置き土の侵食・流送に及ぼす置き土配置方法の影響

国土交通省中国地方整備局日野川河川事務所

西 博之,岩田 学,大元誠治,武内慎太郎,山本智一,吉本貴裕
鳥取大学大学院工学研究科 学生員〇木下真旺
鳥取大学大学院工学研究科 正会員 和田孝志,三輪 浩

1. まえがき ダム下流では上流からの土砂供給量が減少し,河床低下や流路の固定化 等が進行している.また,中下流部でも海岸域への土砂供給不足が懸念されている.これ に対して,ダム下流の河川環境改善や河道内の土砂移動の活性化のため,ダム堆積土砂を 下流河道に人為的に設置し,洪水時にこれを侵食・流送させる置き土がある.本研究では, 効率的に土砂供給を行うための置き土配置を検討するため,片側侵食を想定した流路側岸 への置き土と両側侵食を想定した流路中央への置き土について水路実験を行った.また, 置き土材料の粒度構成の違いによる侵食・流送効果についても検討した.さらに,平面2 次元河床変動計算による置き土の侵食・流送実験の再現と計算結果の妥当性を検討した.

2. 実験方法 実験は長さ10 m, 幅0.5 m, 深さ0.6 mの循環式可変勾配水路 を用いた.また,置き土に用いた砂礫は平均粒径d_m=1.4mmの一様砂と,この 一様砂とd_m=7.1mmの礫を4:1の割合で混合した混合砂礫とした.また,置き土 は図-1に示す2種類の配置形状(Type A, B)とした(空隙込み体積V=20,000 cm³).実験中は置き土が侵食・流送する過程を追跡するとともに,水路下端 では水路幅を5つに区切った採砂箱により流下した砂を5分間隔で約30秒間採 砂した.実験ケース名と通水条件を表-1に示す.一方,河床変動計算には Nays2DH¹⁾を使用した.計算範囲は縦断方向781分割(メッシュ幅dx=1 cm),

横断方向50分割(メッシュ幅⊿y=1 cm)とした.また,移流項はCIP法, 乱流場はゼロ方程式モデル,流砂量は実験に基づき掃流砂のみを対象 として芦田・道上式を用いた.なお,計算は一様砂のみを対象とし, 置き土の砂および下流端水位は実験と同じ値,マニングの粗度係数は 0.018とした.

3. 実験結果と考察 図-2に、一様砂を用いたケースAU, BUと混合 砂礫を用いたAM, BMにおける置き土の侵食・流送過程を示す. 図中 には通水開始からの経過時間*t*と初期の天端面が全て崩落するまでの 時間*T*で基準化した相対時刻*t*/*T*を示している.まず一様砂のケースをみ ると、いずれのタイプでも置き土は側岸侵食を受け、侵食された土砂 は一旦水中に堆積し、部分的な移動床を形成して掃流砂として下流に 流送された.すなわち、置き土の侵食・流送は側岸侵食による水中への 土砂の堆積と掃流による下流への流送の2段階で進行しているといえ る.ただし、Type Bの方が Type Aよりも置き土の侵食・流送は活発で、 天端面の崩落、置き土の流失ともに短時間であることがわかる. これ



ケース	設置	粒度構成	流量	水 路
名	条件		(ℓ/sec)	勾配
AU	Type A	一様砂	7.0	1/200
BU	Type B	一様砂		
AM	Type A	混合砂礫		
BM	Type B	混合砂礫		

表-1 実験ケース名および条件

(a) t = 00'05'' (t/T = 0.00)(a) $t = 00^{\circ}05^{\circ}$ (t/T = 0.00(b) t = 01'52'' (t/T = 0.25)(b) t = 14'09'' (t/T = 0.25)(c) t = 03'44'' (t/T = 0.50)(c) t = 28'12'' (t/T = 0.50)(d) t = 07'28'' (t/T = 1.00)(d) t = 56'29'' (t/T = 1.00)ケースAU ケースBU (a) t = 00'05'' (t/T = 0.00)(a) t = 00'05'' (t/T = 0.00)(b) t = 16'39'' (t/T = 0.25)(b) t = 03'43'' (t/T = 0.25)BR (Bally Marile (c) t = 33'19'' (t/T = 0.50)(c) t = 07'26'' (t/T = 0.50)(d) t = 14'53'' (t/T = 1.00)(d) t = 66'39'' (t/T = 1.00)ケースBM 図-2 置き土の侵食・流送過程(実験)

