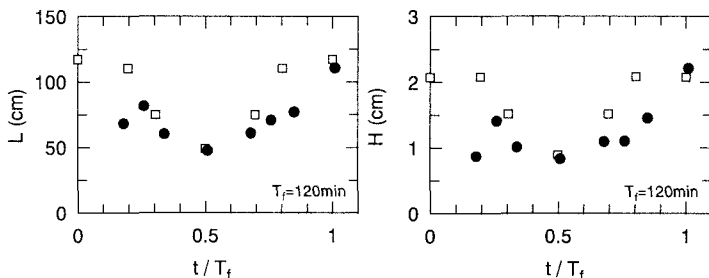


図-3 波長、波高の時間的変化 ($T_f=120\text{min}$)

も大きく、変化速度が小さいピーク流量前後ではこれらの変化も小さい。また、平衡状態の波長、波高と比較するとピーク流量付近を除いてかなり小さいものであることがわかる。一方、周期120分の場合、増水期前半は平坦床からの砂州の発達過程にあるため、波長、波高とも小さい値を示しているが、その後は平衡状態の値に近くなり、増水に伴って減少している。減水期でもその半ばでは波長、波高とも平衡状態の値より小さいものの、その後急速に増加し、一周周期経過後は平衡状態と同様の値を示している。以上のことから、流量周期が短い場合は流量の変化速度に対応した砂州の発達・変形過程を示す傾向にあるが、周期が長い場合は砂州の発達に要する時間が確保され易いため、流量の変化速度の影響は相対的に小さいといえる。

4. 抵抗係数の変化 図-4は抵抗係数の変化を示したものである。図中の実線はMiwa・Daido²⁾による平衡状態の砂州河床の抵抗係数式で、

$$f = 0.216 (R/d_m)^{-1/3} \quad (2)$$

である。同図より、周期30分と60分では抵抗係数は流量変化に対して左廻りのループを描いていることがわかる。また、一周周期経過時には平衡状態の値に近づくものの減水期では平衡状態よりも大きな値を示している。一方、周期120分では減水期前半まではおおむね平衡状態の値に近く、減水期後半で大きくなっている。減水期での抵抗が平衡状態のものよりも大きな値を示すのは減水期でも見られた反砂堆の発生が起因している可能性もあるが詳細は明確ではない。今後の課題としたい。

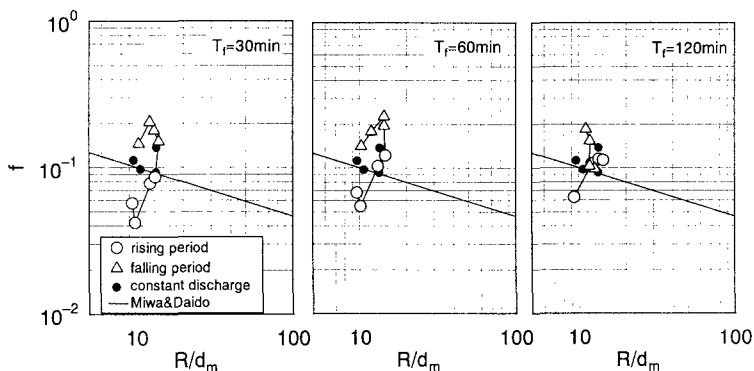


図-4 抵抗係数の変化

は平衡状態よりも大きな値を示している。一方、周期120分では減水期前半まではおおむね平衡状態の値に近く、減水期後半で大きくなっている。減水期での抵抗が平衡状態のものよりも大きな値を示すのは減水期でも見られた反砂堆の発生が起因している可能性もあるが詳細は明確ではない。今後の課題としたい。

5. あとがき 本文では流量変化に対する砂州の発達・変形過程について検討し、流量周期と流量変化速度が砂州の形状特性に大きな影響を与えることを示した。複数周期や混合砂河床を対象とした検討も行っているが、これについては稿を改めて発表する予定である。最後に、本研究は平成10年度文部省科学研究費奨励研究(A)の補助を受けて行われた。記して謝意を表します。

参考文献 1)三輪ら：第54回土木学会年講，1999。 2) Miwa and Daido: *Management of Sediment -Philosophy, Aims, and Technique-*, Oxford & IBH Publishing, 1995。