

相対水制高の違いが河床変動に及ぼす影響

佐賀大学理工学部 学生会員 常盤俊輔

佐賀大学理工学部 正会員 渡邊訓甫 平川隆一

佐賀大学理工学部 非会員 野口剛志

1. まえがき

水制は古くからの河川処理技術だが¹⁾、今日においてもいまだ合理的な設計方法が確立されていない。この理由の一つとして、河道は変化が大きく水制設置場のそれぞれの特性を的確に評価することが難しい。さらに水制を設置することによってその特性は変化し、それを予測することがより困難であり、構造設計のための実験条件が的確に定められなかったことが大きい。よってより合理的な水制の設計法を確立するためには、水制設置場の特性と水制の水理について十分に理解することが必要である。水制域内の流れ場については片岸に2基設置された固定床実験の研究²⁾がある。本研究は片岸に多数設置した水制の高さと水深との比である相対水制高をパラメーターとして取り上げ、相対水制高の変化が河床変動に与える影響を明らかにすることを目的とする。

2. 実験条件及び方法

実験水路は水路幅 $B=0.3\text{m}$ 、有効長 18m の長方形勾配可変水路を用い、河床勾配 $i=1/1000$ とした。流量 Q は 2.5L/s で固定し、水制を設置しない状態で下流端の堰上げを調整して水深 $h_0=4.5\text{cm}$ とし、全ての実験ケースにおいてこの状態で堰上げを固定した。水制設置場所は、水路の中間部を水制区間とし右岸側壁に沿って11基の連続水制モデルを設置した。水制間隔 $D=20\text{cm}$ とし、右岸側壁に対して直角に配置した。水制モデルは、長さ $L=10\text{cm}$ 、幅 $B=1.8\text{cm}$ に固定し、水制高 H を 5 、 3.8 、 2 、 0.8cm と変化させた4タイプを使用した。なお水制高 3.8 、 2 、 0.8cm は越流型、水制高 5cm は非越流型水制とする。水制高に対してそれぞれのケース名を NS-1、S-1,2,3 とした4ケースについて実験、解析を行った。移動床実験とするため水路中間部に約 6m 、水路底から 5cm の厚さで砂を敷き慣らした。砂は粒径 $d_{50}=0.97\text{mm}$ を用いた。NS-1、S-2、S-3 は静的平衡状態に達したところで計測を行ったが、S-1 のみ長時間通水したがこの状態に達しなかったため、通水開始から約 450 時間後の河床変動を測定した。

3. 実験結果

図-1、2 はケース NS-1、S-1 の河床形状である。 z_s は初期河床からの変位であり、正が堆積を示している。1基目先端で生じた洗掘と堆積が下流に伝播し、6基目周辺までは左岸側壁方向へ、それから右岸側壁方向に移動していることが共通して読み取れる。これは水制群によって流れの方向が変わり、それがまた左岸側壁で反射することで起こったと考えられる。ケース S-2、S-3 1基目先端にわずかな河床変動があったが、NS-1、S-1 に比べごく微小であった。図-3 は水制先端部である $y/L=1.1$ の各ケースの河床高の縦断面図である。どのケースも1基目先端で最も洗掘が大

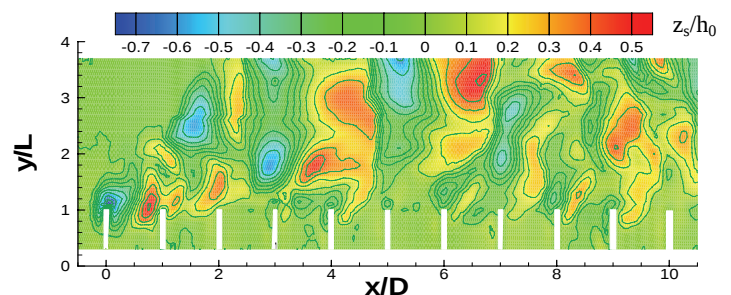


図-1 河床高の等高線 (ケース NS-1)

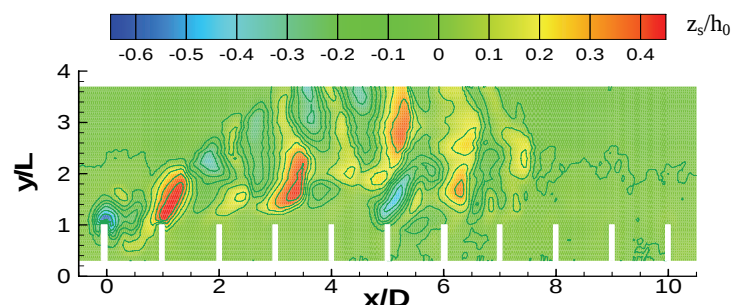


図-2 河床高の等高線 (ケース S-1)

