

京都大学大学院 社会基盤工学専攻 ○佐本佳昭
明石工業高等専門学校 都市システム工学科 神田佳一
京都大学防災研究所 武藤裕則・張浩・中川一・竹林洋史

1. 緒論

河道の安定化工法として用いられる落差工は、上流からの流水や土砂をせき止め、河床の安定に寄与する一方、土砂流送・生態系等の面からは、縦横断の連続性が阻害される点などが指摘されている。近年、このような阻害を解消すべく、河道横断構造物の全面または一部を改修が各地で行われている。しかしながら、このような改変は、上流河道の不安定化を引き起こすと考えられている。

本研究では、多様な創出が望まれている都市域の河川の中下流部を対象として、落差工の改変が上流河道へ及ぼす影響性について移動床実験を行い考察した。

2. 実験の概要

実験では、図-1 に示すような、全長 21(m)、幅 0.5(m)、高さ 0.3(m)の可変勾配式水路を用いた。水路床勾配は $I=1/200$ と緩勾配に設定している。本実験では、年に1度生起する洪水流量と平水流量を交互に組み合わせた非定常状態を想定しており、河床材料として、砂漣などの河床波が形成されずに低水路の発達が期待できるよう中央粒径 $d=0.0835(\text{cm})$ の石炭粉を用いている。落差工は、水路の下流端より 8(m)上流部に設置し、その形状は図 2 に示すようなものである。改変断面は、水路全幅及び中央 1/3 幅を 3.2(cm)切り下げるものである。実験条件を表 1 に示す。平水流量は $Q_{MIN}=310(\text{cm}^3/\text{s})$ 、洪水流量は $Q_{MAX}=1010(\text{cm}^3/\text{s})$ と設定している(図-3 参照)。通水時間は各条件で異なるが、それぞれ準平衡状態と見なされるまで行っている。実験は、所定の初期砂厚で河床材料を敷き均し、洪水流量 Q_{MAX} の通水により初期河床を設定し(Run1-initial, Run2-initial)、その後、落差工形状の改変と流量の改定を行った。また、本実験では、落差工上流側の河床形状をレーザー変位計、落差工から落差工上流 7.0m 地点までの水路中央における縦断水位をポイントゲージ、表面流速分布を LSPIV 法によって計測した。

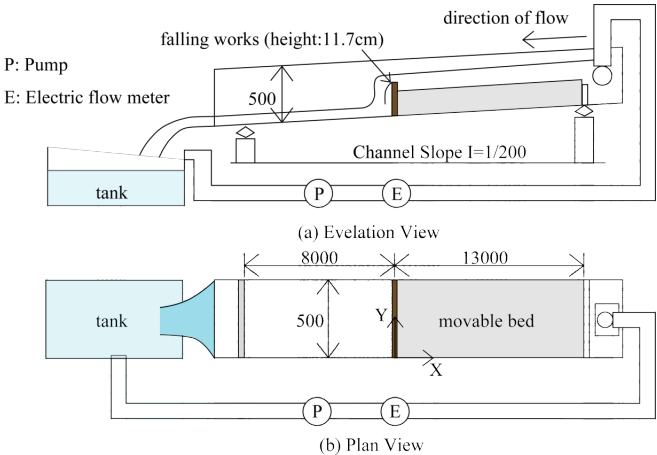


図-1 実験装置の概略図 (単位:mm)

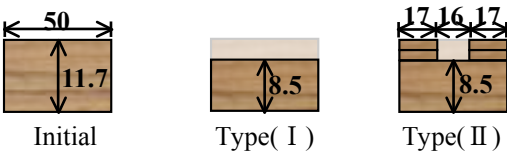


図-2 落差工模型の形状(単位:cm)

表-1 実験条件

Run No.	初期砂厚	落差工の形状	流量
Run1-initial	8.5(cm)	Initial	1010(cm ³ /s)
Run1-Pre.F		Type(I)	310(cm ³ /s)
Run1-Post.F			1010(cm ³ /s)
Run1-final			310(cm ³ /s)
Run2-initial	満砂 11.7(cm)	Initial	1010(cm ³ /s)
Run2-Pre.F		Type(II)	310(cm ³ /s)
Run2-Post.F			1010(cm ³ /s)
Run2-final			310(cm ³ /s)

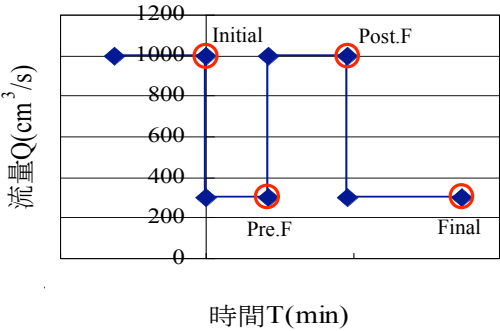


図-3 流量ハイドログラフ

3.実験結果及び考察

3.1 落差工上流部の水面形

落差工上流部の初期砂厚が満砂状態の場合における、水路幅中央の水位 H ・河床位 Z の縦断分布を図-4 に示す。なお、平水流量時には水路中央部に陸地と水域が混在していたため、水面形の測定を行っていない。図より、落差工の改変に伴い水位及び河床位は共に低下しているが、その変化は落差工近傍において顕著であり、その結果、水面及び河床勾配が増大している。

