

58 拡幅部を有する溪流の粒径調節効果に関する実験的研究

筑波大学農林学類 ○下山慎二
 筑波大学農林工学系 天田高白
 建設省土木研究所 石川芳治
 (財) 河川情報センター 井良沢道也

1. はじめに

砂防ダムなどの砂防施設は流出土砂を量的に調節するだけでなく、質的に変化させる粒径調節効果(ふるい分け効果)も持っていると考えられる。しかし粒径調節効果に関しては不明な点が多く、砂防計画に反映されるには至っていない。砂防ダム等の設置に伴う河道条件の変化によって河床の粒径分布に変化を及ぼす要因としては、堆砂による河床勾配の緩和のほか、河幅の拡大による水位の低下に伴う掃流力の減少が考えられる。このことから砂防施設だけでなく現況の溪流で河幅の拡大、縮小を伴う拡幅部においても同様の流出土砂の調節効果を示すことが推察される。そこで砂防施設の粒径調節効果についての基礎資料を得るために、溪流での拡幅部の有無による混合砂礫の流送状況の変化を水理実験によって検討した。

2. 水理実験の概要

実験は幅0.2m、水路長5mの片面ガラス水路(勾配1/30)を用いて行った。拡幅部については図-1のように水路の一部を改造して設けた(長さ2.0m、最大幅0.5m)。水路には砂礫を厚さ10cmに平坦に敷いて河床を整形した。拡幅による流送状態の変化は、拡幅がある場合とない場合の2ケースについてそれぞれ図-2に示す洪水波形を2回ずつ通水し各測定結果を比較することにより検討するものとした。初期河床条件は、1.1 l/sec流量を給砂を行いながら30分通水した後を初期河床とした。給砂は、水路上流端から全時間を通じて行った。給砂及び最初に河床に敷いた砂礫の粒度分布を図-3に示す。なお給砂量は、予備実験により1/30の勾配で河床変動があまり生じない量を各流量毎に求めて給砂した。給砂量は、表-1に示す通りである。測定項目は堆砂形状、堆積土砂の

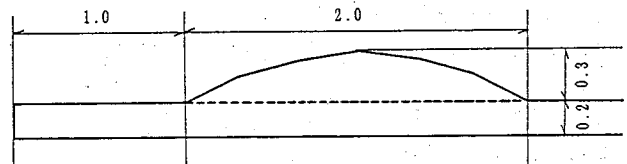


図-1 実験水路平面図(拡幅部) (単位:m)

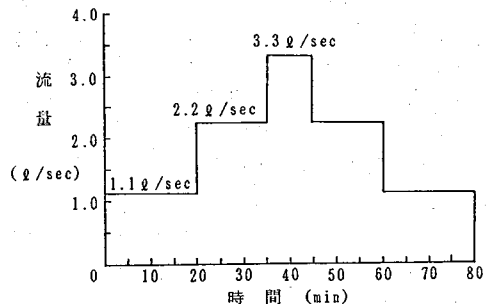


図-2 実験に用いた洪水波形

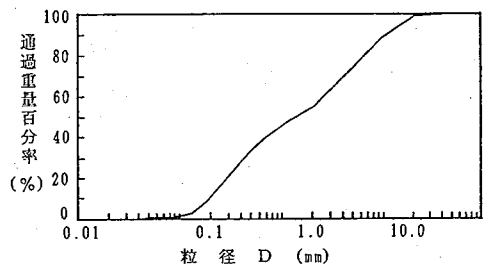


図-3 実験砂の粒度分布

表-1 給砂量

流量(l/sec)	給砂量(l/sec)	土砂濃度(%)
1.10	0.0137	1.25
2.20	0.0296	0.91
3.30	0.0490	0.87

ある。堆積土砂の粒度分布は一洪水終了毎に、流出土砂の粒度分布は流量の変化毎に測定を行った。

3. 実験結果

3.1 河床の縦断変化

河床の縦断変化を図-4及び図-5に示す。図に示す河床高は各洪水終了直前（流量1.1 l/sec ）に測定したものである。拡幅部のない図-4では、若干河床が上昇傾向にあるがあまり河床変動はみられない。図-5の拡幅部がある場合には、水路の拡幅部から上流側で洪水の減水期において土砂が堆積し、河床が上昇している。2回目の洪水波形を通じて堆積は進行し、拡幅開始地点（下流端から3.0m地点）において河床は一旦上昇し最大幅地点あたりで低下、その後縮流部で再び上昇している。