きくなっており、そこに注目すると NS-1 では水深に対して 8 割、S-1 では 7.5 割、S-2 では 2 割掘れている。1 基目より下流では、NS-1 は平均して水深の 3 割の洗掘と堆積が連続して起こっていて、他のケースは下流に進むにしたがって徐々に小さくなっている。図-4, 5 は、ケース NS-1 と S-1 の 1~2 基間の河床高の横断図である。まず図-4 に注目すると、1 基目水制背後から下流に進むにつれて水制先端の $y/L=1.1$ で水深の 8 割、6 割、4 割と洗掘されており、その後 3 割、6 割と堆積している。横断的に見ると水制域内では $y/L=0.6$ から影響を受けていて、 $y/L=2.3$ まで河床に影響を及ぼしている。図-5 に注目すると洗掘、堆積は $y/L=1.1$ で下流に進むにしたがって水深に対して 7 割、3 割と洗掘され、堆積は 2 基目の水制直前のみとなっている。水制域内の影響は $y/L=0.5$ から、 $x/D=1$ をのぞいて、 $y/L=1.8$ まで影響が出ている。2 つの図を比較すると深さ方向の変化と水路中央部付近の横断方向の影響はケース NS-1 のほうが大きい、水制域内の横断方向の影響は S-1 のほうが大きい。図-6 は各ケースの 1 基目水制設置断面 $x/D=0$ の河床高の横断形状である。 H/h_0 の値が大きくなる、すなわち越流水深が小さいものほど水制先端の洗掘が大きくなっている。その値は H/h_0 の値が大きいのから順に水深の 7.5 割、7 割、2.5 割、ほぼ 0 となっている。また横断方向の影響も順に y/L の値が、1.6、1.4、1.2 となっている。図-7 は各ケースの最大洗掘深を示している。 H/h_0 が大きいものから順に -0.8、-0.75、-0.3、-0.1 となっている。これより、水制高が高いもののほうが最大洗掘深に及ぼす影響が大きいことがわかる。また Z_{max}/h_0 と H/h_0 の関係は比例関係に近いものだと考えられる。

4. 結論

本研究では水制群を片岸に設置し、水深を一定にして相対水制高を系統的に変化させて移動床の実験を行った。その結果水深に対して水制高が高いものほど横断枯れ方向、最大洗掘深に及ぼす影響は大きくなった。その変化は図-7 から比例関係に近い。

参考文献

- 1) 山本晃一：日本の水制、山海堂、1996 年。
- 2) 富永晃宏・中野義郎・井嶋康二・長坂剛：越流型水制域内の流れ構造に及ぼす相対水制高の影響、応用力学論文集、Vol.3、pp805~812。

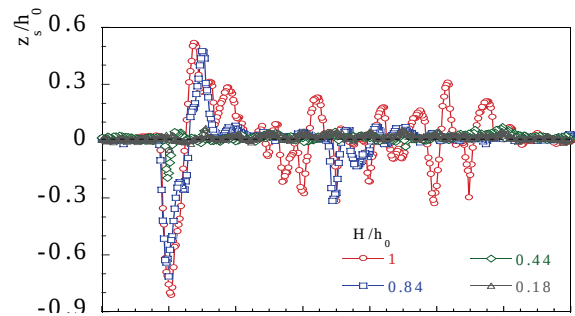


図-3 各ケースの縦断図 ($y/L=1.1$)

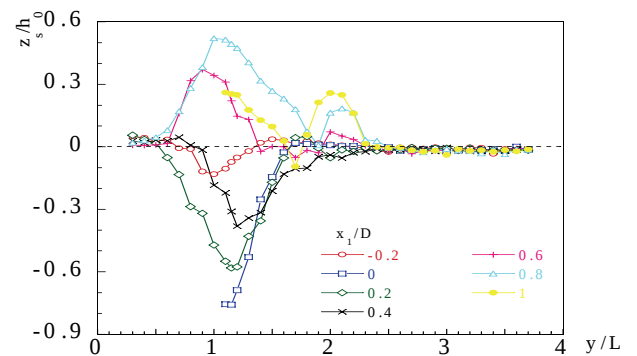


図-4 ケース NS-1 の河床高の横断分布 (1-2 基間)

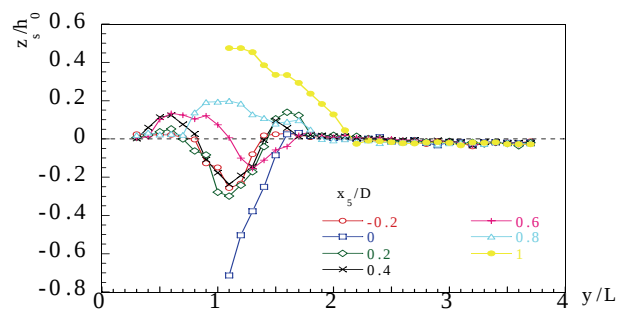


図-5 ケース S-1 の河床高の横断図 (1-2 基間)

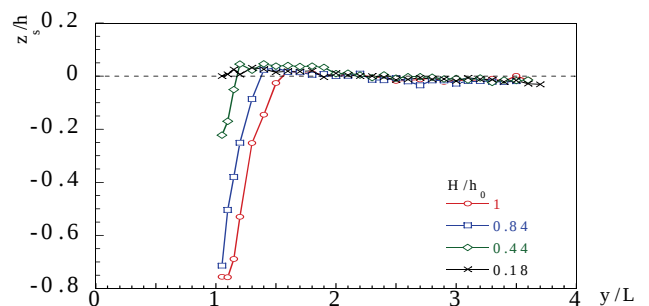


図-6 各ケースの河床横断図

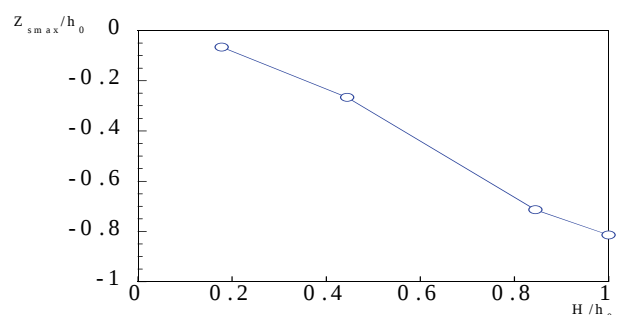


図-7 各ケースの最大洗掘深