

拡幅域を有する水路の水位縦断変化と土砂堆積特性に関する実験的検討

名城大学 正会員 ○溝口 敦子

名城大学 非会員 中根 蒼斗, 森田 侑, 小野 貴裕

1. はじめに

河川における堤防幅や低水路幅は、一定でなく縦断方向に変化している。山地区間の河道は岩盤などによって川幅が規定された狭窄部を有する場合もあり、狭窄部の連続により盆地的な地形を有する河川も少なくない。この縦断方向の川幅の変化によってさまざまな水面形が現れるが、出水時には流れの変化に応じて河床も変動をする。例えば、狭窄区間の上流側河道では水位がせき上げられ、それに伴って土砂が堆積し河床も上昇する。こうした急拡または急縮、また盆地部の流れは特徴的で、古くから数多くの研究が行われている^{例え1)}。しかし、その一方で上流部の水位上昇が促す河床の堆積や狭窄区間の下流河道の河床変動、つまり拡幅域の堆積を中心とした河床変動の実験はそれほど多くはない^{例え2)}。そこで、本検討では、拡幅域で起こる流れと河床高の変化に着目した、基礎的な移動床水路実験を行う。

2. 実験方法

実験は、図-1のような幅60cm長さ17mの水路に、幅20cmの狭窄区間に見立てた水路と水路幅が1.5倍、3倍となる幅30、60cm、長さ2mの拡幅域を設置し、実施する。実験区間には、平均粒径0.88mm程度の三河珪砂4号を張り付けた固定床を設置した。

実験では、まず、水路勾配を1/50、1/100、1/200に変化させて流量3パターン0.003、0.0060、0.009m³/sを通水した際の水位を縦断方向に計測した。その後、水路勾配1/50、1/100、1/200のそれぞれで流量0.006m³/s

のみ水路上部からトレーサー粒子としておがくずを入れ水表面の流れを可視化させ高速度カメラによって撮影した画像を用いて、表層流速をPIVにて計測した。また、水路勾配1/200、流量0.006m³/sのケースに限定し、水路幅0.2mにおける平衡流砂量を投入する土砂供給実験を行い、拡幅領域を中心とした土砂堆積の変化を調べた。なお、実験における水位は、ポイントゲージでの計測または水路壁面にスケールを張り付けて動画や静止画を撮影し、実験後に水面位置を読み取り、土砂供給実験では、壁面での堆砂の進行を把握した。最終堆積形状の計測は、実験後に写真測量を応用し行った。

3. 水位縦断変化の特徴

ここで、拡幅域の流れの特徴を示すために、図-2に水位縦断変化を示す。なお、事前に固定床の粗度係数を算出し各流量パターンにおける等流および限界水深を計算した結果、勾配1/200の時は、緩勾配、1/100では水路部で急勾配であるが、拡幅域が幅60cm、流量0.006で限界勾配に近く、さらに0.003m³/sのケースで緩勾配、勾配1/50ではすべて急勾配の条件となる。そのため、急縮前の水位上昇量とその影響、および跳水の発生状況がそれぞれ異なり、急勾配条件では特に水位の振動が顕著になるなど特徴的な流れが現れた。

特に、特徴的なのは、水位上昇の影響範囲である。勾配1/200、つまり全領域が緩勾配の場合、水位上昇量が拡幅幅によってあまり変化しないが、上流部への影響範囲は拡幅幅60cmのほうが長くなる結果となった。

4. 拡幅域における土砂堆積の特徴と上流部への影響

次に、水路幅60cmおよび30cmの拡幅域を有する勾配1/200の水路に流量0.006m³/sを通水するケースを対象に、上流から平均粒径0.88mm程度の三河珪砂4号の平衡流砂量7.1g/s/20cmの土砂供給実験を行い、土砂堆積の変化と最終河床形状を調べた結果の一部を示す。なお、土砂供給前の河床は、固定床であるため、固定床以上の洗掘は起こらず、かつ、土砂堆積は、上流から供給した砂の進行とともに上流から進行する。

