

神戸市立工業高専 ○日下部重幸・藤原雅弘・辻本 剛三

1. はじめに

高度成長期などに築造され排砂設備が十分でない多目的や発電用ダムには、土砂の堆積速度が速く貯水機能が低下してきているものがある。一方、これらのダム下流部では土砂の供給が遮断され河床構成粒子が粗大化し、局所洗掘箇所も多くなってきている。流砂系一貫した土砂管理の観点から、これらの箇所では今後人為的な土砂供給も必要になってくる。この場合生態系への種々の影響が懸念され、土砂供給を行うには、さまざまな検討が必要¹⁾となる。土砂供給による河床変動の研究報告²⁾はあるが、局所的な堆砂・浸食も環境面では重要な項目の一つと考えられる。本報告は、河床凹凸部近傍での掃流砂の堆砂・浸食状況などの堆砂形状について、実験的に検討したものである。

2. 実験方法

実験装置は、長さ 8m、幅 0.1m の勾配可変開水路内に図-1 に示す寸法の凹部 (Type の添字 1) を設けた。また、凹部の直上流に 1cm 角の突起を設置 (同 2) し凹凸部とした。さらに、突起を凹部直下流 (同 3) および直上下流 (同 4) にも設置して実験に用いた。水理条件としては、水路の縦断勾配を 0.02、単位幅流量を 200cm³/s、凹部上下流の底面には平均粒径 1mm の砂を貼り付け若干粗度を持たせた。突起のない場合凹部上流での流れは射流で、フルード数は約 1.4、凹凸部の基本寸法 Bo, Do と限界水深 hc との比は、 $Bo/hc=1.6$ 、 $Do/hc=0.8$ である。給砂した砂は、平均粒径 1mm の均一なものである。

実験は、凹部上流で平衡流砂量以上の給砂を行い、凹部に堆積する砂が安定状態になった後、給砂を止めてその後の堆砂・浸食形状を測定した。

3. 実験結果

3-1. 初期段階での浸食状況

まず、給砂を止めた時間 ($t=0$) からの時間経過による浸食状況を計測した。図-2 は、凹部の直上流に突起を設置した場合の結果である。この場合 2 分経過後、ほとんど浸食の進行は見られなくなった。他の Type の場合も給砂停止後数分経過すると浸食がほとんど進まなくなり、堆砂形状は一応安定した。そこで、これを仮安定状態と呼ぶことにする。ただし、堆砂表面では常に砂が巻き上げられており、浸食が停止して完全に安定な状態になったわけではない。

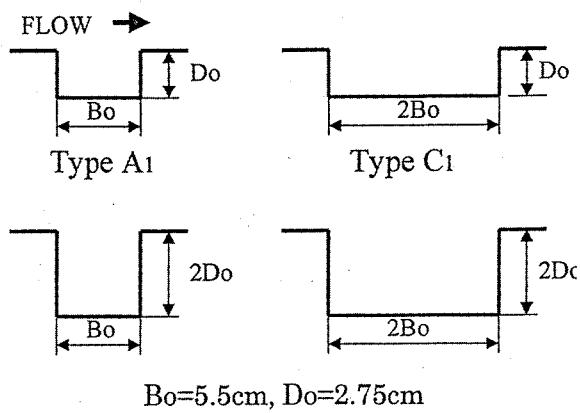


図-1 実験に用いた凹部形状

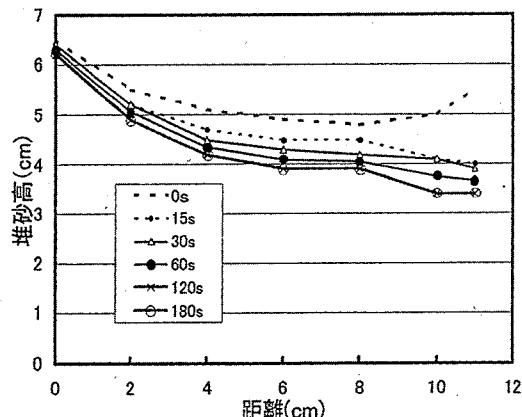


図-2 堆砂の初期段階での浸食状況
(Type D2 の例)

