

直線水路における水制周辺の流れ、河床変動の実験と解析

広島大学工学部
(株)建設技術研究所
広島大学大学院

正員 福岡 捷二
正員 西村 達也
学生員○岡信 昌利

1. 序 論

河川対策工の1つである水制工は、流れと河相の形態や被害履歴を考慮することにより、主として経験的な方法で設計がなされてきている。水制の構造設計や配置法を考えるうえで基本的に必要なことは、水制が流れと河床変動に与える影響を知ることである。従来は、固定床での水制周辺の流れ場について解析がなされてきているが、個々の水制周辺の河床変動を定量的に求める段階に至っていない。したがって、水制周辺の流れと河床変動を明らかにするような解析モデルの開発が望まれている。本研究は、移動床直線水路に水制を設置して、水制によって流れと河床がどのように変化するかを調べ、その機構を説明するモデルの開発を目的としている。

2. 水制実験の方法

実験は水制間隔の異なる2ケースについて行った。実験条件と水制の設置条件は図1.表1.2に示している。給砂量は毎分210mlであり、上流端で給砂器によって連続的に与えている。測定区間で、流速、水位、河床高を測定している。

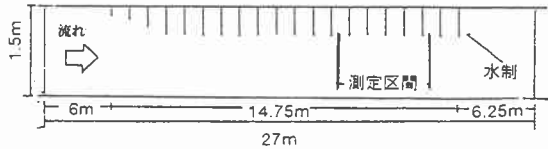


図1 水路概略図

表1 水路諸元

流量	34.8 l/s
水路長	27 m
水路幅	1.5 m
河床勾配	1/600
平均粒径	0.656 mm
平均水深	7.1 cm

表2 水制諸元

水制長	50 cm
水制幅	5 cm
水制高	2 cm
水制間隔	実験1 75 cm
	実験2 100 cm



写真1 水制群

3. 実験結果

図2は実験1の結果を示す。流れに対する水制の抵抗によって、水制前面で流れは水制先端へ向かい、河床を洗掘して、主流方向へはねられる。また、水制間で流速が減っているために、主流域と水制域で流速差による渦が生じる。このため、主流域から水制域への流れが現れる。この流れは、水制の先端部で洗掘された土砂と主流域の土砂を、水制区間に堆積させる。実験2も、水制周辺の流れと河床変動は実験1の場合と同じ機構であるが、水制間隔が長くなったために、水制域での流速は実験1よりも増加し、水制間の土砂の堆積量は少なくなる。