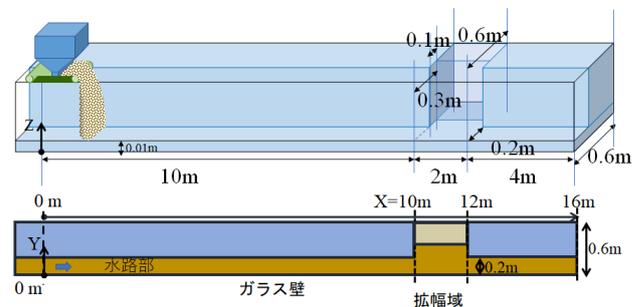


図-1 実験水路概要

(上図：水路立体図，下図：水路平面図)

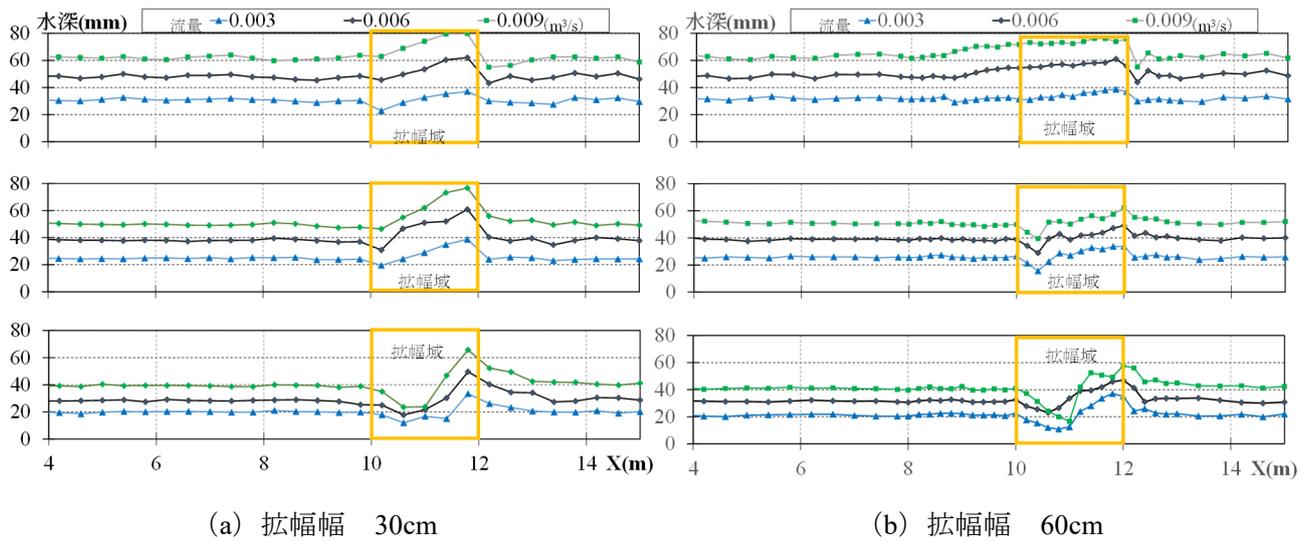


図-2 水深縦断変化 (上から勾配1/200, 1/100, 1/50)

特徴的な結果として、図-3の結果からわかるように、拡幅川幅にかかわらずガラス壁面で計測した河床堆積高さはほぼ同じであるが、拡幅域川幅が大きい60cmのケースが拡幅域での水位上昇がより顕著であることが挙げられる。図-3は、あくまで水路壁面から読み取った堆積高さであるため、水路内の状況は大きく異なる。川幅30cmに拡幅したケースは水路横断方向の凹凸はあくまで拡幅域の上流部のみ大きいですが、60cmに拡幅したケースは、より下流の広い領域で高く堆積する結果となった。こうした拡幅域の堆積の違いが水位上昇量の差を生み出す結果となった。これは、初期の拡幅部の流れや堆積も広がりやすさ、最終的な拡幅域での土砂の流れが深くかかわることが予測される。参考に、図-5に土砂供給なしの状態でのPIVを行った流れ場を示しておく。