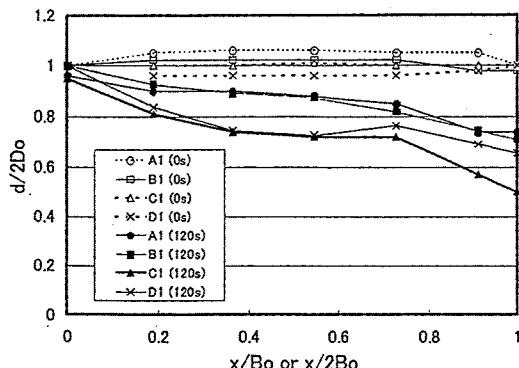


図-3 初期浸食状況 (突起なし)

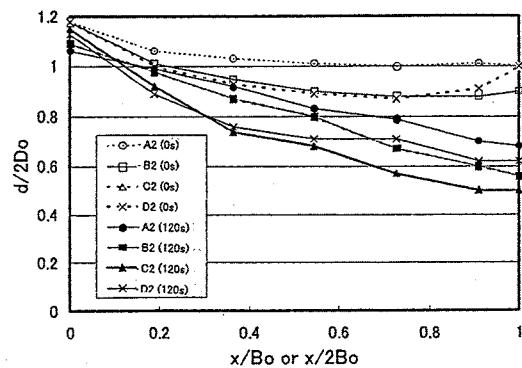


図-4 初期浸食状況 (直上流に突起設置)

3-2. 囹部形状と浸食状況

囹部のみのものと直上流に突起を設置したものに分けて、浸食状況を示すと、図-3、4 のようである。囹部の長さは距離 x を B_0 または $2B_0$ で除し、堆砂高は各位置での堆砂高 d を $2D_0$ で除して無次元化している。図には給砂停止時 (0s) と仮安定の 2 分経過時 (120s) が示してある。いずれも囹部長さの長い方が若干浸食深さは大きくなっている。また、直上流に突起を設置した場合 (図-4) は、堆砂形状が中央部で低い囹型をしている。これは囹部を通過する流れの鉛直方向の流速成分が大きくなるためと思われる。

3-3. 流量変動と浸食状況

堆砂形状が仮安定状態となった後、流量を一旦 0 にし再び元の流量に回復させるという流動変動を与えた。この結果、囹部のみのものはほとんど変化しなかったが、直上流に突起を設置したものは、堆砂形状が大きく変化した。その結果を図-5 に示す。図-3、4 に示すように仮安定時の堆砂形状は右下がりであったが、流量を減少させると囹部上流端から浸食され、右上がりの堆砂形状が形成される。その後再び流量を回復させると右下がりの堆砂形状に戻る。この過程で浸食量は相当多くなり、全体的に堆砂面が低下した形状となる。この形状形成は流量減少時に、囹部内で鉛直方向の流れが出来、この流れで上流端が浸食され堆砂面が一旦低下し、流量回復時に再び右下がりの堆砂面が形成されるためと考えられる。

3-4. 時間経過と浸食状況

現地河川の場合、流れの時間オーダーは、時間あるいは日単位である。そこで、仮安定状態になった後、通水を続けてみた。予備実験を行った結果、実験に用いた囹部の場合ほぼ数時間で変化が無くなることが分かった。TypeB₁～B₄について、囹部に水を流した場合の流速分布（水平方向のみ）と堆砂・浸食状況の結果を図-6 に示す。給砂停止時および仮安定状態の堆砂形状は、ほぼ流速分布（水平）から予測できる程度である。しかし、時間経過による浸食は平均的な水平の流速分布からは予測しにくい形である。これは、渦を含む流れの不安定性から来るものと思われる。

