

越流型水制における実験的研究

大同工業大学大学院 学生員 ○ 河村 能孝
 大同工業大学大学院 学生員 川瀬 祐志
 大同工業大学 岸川 幸仁
 大同工業大学 正 員 久保田 稔

1 はじめに 水制は、洪水時に流水に対して抵抗を増し流速を減少させ、また直接障害物となり流水の方向をかえ、防護すべき箇所流水を衝突させないようにする優れた機能がある反面、強制的に流水の方向を変えるため、水制周辺に極端な土砂の洗掘・堆積を発生させる。そこで水制周りの水理特性を把握する一助として、不透過・連続水制模型を用いて固定床実験と移動床実験を行ったので以下に報告する。

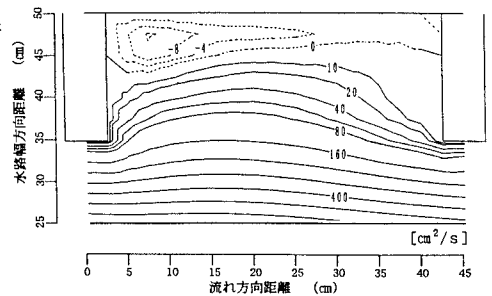
表1 固定床実験の水理条件

実験ケース	流量 (l/s)	水深 (cm)	水制間隔 (cm)
CASE1-10B	22.00	10.49	45.00
CASE1-10S	22.00	10.38	45.00
CASE1-15B	22.00	15.46	45.00
CASE1-15S	22.00	15.27	45.00
CASE1-20B	22.00	20.16	45.00
CASE1-20S	22.00	20.60	45.00
CASE2-10B	22.00	10.03	22.50
CASE2-10S	22.00	10.22	22.50
CASE2-15B	22.00	15.02	22.50
CASE2-15S	22.00	15.53	22.50
CASE2-20B	22.00	20.16	22.50
CASE2-20S	22.00	20.08	22.50
CASE3-10B	25.00	10.21	67.50
CASE3-10S	25.00	10.33	67.50
CASE3-20B	25.00	20.37	67.50
CASE3-20S	25.00	19.72	67.50

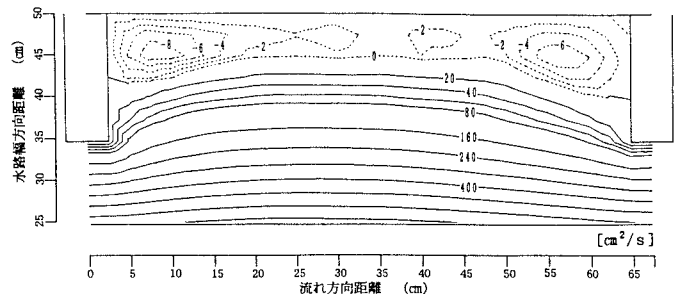
2 実験条件 実験に用いた水路は、長さ24m、幅50cm、高さ50cm、勾配を1/500に設定したコンピュータ制御の可変勾配式実験水路である。固定床実験は長さ15cm、幅5cm、高さ5cmの亚克力製角材を水制の模型とし水路の左岸側壁に対して直角に設置して、表1の条件で2成分電磁流速計を用い、路床から3cm上と水面から2cm下の2カ所の水深で流れ方向及び水路幅方向に2.5cm間隔で計測を行った。一方、移動床実験は長さ15cm、幅5cm、高さ10cmの亚克力製角材を水制の模型とし、平均粒径0.192mmの豊浦の標準砂を7.5cmの高さに敷いて、流量20 l/s、水深約19cmの条件のもとに、固定床実験と同じくCASE1・2・3の3ケースについて、通水24時間後の路床形状を平衡路床形状とした。

3 実験結果及び考察

〔固定床実験〕 図1(a・b)は、CASE1と3で水深10cmの路床から3cm上における流れ関数であり、水路左岸の側壁もしくは水制の側面から積分を行い求めている。なお、負の曲線は点線で示している。同図(a)より水制周りの流れは、主流部からの流水が上流側の水制背後に急激に入り込み再び主流部に戻る領域と、上流側の水制背後から下流側の水制前面に形成される逆流渦の領域との2つの領域があることがわかる。同図(b)の場合は、CASE1の場合に比べて水制間隔が極めて広く、逆流域が上流側の水制背後と下流側の水制前面とに認められる。なお、主流部の流れ関数はCASE1と同じ様に、上流側の水制背後近くで急激に入り込んでい。上述の流れ関数の急激な水制間への入り込みについて、著者らは、その場所