5. おわりに

本研究では、拡幅域を有する水路の流れの特徴と土砂の堆積状況を調べた。この結果、拡幅域の存在は特に緩勾配の条件では上流域の水位上昇につながるとともに、土砂堆積を通じてさらなる水位上昇を起こすことを確認した。今後、この現象について流れ場とともにさらに追究する予定である。

謝辞：本研究の一部はJSPS 科研費(20H02254, 代表：木村一郎)、国土交通省河川砂防技術開発 地域課題研究「大井川流砂系土砂管理に向けた支川土砂流入量評価方法の提案」(代表：溝口敦子)の助成を受け実施された。ここに記して謝意を表す。

参考文献：1) 芦田和男：開水路断面急拡部の水理とその適用に関する研究，京都防災研年報，第5号A，pp. 223-251，1962。2) 天田高白，松村恭一，水山高久：水路拡幅部における土砂貯留効果に関する実験的研究，新砂防，第40巻No.6，pp. 3-13，1988。

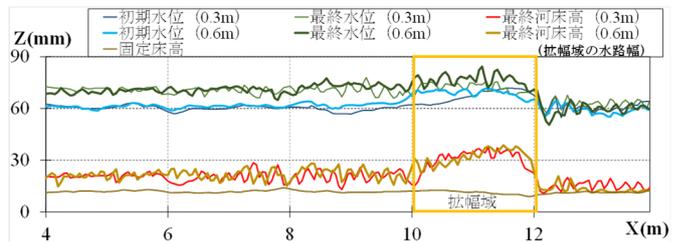


図-3 実験前後の水位・河床高縦断変化

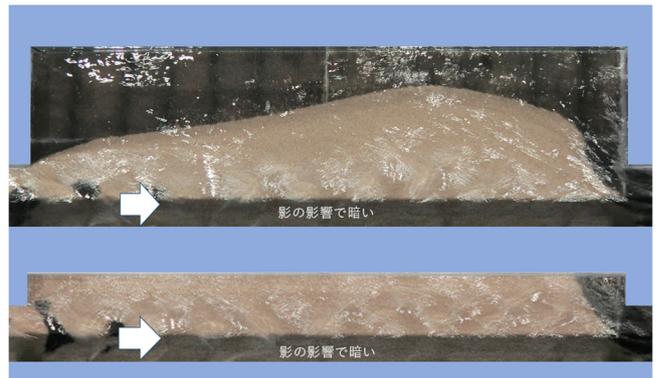


図-4 平衡状態における拡幅域の土砂堆積状況 (上図：拡幅域幅60cm, 下図：拡幅域幅30cm)

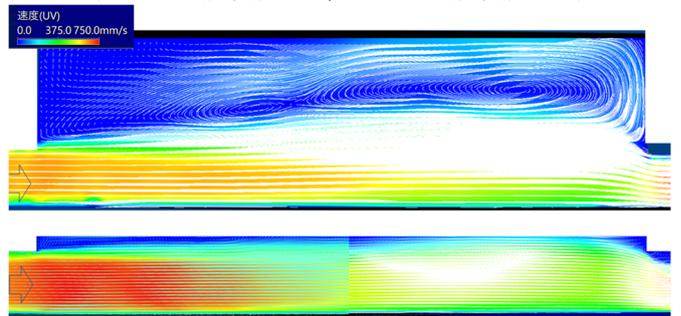


図-5 拡幅域周辺の平均流速コンターと流線 (白線) (上図：拡幅域幅60cm, 下図：拡幅域幅30cm)