

逆サイフォン水路における沈木による氾濫リスク

京都大学	学生員	○酒井良佑
京都大学	正会員	山上路生
京都大学	学生員	長坂香織

1. はじめに

河道における流木の研究は多く存在するのに対し、沈木に関する研究は少ない。しかし、長野県の裾花ダムにて沈木がゲート開口部に取り込まれ、ゲートが開閉不可になるという事故が発生している。ダム貯水池においても漂流集積した流木の一部が吸水により沈木になり、堆積しているという報告があり¹⁾、沈木による事故や災害のリスクを考察する必要がある。

本研究は河道における2つの河川が立体交差する逆サイフォンの沈木災害に焦点をあてる。逆サイフォンは開水路→管路→開水路と流れの状態が変化するため、土砂や沈木の堆積については統一的な見解が得られていない。そこで本研究では、逆サイフォンにおける沈木の堆積および排出の特性とそれによる水位増加の影響を水理実験によって詳細に調べた。

2. 実験水路

実験には室内可変勾配直線水路を用い、その水路に逆サイフォン部を作った(図-1)。逆サイフォンは京都府福知山市の弘法川サイフォン(弘法川と和久川の立体交差部)をモデルとし、1/50スケールで再現したものである(流下方向は縮小・歪ませている)。実験水路は図-2に示すような視点から河川の立体交差部を見たものである。実験水路の逆サイフォン部の上部分をカルバートと呼び、比較対象としてカルバートを取り外した水路でも同様の実験を行った。以下では、「カルバートあり水路」「カルバートなし水路」と表現する。

3. 沈木の堆積・排出実験

長さ6cm、直径1cm、密度 1.124g/cm^3 の亚克力製の円柱を沈木模型とし、実験を行った。この沈木模型200本を25本ずつ7秒ごとに8回に分けて水路

キーワード 逆サイフォン、沈木、氾濫

連絡先 〒615-8540 京都市西京区京都大学桂 C-1-256 京都大学工学研究科 山上路生

E-mail: sanjou.michio.6c@kyoto-u.ac.jp



図-1 実験水路

(長さ4m, 横幅20cm, 勾配 $\sin\theta=1.75\times 10^{-3}$)

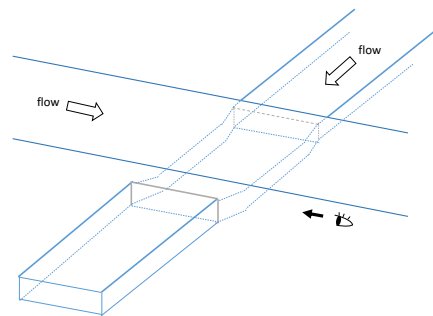


図-2 河川の立体交差部の概略図

に投入し、堆積の様子を調べた。1.04~2.47l/sの間の5段階の流量で同様の実験を行った。カルバートあり水路の場合は、流量が1.04l/sのとき、7割ほどの沈木模型が逆サイフォン内に堆積したが、流量を上げるにつれ堆積する本数は減少していき、2.47l/sのときには1割ほどしか堆積しなかった。カルバートなし水路の場合は、流量を変化させてもありの場合ほど堆積する割合は変化しなかった。

排出実験も同様の沈木模型を用いて実験を行った。静水状態で逆サイフォン内に沈木模型を150本設置し、徐々に流量を上げていき、沈木模型が排出されていく様子調べた。カルバートあり水路の場合は、流量が1.78l/sの時点で、2.5割ほどの沈木模型しか排出されなかったが、2.47l/sまで上げたときには9割以上が排出された。一方カルバートなし水路の場合

は、2.47ℓ/s まで流量を上昇させても沈木模型は 2 割ほどしか排出されなかった。

4. 植生あり沈木排出実験

以上の堆積・排出実験の結果より、1 度目の洪水時に逆サイフォン内に流れ着いた沈木が 2 度目の洪水で一気に排出され、下流に被害を及ぼすというリスクが考えられる。また、逆サイフォン出口付近に沈木を捕捉するような植生または構造物が存在する場合は、河道の閉塞による氾濫の可能性が考えられる。実際に弘法川サイフォンの出口には、下流からの逆流を想定した「流木よけ」と呼ばれる円柱の構造物が 3 本設置されている。そこで、逆サイフォン出口から下流 10cm の位置に植生模型を設置した状態で排出実験を行い（図-3）、沈木模型が植生模型にどれほど捕捉されるのか、またそれに伴い水深がどれほど増加するのかを調べた。

