

連続水制による低水河道の形成特性

鳥取大学工学部 ○ 学生員 石倉 泰宏
鳥取大学工学部 正 員 道上 正規
鳥取大学工学部 正 員 鈴木 幸一
鳥取大学工学部 学生員 山本 一則

1. はじめに

本研究は、直線水路に、非越流型不透水水制を連続的に設置した場合の低水河道形成特性を実験的に明らかにしようとするものである。移動床に、不透水水制群を設置すると、水制による通水断面の縮小および水はね効果によって流水が主流域へ集中し、流速が増加する。その結果、掃流力が増加し、河床が低下する。このような、水制機能を利用し、河道中央に低水河道を形成することができると考えられる。以上のような考え方にに基づき、水制を河道に設置した場合に、どのように変化するかを、流量および水制間隔を種々に変えて、検討した。

2. 実験の概要

実験水路は、全長18m、断面50cm×50cmのコンクリート製長方形断面直線水路である。不透水水制模型は木製で、水制長は水路幅B.の1/10とし、5.0cmとした。実験に用いた砂は平均粒径dは0.6mmであって、初期勾配は上流から給砂することによって、約1/200とした。河床と水面が平衡状態になるまで通水を行った後、所定の間隔で水制模型を水路両岸に設置する。通水を再開し、所定の時間に水面形状および河床形状を測定する。水面形状は水路中央、河床形状は、図1に示すように、5測線(No.1~No.5)を測定するものとする。

実験条件を、表1に示す。表中、bは水制長、Qは流量、Lは水制設置間隔、L/bは水制設置区隔長、h₀は水制設置前の水深、Fr₀はフルード数を示す。

3. 低水河道形成過程

図2は、水制設置後の水路床縦断形状の時間的変化の一例をRun12について示したものである。水制を設置すると、主に、水面勾配が急になる最上流水制周辺から河床の洗掘が始まる。通水初期には、深掘れが進むが、時間とともに面的な広がりが見られ、洗掘は下流へと広がる。最終的には、元河床と、ほぼ平行に河床低下が発生する。水面形状の変化は、河床低下と密接に関係しており、河床低下にともなって低下し、最終的には、ほぼ、元の水面と一致する。X=12~16mでは、通水初期において、極端な水面上昇が起こる。これは、水制のせき上げ効果に加え、X= 6~12mでの狭

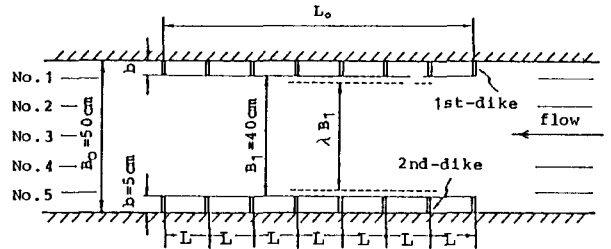


図1 水制設置後の水路

表1 実験条件

Run No.	b (cm)	L (cm)	L ₀ (cm)	L/b	Q (L/sec)	i ₀	h ₀ (cm)	Fr ₀
1	5	10	500	2	6	1/252	2.78	0.83
2	5	20	500	4	6	1/199	2.29	0.77
3	5	30	510	5	6	1/242	2.70	0.87
4	5	40	520	8	6	1/252	2.79	0.92
5	5	50	500	10	6	1/207	2.93	0.76
6	5	10	500	2	9	1/224	3.86	0.76
7	5	20	500	4	9	1/224	3.85	0.76
8	5	30	510	6	9	1/232	4.00	0.72
9	5	40	520	8	9	1/232	3.70	0.81
10	5	50	500	10	9	1/234	3.87	0.75
11	5	10	500	2	12	1/211	4.59	0.78
12	5	20	800	4	12	1/195	4.58	0.78
13	5	30	510	6	12	1/195	4.67	0.76
14	5	40	520	8	12	1/211	4.59	0.78
15	5	50	500	10	12	1/211	4.59	0.78
16	5	60	480	12	12	1/211	4.59	0.78
17	5	70	490	12	12	1/211	4.59	0.78

率による水位上昇が原因である。したがって、 $X=6\sim 12m$ での水位が低下する $t=120$ 分では、 $X=12\sim 16m$ における水位上昇幅は、半減している。また、河床も、水制のせき上げ効果により上昇している。

