

砂防ダムの調節効果

鳥取大学 工学部 正員 道上 正規
鳥取大学 工学部 正員 鈴木 幸一
飛島建設 (株) 正員 刀根 誠治

1 はじめに

急流河川においては、土石流などの災害防止や流出土砂の抑制、および河道の安定を目的として、砂防ダムを設置することが多い。しかし、一般に砂防ダムはそれほど大規模なものではなく、その貯砂量は流出土砂量から考えてわずかで、数少ない洪水で埋没してしまうものである。本研究では、急勾配水路に設置されたダムに堆砂がある場合、上流から給砂がなくなると堆砂形状が種々の流量に対してどのように変化し、次の洪水に対してどの程度の貯砂能力を回復するかという、いわゆる砂防ダムの土砂調節効果について実験的に解明しようとするものである。

2 実験の概要

実験水路は、長さ10m、断面が40cm×40cmの正方形断面水路であり、上流端に毎秒0～27.8cm³/secの間で任意の一定量の給砂が可能なエレベーター式給砂装置を有する。実験方法は、図-1に示すような勾配 $\alpha=1/50$ の移動床水路下流端に模型ダムを設置し、給砂を行ないながら通水によって満砂の状態を作り、その後給砂のみを停止し、表-1に示すような、水みちが形成されるような流量、および形成されない流量のそれぞれの条件に従って、時間 $t=0\sim960$ 分まで通水し、その間の河床変動を縦横断にわたり測定した。

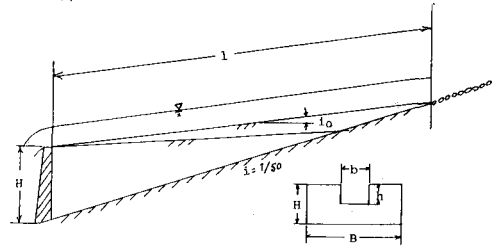


図-1 記号図

表-1 給砂停止後の流量条件

Run No.	Q (l/sec)	水みち	i_0	(Cm)
1	1	形成	1/67	l=600
2	2		1/67	H=12
3	3	なし	1/68	h=7
4	4		1/65	B=40 b=12

3. 河床変動特性

本研究では、調節効果について、貯砂能力の回復過程を河床変動という見地から考え、道上が求めた、河床変動に関する拡散型の方程式を用いて、数値シミュレーションを行なった。ここでは顕著に水みちが形成されたRun 7と水みちが形成されず、水路全体で河床変動が起こったRun 4について計算値と実験より得られた、平均河床高を比較したものを図-2、および図-3に示した。なお、Run 7のように水みちが形成される場合、水みち幅が場所的、時間的に変化するので、実験全体をカバーする幅を決定するのは困難であるが、従来より言われているレジーム理論の式、 $B=0.487Q^{1/2}$ (Q: 4.87)より求めた、流量Qに対する流路幅Bを使用して計算した。また、図-2において平均河床高がダムより上流3.0mの間で低下しているのは、ダム堆砂の時、流量を $Q=4.1/sec$ で行なったため、ダム直上流部が流擾され、その流擾部をRun 1のような小流量によって埋め戻されたためである。これらの図より、流水が水路全体を流れるRun 4では、ほぼ計算値と平均河床高が一致している。しかし、Run 1のように水みち

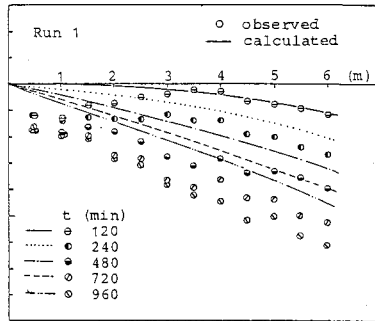


図-2 河床縦断形状の時間変化 (小流量時)

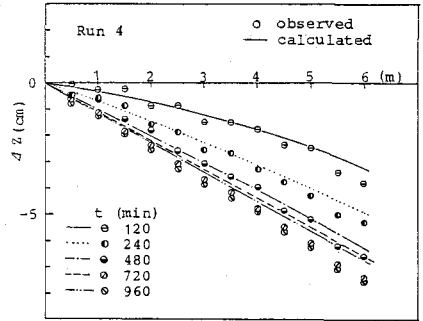


図-3 河床縦断形状の時間変化 (大流量時)

成されず、水路全体で河床変動が起こったRun 4について計算値と実験より得られた、平均河床高を比較したものを図-2、および図-3に示した。なお、Run 7のように水みちが形成される場合、水みち幅が場所的、時間的に変化するので、実験全体をカバーする幅を決定するのは困難であるが、従来より言われているレジーム理論の式、 $B=0.487Q^{1/2}$ (Q: 4.87)より求めた、流量Qに対する流路幅Bを使用して計算した。また、図-2において平均河床高がダムより上流3.0mの間で低下しているのは、ダム堆砂の時、流量を $Q=4.1/sec$ で行なったため、ダム直上流部が流擾され、その流擾部をRun 1のような小流量によって埋め戻されたためである。これらの図より、流水が水路全体を流れるRun 4では、ほぼ計算値と平均河床高が一致している。しかし、Run 1のように水みち

