

洪水減水期における水みちの形成特性

株式会社竹中土木 東京支店 正会員 益本孝彦
北見工業大学 社会環境工学科 正会員 渡邊康玄

1. はじめに

砂州の形成に関して治水や利水の観点から、過去より数多くの研究が行われてきている。近年は、河川法の改正に伴い、河川環境における砂州の重要性も認識され、砂州によって形成される瀬・淵構造に関する研究も進められてきている。しかしながら、洪水時において水理量の時間変化に伴う砂州の形状変化や砂州と平常時に形成される水みちとの関係、さらには大規模出水時の氾濫源と河道との関係は、未だ十分解明されていないのが現状である。

本研究では洪水の減水期に着目して、出水時に形成される砂州と平常時に存在する水みちとの因果関係について、明らかにしようとするものである。

2. 水理実験の概要

実験に用いる水路は、長さ 8m、幅 0.3m の直線水路である。移動床実験に用いた河床材料は、4号珪砂 ($d_m=0.765\text{mm}$) と 7号珪砂 ($d_m=0.154\text{mm}$) を 5:1 に配合した混合砂¹⁾である。この河床材料を水路に敷きつめ、河床勾配 1/80 の初期河床を形成した。実験は、図-1 に示される実験フローに従って、次の2段階で行われた。第一段階は、洪水期に形成される河床地形(以下交互砂州)を形成させるため、十分発達した交互砂州が形成される流量(以下大流量とする)を一定時間、定流で通水する。第二段階は、第一段階で形成した交互砂州を初期河床として、流量を後述するハイドロ形状で減少させていき、水みちを形成させる。実験に用いたハイドロ形状は、図-2(a)、(b)に示すように、減水期間を40分と固定し平常時の流量と洪水時の流量の比が異なる場合(減水方法:直線)として、小流量を大流量の1/10(Case1-1)、1/6(Case1-2)、1/4(Case1-3)、1/2.5(Case1-4)とした条件で時間的に減水速度を一定にした場合と、時間的に減水方法が異なる場合(減水方法:凹型)として、小流量を大流量の1/10(Case3-1)、1/6(Case3-2)、1/4(Case3-3)、1/2.5(Case3-4)とした場合での実験を行った。

3. 実験結果と考察

(1) ハイドロの減水勾配(減水速度)の比較

図-3に、実験で得られた無次元掃流力と流量の関係を示す。減水速度が一定の場合(減水方法:直線)も減水速度が異なる場合(減水方法:凹型)も両者ともに、減水比に影響することなく、概ね流量減少過程で掃流力が増大し、この時に水みちが形成された。実験時の目視観察では、この掃流力が増大する際に活発に水みちが

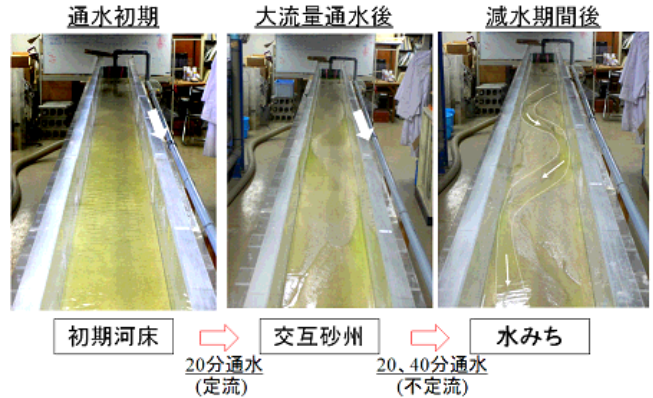


図-1 実験フロー

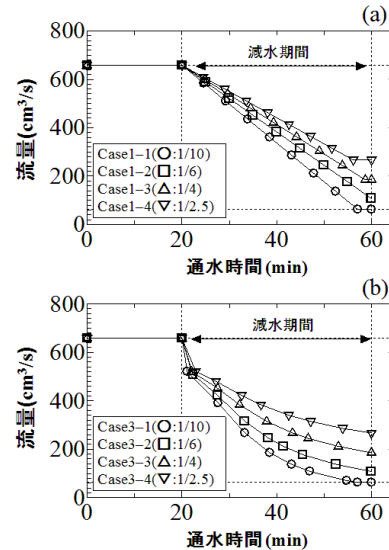


図-2 時間的に減水速度と減水比が異なるハイドログラフ

形成されていたことを確認している。このため、以後この時の流量を「水みち形成流量」と呼ぶこととする。

減水速度が一定の場合、急勾配ハイドロ 1/10(Case1-1)である(a)の結果では水みち形成の現象が明瞭に表れなかったのに対し、緩勾配ハイドロ 1/4(Case1-3)、1/2.5(Case1-4)である(c)、(d)の結果では、水みち形成の現象が明瞭に現われた。流量が減水によって水みち形成流量に徐々に近づいたことに起因して、水みちが発達し始めた。しかしながら、小流量が大流量の1/4、1/2.5のCase1-3とCase1-4は、水みちが活発に形成される前に通水が終了したため、十分発達した水みちが形成されたかどうか把握出来なかった。よって、減水速度が一定の場合、1/6(Case1-2)が最も明瞭に、水みちの形状を明瞭に呈した。

Key Words: 交互砂州、水みち、水理実験、減水勾配、水みち形成流量、ハイドログラフ
〒136-8570 東京都江東区新砂一丁目1番1号 株式会社竹中土木 東京支店 TEL03-6810-6200