4. 解析および結果

低水河道形成特性を、河床変動に関する拡散型の方程式を適用することにより、解析的に求めた。基礎式¹⁾、境界条件式および、初期条件式は、それぞれ、式 (1), (2), (3) である。

$$\frac{\partial Z}{\partial t} = K \frac{\partial^2 Z}{\partial x^2} \quad (1)$$

$$\begin{cases} \frac{\partial Z(x,t)}{\partial x} \Big|_{x=0} = H \\ \frac{\partial Z(x,t)}{\partial x} \Big|_{x=l} = 0 \end{cases} \quad (2)$$

$$Z(x,t) \Big|_{t=0} = 0 \quad (3)$$

ここに、 x : 水制上流端からの流下距離、 t : 時間、 Z :

河床高、 H : 最終河床低下量、 K : 拡散係数

最終河床低下量 H は、水制設置区間と非水制設置区間での動的平衡を考えると、次式 (4) が与えられる。²⁾

$$\frac{H}{h_0} = \left\{ \left(\frac{B_0}{\lambda B_1} \right)^{4/3} - 1 \right\} + \frac{Fr_0^2}{2} \left\{ \left(\frac{B_0}{\lambda B_1} \right)^{6/5} - 1 \right\} \quad (4)$$

また、拡散係数 K は、給砂量によって変化するので、時間的にも場所的にも変化するが、その変化はわずかであり、ここでは、通水初期の水理量で与えた値で一定としている。以上のような条件で式 (1) を解くと、

$$Z(x,t) = -H \sum_{n=0}^{\infty} (-1)^n \left\{ \operatorname{erfc} \left(\frac{2n\lambda + x}{2\sqrt{Kt}} \right) + \operatorname{erfc} \left(\frac{2n\lambda + l - x}{2\sqrt{Kt}} \right) \right\} \quad (5)$$

となる。図 3 に Run. 7 および Run. 12 の実験値と式 (5) による計算値を示す。最上流水制付近で実験値と計算値が一致していない部分もあるが、巨視的に見れば、以上のような解析方法により得られた値は、実験値と一致していると言える。

参考文献

- 1) 道上・鈴木：土木学会論文報告集，第 723号，1981.
- 2) 道上・鈴木・山本：第35回 中四講演概要集，1983.

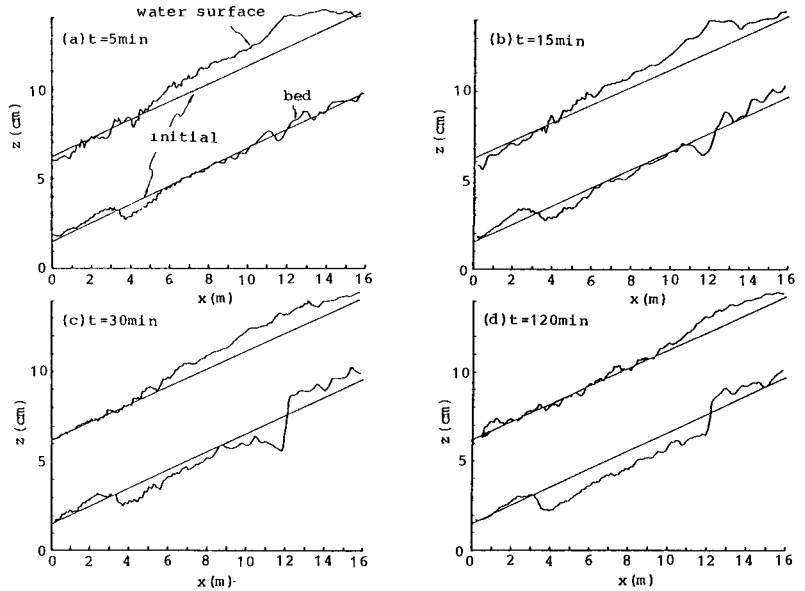


図2 河床の時間的变化

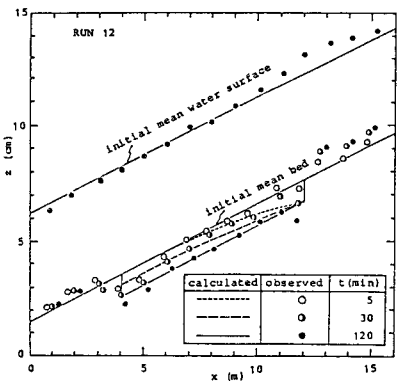
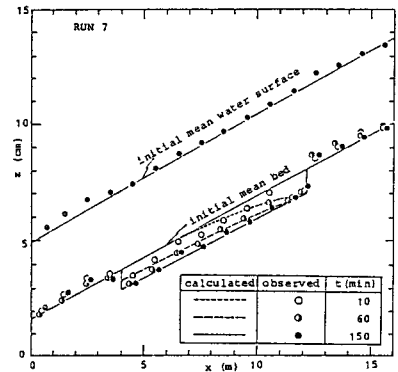


図3 計算値と実験値の比較