が形成されると、初期においては一致するが、時間の経過とともにかなりのずれを生じている。この他に、水みち幅の決定条件を変えて計算を行なったが、これと同様の結果となった。水みちが形成される時のシミュレーションにおける水みち幅の決定には、さらに検討が必要である。

4. 水みち形成過程

水みちは前述したように特異な河床変動であるが、この水みちが

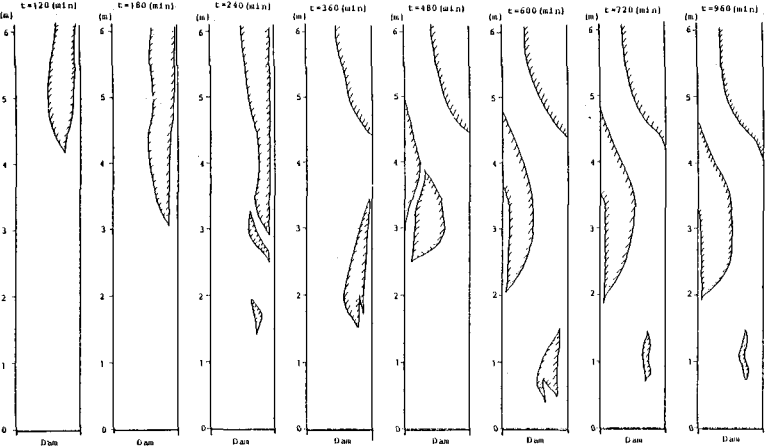


図-4 小流量時における水みち形成過程の例

洪水後の貯砂能力の回復に大きな影響を持っていると考えられる。Run 7 における水みちの形成過程を示したものが図-4であり、水みち幅の時間的、場所的な変化を表わしたものが図-5である。水みちは通水開始後、 $t=40$ 分ぐらいから、ダムより上流6.0m付近から形成され、時間の経過とともに下流へ伝播して行くことがわかる。そして、 $t=600$ 分程度で水みちの平面的な流路形態の変化は少なくなり、水みち幅も各地点ではほぼ一定となっている。また、ダム直上流部は安定した水みちが形成されず、形成されても時間の経過とともに消滅するという過程をくり返している。つまり、上流域では安定した水みちを形成し、その水みちのみによって河床を低下させるのに対して、ダム直上流部では安定した水みちを形成せず、たえず洪水の向きを左右に変化させながら、そのうねりによって、水路全体の河床を平均的に低下させていると考えられる。

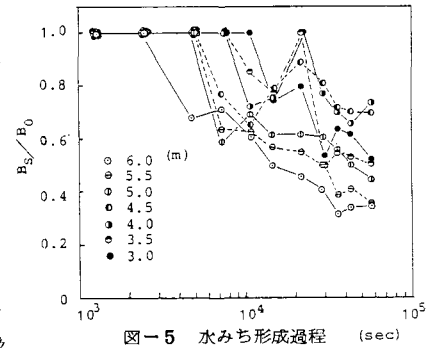


図-5 水みち形成過程 (sec)

5. 貯砂能力の回復特性

図-6は実験より得られた河床の縦横断形状の変化より求めた、砂防ダムより下流への流出土砂量の時間的変化、つまり、貯砂能力の回復量を時間的に表わしたものである。これより、流量の小さいRun 1、およびRun 2においても、Run 3やRun 4

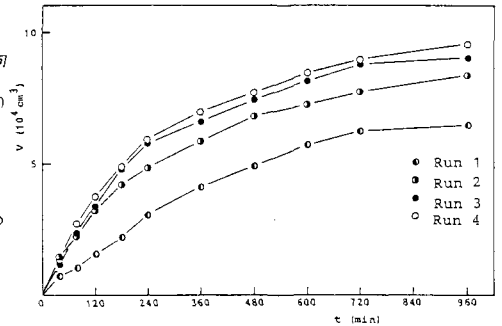


図-6 砂防ダムの貯砂能力回復特性

のような大きい流量の時、あまり差がないといえる。本来、少ない流量が河床全体にわたって流れている場合は、土砂の移動がほとんどないはずであるが、著しい水みちが形成されることによって、掃流力が増加して、水みちの部分で集中的に流掘られ、大流量時の60%~70%の回復能力を持つことがわかる。

6. おわりに

実際の河川では、大量の土砂が流出した洪水後は、小流量で流れる場合が多く、砂防ダムの土砂調節効果を考える場合、この小流量時において、どの程度の調節能力を持つかを考えなければならぬ。本研究より、小流量においても、水みちという特異な河床形状を形成することによって、大流量時にせまる貯砂能力の回復能力を持つことがわかった。今後、さらに、流量を小さくして、水路全体に水みちが形成された時の、河床変動特性、および調節効果について解明する必要がある。

(参考文献) 道上正規：流砂と河床変動に関する基礎的研究，京大学学位論文，1971。