3.2 流砂量の時間変化

水路下流端からの流出土砂量の時間変化を図-6に示す。拡幅のあるケースでは、ないケースと比較して2回の洪水波形ともにピーク時の流出土砂量は小さい。しかしその直後の減水期では逆に大きくなっており、土砂が一時的に拡幅部に堆積することにより、流出土砂量に時間差が生じていると考えられる。

3.3 流砂の平均粒径の時間変化

水路下流端で採取した土砂の平均粒径の時間変化を図-7に示す。両ケースともに流量の大きさに応じて平均粒径も変化している。拡幅のない場合には2回の洪水波形ともにピーク流量付近で供給土砂の平均粒径を大きく上回る傾向にある。拡幅のある場合には1回目の洪水波形では全ての流量にわたって平均粒径は拡幅のない場合と比較して小さく、ピーク流量においては粒径は給砂材料とほぼ同じとなった。

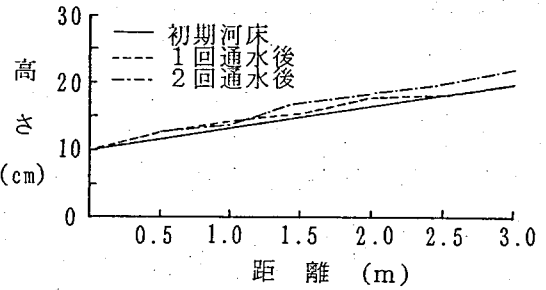


図-4 河床の縦断変化（拡幅部無）

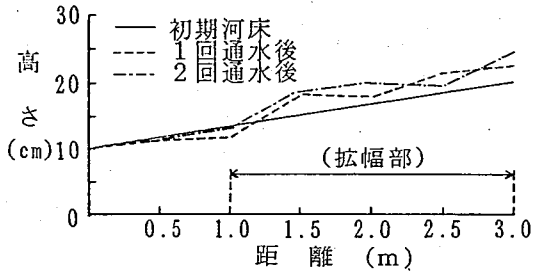


図-5 河床の縦断変化（拡幅部有）

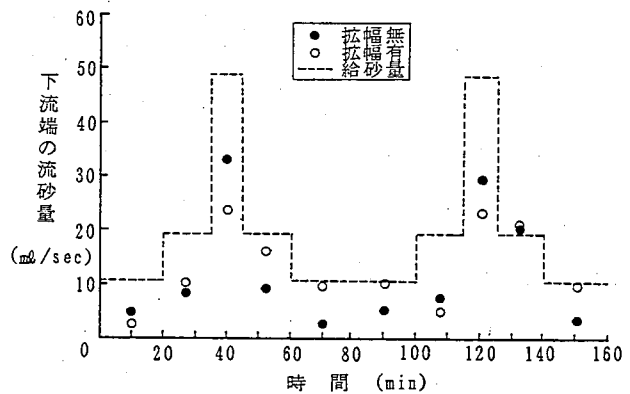


図-6 流砂量の時間変化

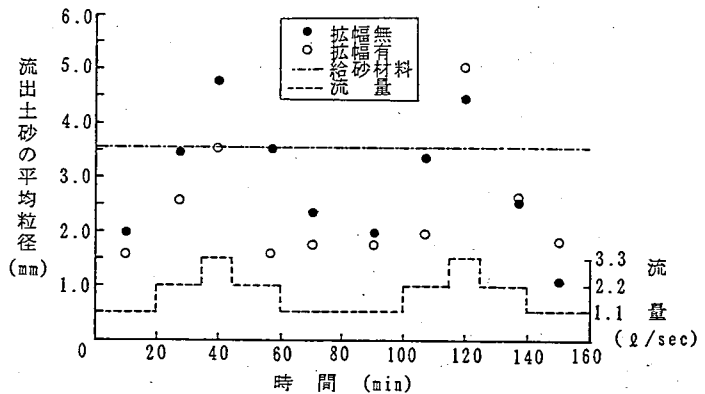


図-7 流砂の平均粒径の時間変化

しかし2回目の洪水波形のピーク流量においては土砂の平均粒径は拡幅の無い水路の場合よりも大きくなっており、その後の減水期でも引き続き大きくなった。

3.4 堆積土砂の平均粒径の時間変化

水路下流端より0.5mの地点から3.0mの地点まで0.5m間隔で採取した堆積土砂の平均粒径の時間変化を図-8に示す。採取は厚さ3cmで行った。拡幅のないケースでは1回目の洪水後は上流側の土砂は粗粒化され、2回目の洪水後の平均粒径は1回目の洪水後よりやや小さくなっている。拡幅のあるケースでは1回目の洪水では拡幅のないケースと同様上流側及び拡幅部の堆積土砂が粗粒化される傾向が認められるが、2回目の洪水波形ではさらに粗粒化が進み、下流側の水路狭窄後の直線部(0.5~1.0m地点)においては土砂が細粒化される傾向が認められる。

