

II - 248

ワンド内の流れと土砂堆積に関する実験

金沢工業大学 正会員 山坂昌成

1. はじめに

近年、河川の多自然化が叫ばれ、多種の生物生息を主目的としてワンドが作られるケースが多く見られる。しかし、ワンドの工法が用いられるようになってからの日は浅く、その水理学的機能、治水上の安全性、ワンドの維持管理についての検討が十分になされているとは言い難い。本研究では、ワンドの維持に関する知見を得るために、実験水路に矩形のワンドを設置し、ワンド内の流れと、水路に給砂した場合のワンド内への土砂堆積状況を調べた。

2. 実験概要

全幅24cmの水路の片岸側を仕切り、本川幅が19cmで、奥行き5cm、幅5cmの矩形ワンドを図-1に示すように間隔1.6cmで3個連続して設置した。連続設置した理由は、このようにすることで多様な流れが形成されることを期待したためである。水路床勾配は $i=1/490$ で、 $Q=2.16$ l/sの流量を流して、平均水深が $h_0=2.9$ cmのほぼ等流の状態をつくりだした。清水での実験では、水路下方に二次元光ファイバー流速計(KANOMAX SYSTEM8832+

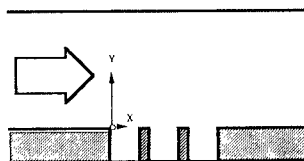


図-1 ワンドの平面形

1980B)のプロープを照射軸方向が鉛直上向きになるように設置し、縦断方向、横断方向の2方向のみについて流速の測定を行った。堆砂実験では、上流域に標準砂を間欠的に手動で給砂し（10分ごとに240g）、ワンド内への堆砂状況を観察した。

3. 実験結果

ワンド内とワンド近傍の流況を水平面（底面からの高さ8mm）内の流速ベクトル図として、図-2に示す。主流は図の左から右向きであり、ワンド内では本川流れによるせん断力を受けて、ワンドのほぼ中心を渦の中心とする時計回りの循環流が見られる。連続するワンドで、流況に特徴的な差は見られず、土砂堆積によるワンド形状の変化がない限り、ワンドを連続設置することによる多様な流れの形成は無理のようである。

堆砂実験における、ワンド内への土砂堆積の状況を図-3に示す。同図(a)は頂点の堆積高さの時間変化を示し、同図(b)は堆積面積の時間変化を示す。ワンドの名称は上流側から下流側に向かって、A、B、Cとしている。堆積高、堆積面積とも上流側のワンドほど大きい。時間が充分経過すると、堆積が平衡状態に至り、各ワンド内への堆積高、堆積形状ともに等しくなってくるようである。清水実験での流況が、各ワンドでほとんど同じであることを考慮すると、初期の堆積

量の違いは給砂量の差によるものであると考えられる。すなわち、ワンド内への土砂堆積は、本川右岸沿いの流砂がワンド開口部の乱れなどによって、ワンド内へ輸送されることにより生じるが、上流側でワンド内へ取り込まれた分だけその下流での右岸沿いの流砂量が減少するため、下流のワンド内への土砂の流入量

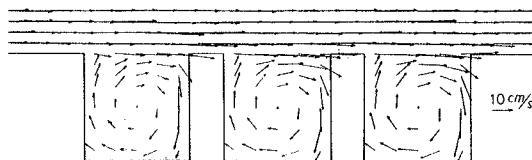


図-2 流速ベクトル

多自然型、ワンド、土砂堆積

〒921 石川県石川郡野々市町扇が丘7-1 TEL 0762-48-1100 FAX 0762-94-6713

も小さくなるものと考えられる。時間が経過するに従って、上流のワンドでは堆積が平衡し、本川右岸沿いの下流方向への流砂量が回復するため、その下流ワンドへの土砂流入が増え、堆積の平衡が順次下流ワンドへ伝わってゆくことになる。どのワンドでも、堆積高と堆積面積の経時変化はほぼ同様であり、堆積形状が時間によらずほぼ相似であることが伺える。