(a) CASE 1



(b) CASE 3

図1 流れ関数

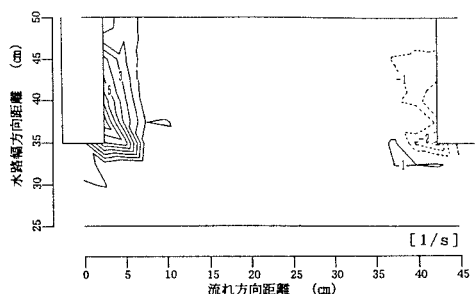
で2次元の連続方程式が満たされていないと考えた。そこで2次元連続方程式の残差分を計算し、3次元流れの強弱を判断する測度とした。3次元連続方程式における残差分は $\partial\omega/\partial z$ である。図2 (a・b) は、CASE 1と3で水深10cmの路床から3cm上における吸い込み($-\partial\omega/\partial z < 0$)・湧き出し($-\partial\omega/\partial z > 0$)図であり、実線が湧き出し流れを示している。両図より下流側の水制前面で吸い込み流れが形成され、上流側の水制背後では湧き出し流れが形成されていることがわかる。実験ケースごとに検討すると、水深の浅いときほど吸い込み・湧き出し流れが強い、つまり平均流速が早いほど吸い込み・湧き出し流れも強くなっており、水制間の流れは複雑な3次元流であることを示唆している。

【移動床実験】 図3 (a・b) は、CASE 2と3の平衡路床形状であり、両図より水制周りの土砂は水制前面で洗掘し、水制背後で堆積している。土砂の洗掘・堆積は固定床実験の結果を参考にする

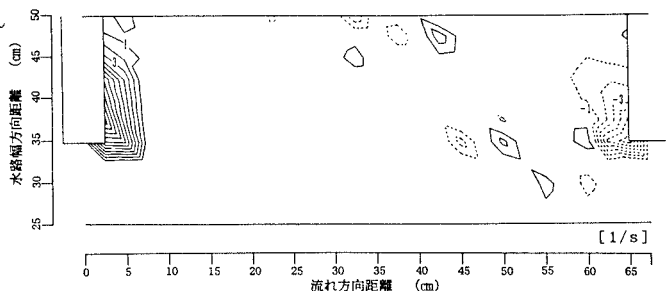
と、主流部から水制間に入り込んだ流水が下流側の水制前面に衝突して潜り込むような形で吸い込み流れになり、土砂を削り洗掘が生じる。削られた土砂の一部は上流側の水制背後へ運搬され、一部は主流部の流水によって下流へ運搬される様に観察された。この現象を水制間隔で比較してみると、CASE 2は水制間隔が狭く主流部から流水が水制間へ入り込みにくいので洗掘・堆積ともに小さいが、CASE 3のように水制間隔が広い場合には、前述の様な土砂移動が起きると考えられる。

4 あとがき 今回の実験結果から、水制周りの流れ場は複雑な3次的流れであり、また水制間隔によって土砂の洗掘・堆積の度合いが違っていた。

なお講演時には、木曾川で測量した水制周りの土砂堆積状況について触れる予定である。

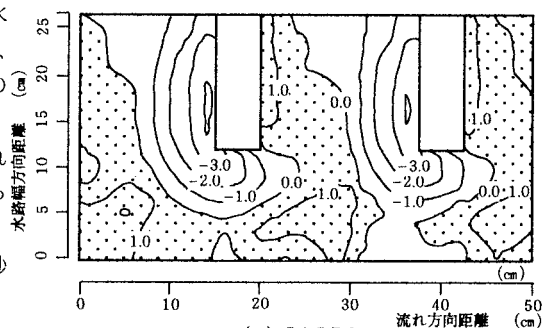


(a) CASE 1

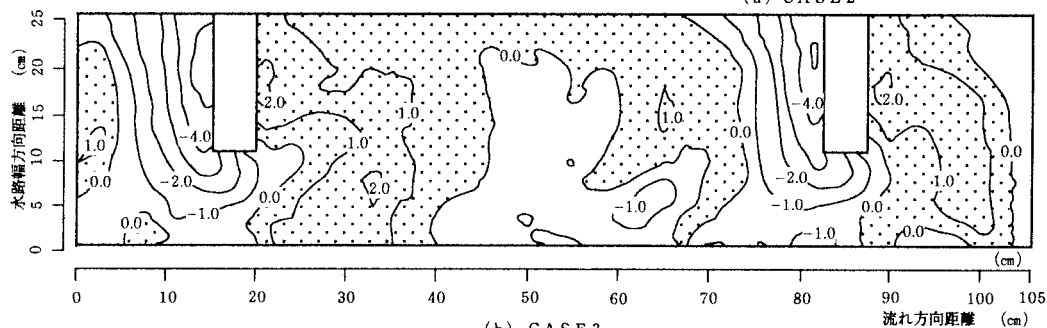


(b) CASE 3

図2 吸い込み・湧き出し図



(a) CASE 2



(b) CASE 3

図3 平衡路床形状のコンター