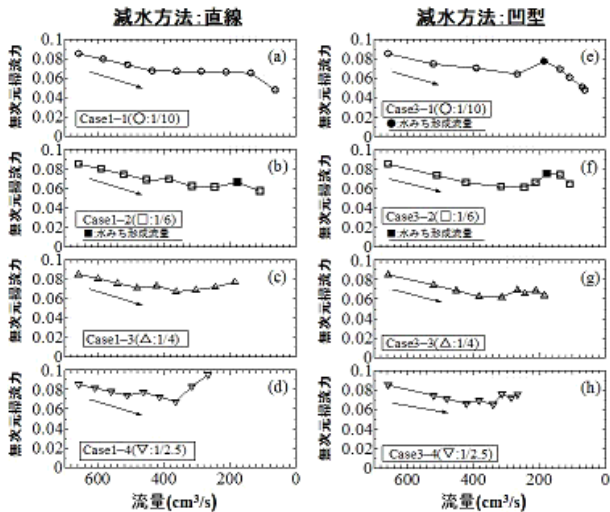


図-3 減水速度が異なる場合と一定の場合における無次元掃流力と流量の関係

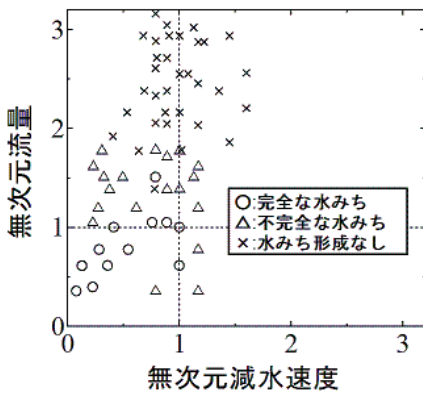


図-4 無次元流量と無次元減水速度の関係

一方、減水速度が異なる場合では、急勾配のハイドロ1/10(Case3-1)、1/6(Case3-2)である(e)、(f)の結果から、水みち形成の現象が明瞭に呈したのに対し、緩勾配のハイドロ1/4(Case3-3)、1/2.5(Case3-4)である(g)、(h)の結果では、現象が明瞭に表れなかった。この原因として掃流力が増加傾向であったために、減水過程において水みちを形成させるような流量に達していなかったことが考えられる。よって、急勾配のハイドロ条件である1/10(Case3-1)、1/6(Case3-2)が最も明瞭に、水みち形状を呈した。

次に、水みち形成流量や減水勾配(減水速度)の影響による水みち形成要因を調べるために、最も水みちの形状を明瞭に呈した1/6(Case1-2)の水みち形成流量と減水速度で、減水期間40分の全ての通水ケースの流量と減水速度をそれぞれ無次元化したものを図-4に、まとめた。図-4より、無次元流量と無次元速度がともに1以下である場合に、水みちが形成された。つまり減水後期において減水ハイドロ勾配が概ね緩い場合かつ減水後期の流量が概ね小さい場合に水みちが形成されやすいことを示している。以上の実験結果より水みち形成要因として、減水期間後半の流量と減水速度が重要であるといえる。

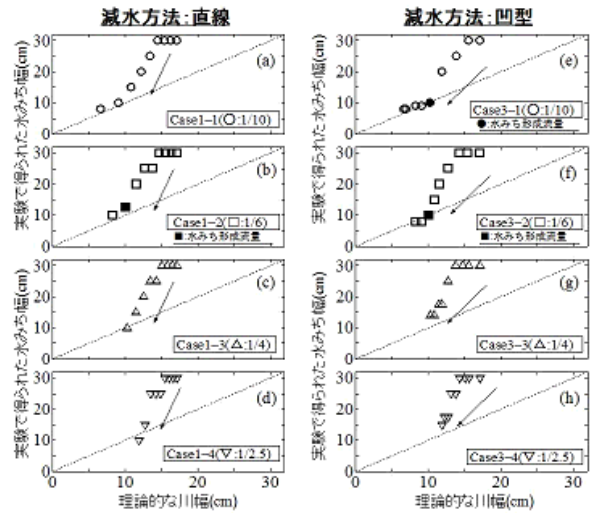


図-5 実験で得られた水みち幅と理論的な川幅の関係

(2) 実験での水みち幅と理論的な川幅との関係

池田²⁾は礫河川における安定横断形状を理論的に導出している。この解析では、ある流量に対する川幅が計算される。ここでは、この理論的に算出される安定川幅と実験で得られた水みち幅との比較を行うこととする。図-5に、実験で得られた水みち幅と理論式で得られた川幅の関係を示す。

減水速度が時間的に一定の場合、減水比に関係なく減水が進行するにつれて形成された水みち幅が、池田の理論川幅に収束し、また最終的な水みち幅も、理論川幅に収束していることがわかる。減水速度が時間的に異なる場合においてもCase3-1、Case3-2においては、水みち形成流量で形成された水みち幅も最終的な水みち幅も理論川幅に収束した。しかしながら、Case3-3、Case3-4においては理論川幅に完全に収束しなかった。この理由として、Case3-3、Case3-4に関しては、水みちの形成現象が水みち形成流量に達することなく、通水が終了したために、水みちが十分に形成されることなく、縮小変化しなかったものであると考えられる。

水路実験において得られた水みち幅は池田の安定横断形状を適用した理論川幅と比較すると、今回の実験で再現可能であることが明らかとなった。

4. おわりに

本研究では、水みち形成要因として、洪水減水後期の流量と減水速度が重要であることが明らかとなった。池田の理論川幅と実験で得られた水みち幅を比較すると、水みち形成流量で形成される水みち幅と最終的な水みち幅は、理論川幅を用いることによって、推定可能となった。

参考文献

- 1) 益本孝彦、渡邊康玄、佐々木章允；洪水減水期における水みち形成に関する実験、河川技術論文集、第15巻、pp225-230、2009年6月
- 2) 池田駿介；詳述水理学、技報堂出版、1999年1月、pp400-405