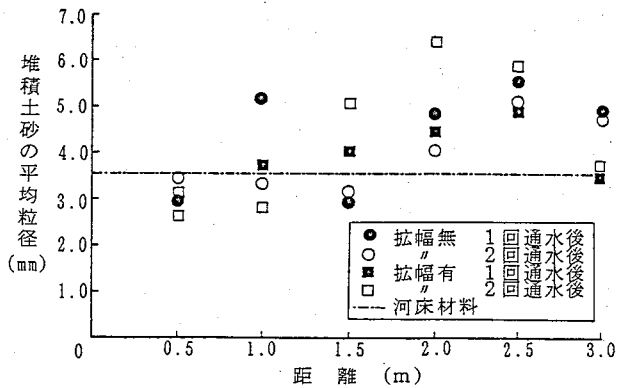


図-8 堆積土砂の平均粒径の時間変化

はさらに粗粒化が進み、下流側の水路狭窄後の直線部(0.5~1.0m地点)においては土砂が細粒化される傾向が認められる。

4. 実験結果の考察

流出土砂及び堆積土砂の粒度分布の変化を両ケースにおいて比較したものを図-9から図-12に示す。両ケースともに、初期流量では供給土砂より細粒化した土砂が下流に流出し、流量の増加に伴い粗粒分の割合が増加して流出土砂は粗粒化し、流量の減少にともない再び流出土砂は細粒化している。拡幅のあるケースでは、拡幅のないケースと比較して1回目の洪水波形ではピーク流量時の流出土砂の粒度分布における粗粒分の割合は減少し、流砂の細粒化すなわちふるい分けが行われていると認められる。しかし2回目の洪水波形では流出土砂は拡幅のないケースと同程度の粒度組成となっており細粒化は認められない。洪水後の堆積土砂の粒度組成を見ると、1回目の洪水通過後では拡幅部において堆積土砂における粗粒分の比率が高くなっており、拡幅部で粗粒分が多く停止している。しかし2回目の洪水通過後の堆積土砂の粒度組成は1回目と比較して粗粒分の増加等の変化は特に認められない。これは1回目の洪水では流出土砂のふるい分け効果が認められるが、2回目の洪水においてはこの効果は失われており、拡幅部は混合砂礫の粗粒分の移動を遅らせる効果はあるが洪水が繰り返されることによって結果的には下流へ流出してしまうことを意

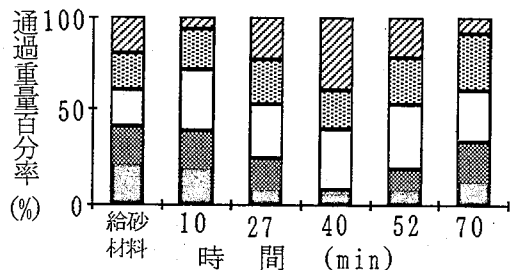
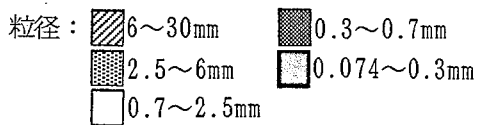


図-9 流出土砂の粒度分布の変化 (拡幅無・通水1回目)