堆積形状の変化の指標として、堆積状況測定時における堆積頂点位置の分布を図-4に示す。時間により若干変動するが、各ワンドともワンド中心よりやや奥側を頂点とする山形の堆積となっている。ワンドの中心部に堆積する原因は、以下のためであると考えられる。ワンド内では流れが円運動するために、中心付近の水位が低い圧力勾配が現れる。湾曲流路の流れと同様に¹⁾流速の速い水面付近では遠心力が卓越して外向きの流れが生じ、逆に、流速の遅い底面付近では圧力勾配が卓越して中心向きの流れが生じていると考えられる（本実験では、測定器のトラブルから水平面内の速度ベクトルの鉛直変化を測定できなかったが、単ワンドにおける他の実験においては確認済み）。底面付近で中心方向へ向かう流れは中心付近で上昇流を生じることになるので、中心での堆積高はかなりのものとなる（本川側ではほとんど堆積のない状況でも、ワンド内の平衡堆積高は水深規模となる）。図-4において頂点位置が

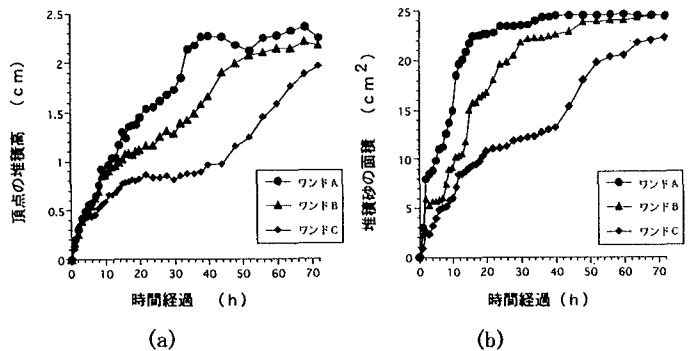


図-3 ワンド内の堆積高、堆積面積の経時変化

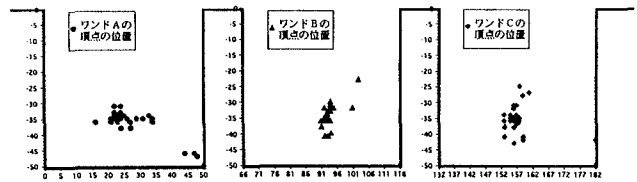


図-4 堆積頂点位置の分布

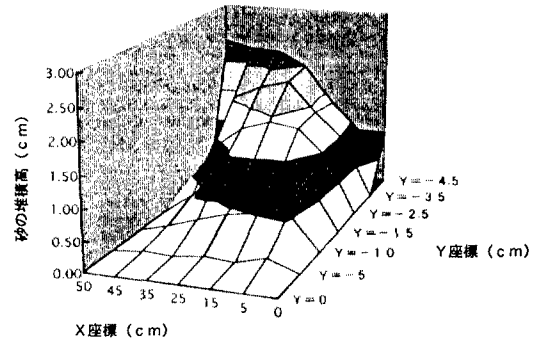


図-5 72時間後の堆砂状況（ワンドA）

ワンド奥の下流側になる点が数点あるが、土砂堆積の影響を受けて流れの状況が大きく変化した、ほぼ平衡に達した状況における頂点の位置である。最上流のワンドAにおける72時間後の堆砂状況は図-5に示される。最高点は先に述べたワンド奥下流側となっているが、中心付近もかなりの堆積高となっている。また、平均水深2.9cmと比較してみると、定常流れであっても堆積頂点は水面下ぎりぎりのところまで達することがわかる。

4. まとめ

本研究では、ワンドの水理学的な機能、施工後の維持についての知見を得るために、小規模水路実験により、ワンド内の流れと、土砂堆積に関する実験を行い、本質的に、ワンド内には土砂が堆積しやすいことが定性的に明らかとなった。ある程度の、土砂堆積は各種生物のためにも有用であると考えられるが、埋没してしまう場合も起こり得る。本研究では簡単な矩形ワンドを採用したが、今後は、ワンドの形状を変えたり水制を用いることにより、ワンド内への土砂堆積を軽減する方法について検討する必要がある。