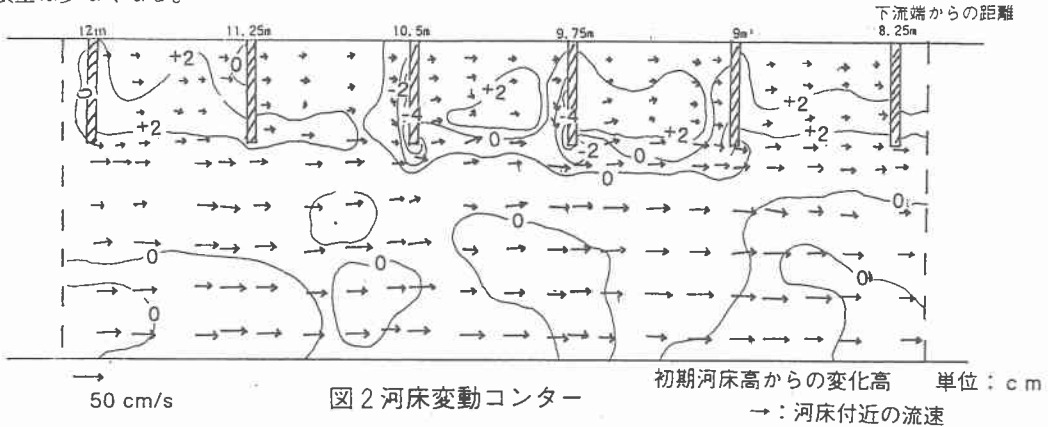


図2 河床変動コンター

4. 解析方法

座標系は直交曲線座標を用い、流下方向に s 軸、これと直交する横断方向に n 軸、鉛直方向に z 軸を選ぶことにより基本式が得られる。

$$\begin{aligned}
 & u \frac{\partial u}{\partial s} + v \frac{\partial u}{\partial n} - \left(\int_{z_0}^z \frac{\partial u}{\partial s} dz + \int_{z_0}^z \frac{\partial v}{\partial n} dz + \int_{z_0}^z \frac{v}{r} dz \right) \frac{\partial u}{\partial z} + \frac{uv}{r} \\
 & = -g \frac{\partial H}{\partial s} + \varepsilon \frac{\partial^2 u}{\partial s^2} + \varepsilon \frac{\partial^2 u}{\partial n^2} + \varepsilon \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} + \frac{F'_s}{\rho} \delta(s-s_i) \delta(n-n_i) \\
 & u \frac{\partial v}{\partial s} + v \frac{\partial v}{\partial n} - \left(\int_{z_0}^z \frac{\partial v}{\partial s} dz + \int_{z_0}^z \frac{\partial v}{\partial n} dz + \int_{z_0}^z \frac{v}{r} dz \right) \frac{\partial v}{\partial z} - \frac{u^2}{r} \\
 & = -g \frac{\partial H}{\partial n} + \varepsilon \frac{\partial^2 v}{\partial s^2} + \varepsilon \frac{\partial^2 v}{\partial n^2} + \varepsilon \frac{\partial^2 v}{\partial z^2} + \frac{F'_n}{\rho} \delta(s-s_i) \delta(n-n_i)
 \end{aligned}$$

水制の抗力 F'_s 及び揚力 F'_n を δ 関数で与えている。これは、この方程式を差分法で解くとき、水制が設置されている場所で外力を取り込み、水制の設置されていないところでは外力がないことを表現する数学的取扱いのためである。河床変動は流砂の連続式を用いて求める。

流れの計算から河床付近の流速、せん断力を求め、次に河床変動計算を行い、この計算過程を繰り返して河床の変化を求める。

5. 解析結果と実験結果の比較

実験結果と計算結果を図5、6に示している。図5は流速 u の分布の、計算結果と実験結果の比較を示している。両者はほぼ一致しており、水制の外力による水制域での流速の減少をよく表している。図6は、河床高の実験結果と計算結果の比較を示している。解析は水制前後の河床高をよく表しており、実験結果をおおむね説明している。

水制背後の土砂の堆積高に多少の違いが生じているのは、主に水制設置時の水制高さの差に起因している。

6. 結 論

本研究では、移動床直線水路での水制周辺の流れと河床変動の機構を明らかにし、これを解析モデルによって説明することができた。

参考文献

- 1) 福岡、西村、川口：越流型水制工を有する流れの解析、河道の水理と河川環境シンポジウム論文集 PP. 211-216, 1995

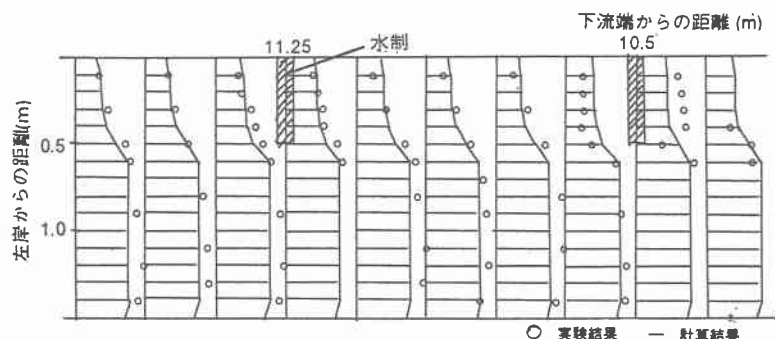


図5 水深平均流速の流下方向分布

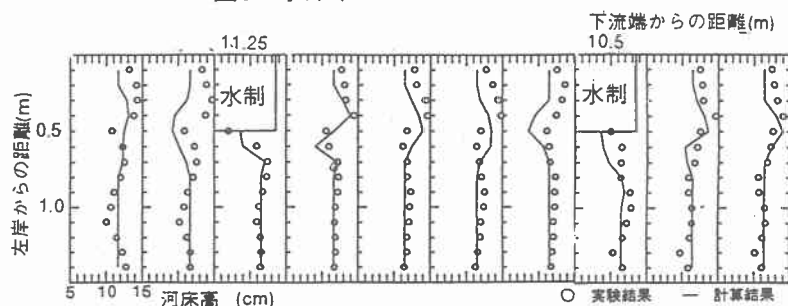


図6 流下方向河床高分布