3.2 落差工上流部の河床形状と流れ特性

図-5 には、初期砂厚が満砂状態の場合における、落差工上流部の河床形状と横断方向流速 V の対応関係を示す。なお、 V は右岸方向を暖色、左岸方向を寒色で表現している。改変前(Run2-initial)では、落差工上流部の全域において、波長の長い交互砂州が形成されている。落差工の改変後、平水流量を通水すると(Run2-Pre.F)、砂州上の土砂を浸食し、横断方向へ複数の流路が発達している。一方、Run2-Post.F では、大きな掃流力が働いたため、Run2-Pre.F の落差工直上流で見られた砂州がフラッシュされており、河床低下が引き起こされている。Run2-Post.F と Run2-final を比較すると、流路及び砂州は同じ形を保ったまま、下流部へ移行している様子が伺える。すなわち、平水流量時の流れは通水初期の河床形状に支配されることが確認できたが、一方で、このことは小規模流量時に限ってのことであり、洪水流量程度まで流量を増大させると通水初期の河床形状はその後の河床形状には影響しないといえる。また、横断方向流速 V と河床形状の対応を見てみると、砂州及び流路の形状に合致しており、蛇行している流れ特性が上手く捉えられている。

図-6 には、平水流量及び洪水流量通水後の落差工上流部の河床横断形状 ($X=2.0(\text{cm})$) を示す。図より Run2-Pre.F では、洗掘形状は落差工の形状と逆位相となっており、対称形である。また、Run2-final の河床位は、Run2-Post.F に比べて高く、平水流量通水による埋め戻し効果が見られる。

4.結論

本研究では、落差工の断面形状を改変した場合について、流量の変化に伴う流れの変化及び上流河道の流路形成について考察した。今後の課題として、さらに落差工の断面形状を変化させて、詳細な実験を行うことが挙げられる。なお、本研究は京都大学一般共同研究（代表者：神田佳一）の支援を受けている。ここに記して謝意を表する。

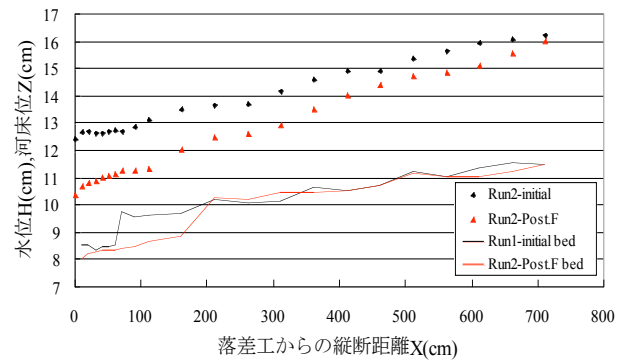


図-4 水路中央部の水位・河床位の縦断

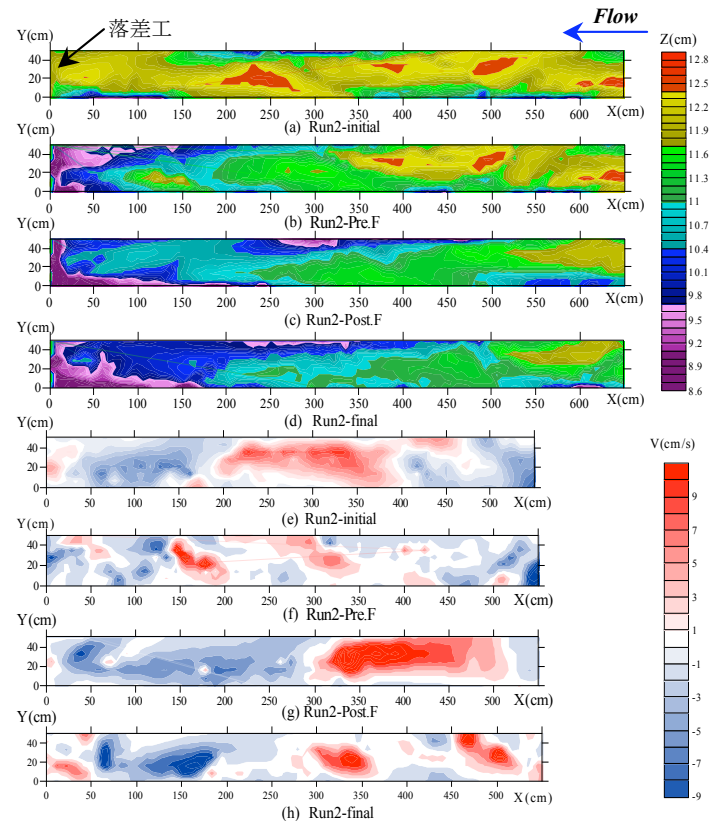


図-5 河床形状と横断方向流速 V の対応関

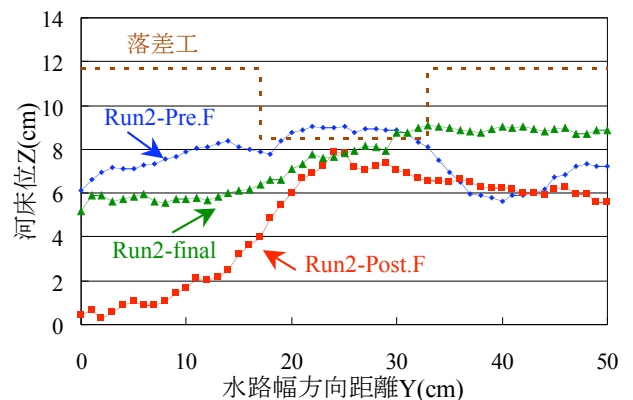


図-6 落差工上流部の横断形状 ($X=2.0(\text{cm})$)