は、Type Bは両側侵食であることに加え、置き土によるせき上げがより顕著であり、下流に向けての水面勾配の

キーワード 置き土,片側侵食,両側侵食,粒度構成,数値計算 連絡先 〒680-8552 鳥取市湖山町南4丁目101 鳥取大学工学部社会システム土木系学科水工学研究室 TEL0857-31-5284 増加が置き土下流側の侵食を促進しているためであると考えている. なお,せき上げによっても置き土が水没することはなかった.このような侵食・流送特性は混合砂礫の置き土でも同様である.なお,本実験の水理条件では礫は移動限界以下であるが,実験では水面下の置き 土下部の砂が流され,これによって相対的に露出した礫が流れにさら されて流れに取り込まれる様子が確認された.このように,単独では 移動困難な礫であっても砂と混合することによって移動することがわ かった.図-3は,一様砂を用いたAUとBUの計算結果である.実験結果 と比較すると,いずれのタイプでも主たる侵食過程は概ね再現されて いるといえる.とくに,TypeBの置き土下流部の活発な侵食状況も再 現されている.だだし,置き土上流面の侵食は実験よりも緩慢であり, 細部では更なる検討が必要であることも分かった.

図-4に水路下流端で採取した流送土砂量(流砂量)の横断分布の時 間変化を示す.なお、土砂はすべて掃流状態で流送された.まず,一 様砂のケースを見ると、Type Aでは流送範囲はほぼ水路中央〜左岸側 に限られる.通水初期には中央が最も多く、次いで中央〜左岸と なるが20分程度で逆転し、その後は中央〜左岸のみになっている. これは、置き土の侵食過程と関係しており、置き土の侵食初期では置 き土の侵食面は水路中央付近であるが、侵食が進むにつれて侵食面が 左岸側に移動するためである.また、Type Bでは置き土の設置箇所 下流の中央が最も少なく、左右岸側に分かれて流送されることがわ かる.このため、流送土砂は水路幅全体に分散して流送される.一

方,混合砂礫のケースをみると、Type Aでは一様砂と同様の変化傾向を示している.しかし、Type Bでは水路中 央が最も少ないことは共通しているものの、それ以外では一様砂以上に場所ごとのバラツキが大きい.これは、 砂礫の流送過程において砂と礫が分散して流送されるためであると推察される.また、置き土天端面の崩落後は 流砂量が両タイプとも減少していることがわかる.このことから、天端の崩落が活発に進行しているとき、侵食 土砂の供給が活発に行われていると考えられる.この点においても、天端面の崩壊が早く生じるType Bは置き土 の設置方法として効果的であると判断できる.図-5は、一様砂の置き土に対する流送土砂量の実験と計算の比較で ある.ただし、Type Aは左岸側3箇所、Type Bは中央3箇所を示している.同図より、Type Aでは実験で見られた 通水初期の中央がもっとも多い状況は再現できていないが、その後中央から左岸が多くなる傾向は計算と実験で 共通している.また、左岸端は実験ではほとんど流砂がなかったが、計算では一定量の流砂が認められる.これ らことから、計算は実験よりも左岸側の流砂が卓越した結果となっているといえる.一方、Type Bでは中央が最 小でその両側の分散している状況は再現されている.なお、いずれのタイプでも実験で見られた天端面崩落後の 流砂量減少については、計算結果は必ずしも明確ではない.

<u>4. あとがき</u> 置き土の設置形状としては水路中央に置き土を設置するType Bは両岸侵食による置き土流送効果が高いことが示された.また,置き土の侵食はせき上げの影響を大きく受け,水面勾配が急になることで置き土の下流に向かうほど速く侵食されることが分かった.置き土の粒度構成の影響については,単一粒径の礫としては移動しない条件であっても砂に混入させて混合砂礫とすると,これによる置き土は侵食・流送する場合があることが示された.ただし,砂礫の移動性は水理条件や粒度構成によって決まることに留意が必要である.また,計算結果については,侵食・流送の基本的な過程は概ね再現できているが,細部では課題も残された.最後に,本研究は国土交通省中国地方整備局日野川河川事務所との共同研究により実施したものであることを付記する.
<u>参考文献</u> 1) iRIC Software changing River Science : Nays2DH Solver Manual, pp.1-26, 2011.



実験結果と数値計結果算の比較