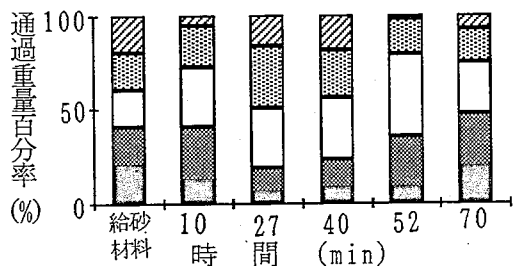


図-10 流出土砂の粒度分布の変化 (拡幅有・通水1回目)

味している。

今回の実験では、初期流量において拡幅部の堆積土砂上に複数の水みちが形成され、流水による河床材料の分級が行われているが、流量の増加に伴って水みちをきっかけとした流水の部分的な集中が起こっている。このため拡幅部における水理条件は横断方向で大きく異なり、拡幅部でも場所によっては拡幅のないケースの流水を上回る掃流力が生じることが考えられる。また1回目の洪水波形で拡幅部に堆積した粗粒分は、河床の縦断勾配及び横断形状を変化させるが、このため流水の集中が促進され、以後の洪水では流水は拡幅部の流路全幅に広がることなく、幅の狭い流路を高い掃流力を維持したまま流下し続ける可能性もあると考えられる。

5. まとめ

今回の実験において検討した拡幅部における粒径調節効果は実際の溪流において最大粒径程度の礫を移動させる規模の洪水流量を想定したものであり、水路拡幅部を砂防ダム上流側とすると1回目の洪水波形はダムが満砂状態になる過程に相当し、2回目の洪水波形はその後更に多量の土砂流入が発生した場合に相当する。今回の実験条件においては流路の拡幅による粒径調節効果は洪水発生初期段階でしか期待できないと考えられる。しかし拡幅によって粗粒分の流下が時間的に遅くなったことから流出土砂の粒度分布の時間的な変化が予想され、2回目以降の洪水において土砂の粒度が更に変化する可能性も考えられる。また流路の条件は流路幅、堆砂勾配、流量、粒径といった多くの条件によって複雑に変化するため、今後も諸条件を変化させて実験を重ね、砂防施設の粒径調節効果について定量的な評価方法を検討する必要があると考えられる。

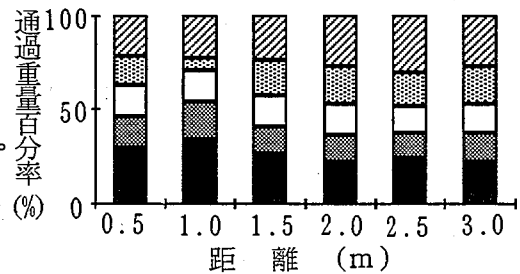


図-11 堆積土砂の粒度分布の変化 (拡幅無・通水2回目)

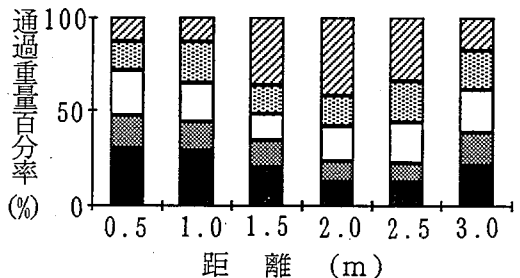


図-12 堆積土砂の粒度分布の変化 (拡幅有・通水2回目)

参考文献

- 1) 井良沢, 水山, 福本: 砂防ダムの粒径調節効果に関する研究. 平成2年度砂防学会研究発表会概要集, (社) 砂防学会, pp150~153, 1990.5
- 2) 福本, 石川, 井良沢: 砂防ダムの粒径調節効果に関する実験的研究 (第2報). 平成3年度砂防学会研究発表会概要集, (社) 砂防学会, pp130~133, 1991.5
- 3) 芦田, 高橋, 水山: 山地河川の掃流砂に関する研究. 新砂防No107, pp9~17, 1978.4
- 4) 芦田, 江頭, 里深, 後藤, 寺西: 混合砂礫床の上の流路変動に関する考察. 平成3年度砂防学会研究発表会概要集, (社) 砂防学会, pp112~113, 1991.5