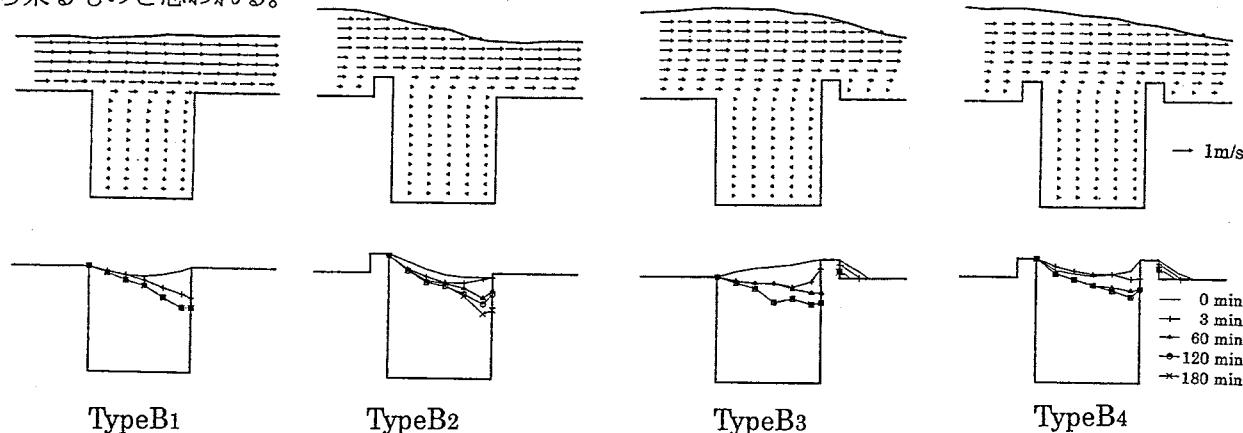


図-6 時間経過と浸食状況

4. まとめ

河床凹凸部近傍の堆砂形状、特に浸食状況について 1 次元的な凹凸のモデルを用いて実験を行った。時間経過については、給砂停止後数分で浸食速度は極端に減少し仮安定状態となる。この堆砂形状は水平の流速分布からほぼ予測できる程度である。さらに通水を継続すると、その後数時間の間、浸食は徐々に進行した。また、堆砂形状が仮安定状態になった後、流量変動を与えた場合、囹部のみの堆砂形状に変化はなかったが、上流側に突起を設置したものは堆砂形状が大きく変化し、その間に浸食量も増加した。1 次元モデルでも時間経過や流量変動で凹凸部近傍の堆砂形状が変化することが分かった。まだ定量的なものは得られていないが、今後 2 次元的な凹凸のモデルも含め局所的な堆砂・浸食形状の検討を続ける予定である。

参考文献

- 1) 角哲也：土砂を貯めないダムの実現、土木学会誌、vol.88,pp.41-44,2003.3
- 2) 藤田・水山・澤田・木下：排砂のインパクトを受ける渓流における河床変動、平成 13 年度砂防学会研究発表会概要集、pp.124-125,2001.5

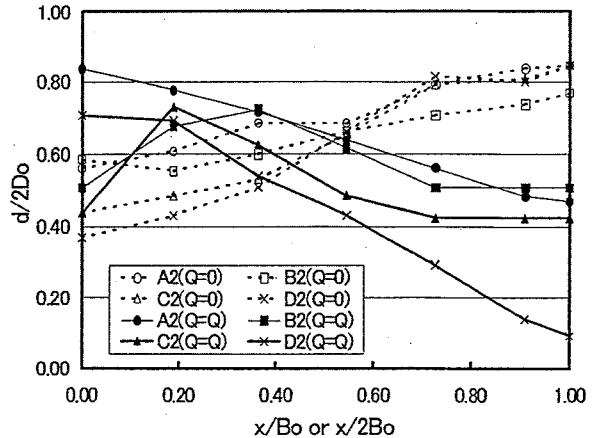


図-5 流量変動と浸食状況
(流量 0 時と流量回復時)