植生模型は 2 種類用意した（図-4）。一方は水路に比べ十分な高さの模型を主流方向に 9 本×横断方向に 7 本格子状に設置したものであり、もう一方は高さ 6cm の模型を水路の片側壁近傍に横断方向に 3 本のみ設置したものである。どちらも模型同士の間隔は 3cm である。

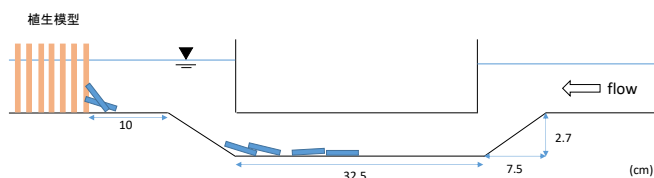


図-3 植生あり排出実験の概略図

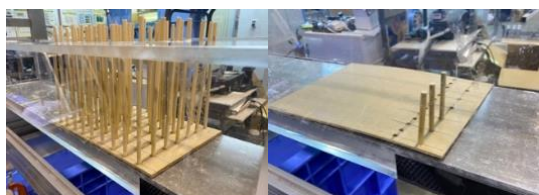


図-4 植生模型（左が 9×7 本植生、右が 3 本植生）

(1) 9×7 本植生模型

3 節で述べた排出実験と同様に 150 本の沈木模型を逆サイフォン内に設置し、実験を行った。カルバートあり水路の場合、植生模型は流量が 1.04ℓ/s のときに 1 割ほどしか沈木模型を捕捉しなかったが、流量を上げていくと捕捉される本数は顕著に増加し、

2.47ℓ/s のときには 8 割弱ほど捕捉した。また、この時の下流水深は実験開始時の 1.8 倍以上に達した（図-5）。カルバートなしの場合は、沈木模型がほとんど排出されず、植生模型による捕捉も水深上昇もほとんど発生しなかった。

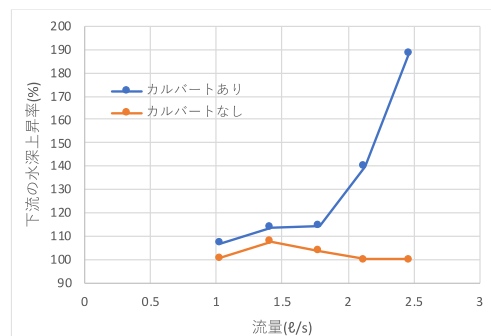


図-5 流量と逆サイフォン下流水深の関係

(2) 3 本植生模型

植生模型が捕捉できる沈木模型の本数が限られるため、始めに逆サイフォン内に設置する沈木模型の本数を 25 本にして排出実験を行った。捕捉される沈木模型の本数は最大 4 本であったが、カルバートあり水路の場合で水深が実験開始時の約 1.2 倍に上昇した。今回の実験条件では、沈木模型が最大まで捕捉されても水路の片側半分は全く閉塞されず水が流れるにも関わらず、約 20% の水深上昇が見られた。このことから逆サイフォン下流に小規模でも沈木を捕捉しうる植生または構造物が存在する場合は、河道の閉塞及び氾濫のリスクがあることがわかる。

5. おわりに

本研究により今まであまり研究されてこなかった逆サイフォン水路に氾濫リスクが存在することが分かった。しかし、実河川の逆サイフォン部内にどれほど沈木やその他の流れ着いたものが堆積しているかのデータが現状では不足している。実際の逆サイフォンの状況のデータを増やし、より実現象に沿った条件にて災害リスクを考察することが今後の課題である。

参考文献：高田翔也・宮川仁・石神孝之，ダム貯水池管理における沈木の課題と沈木発生要因に関する検討，ダム技術，No.422，51-57，2021。