

II-276 勾配変化を伴う急拡水路の水脈の拡幅形態

建設省土木研究所 正員 村岡 敬子
正員 桑原 幹朗

1. はじめに

水路断面が急激に変化する急拡部の水理については、多くの研究がなされており、一定勾配水路における比較的小さいFrを対象とした水脈の広がりについてはいくつかの推定式が報告されている。このような急拡後の流れは流入勾配に対して下流側の勾配が緩勾配であれば、水脈の広がり角度が更に大きくなる。実際、ダム の減勢工の設計にあたり、水脈を広げて単位幅流量を小さくするために、水路勾配を変化させたり、補助構造物を用いて部分的に勾配を変化させるなどの手法が用いられている。

本研究では下流面の勾配を変化させたときに、水脈の広がりかどのように変化するか、また広がり の発達過程はどのようになっているのかについて水理模型実験および解析をおこなった。

2. 実験方法

実験モデルの概念図を図-1に示す。初期流入勾配および出口部における水脈の厚さは、十分な長さをもった矩形管路で設定され、出口直下において勾配を変化させた。出口より下流には反りの無い透明アクリル板を用い、またその表面には水際線における表面張力の影響を抑えるために活面剤を塗布した。初期勾配は、1:2を主体とし、初期フルード数6および14について、下流面勾配を変化させ、水面形の計測をポイントゲージにより行った。

3. 側方の拘束から解除された水脈の変化

矩形管路から開放された水脈は、中央部に拡幅の影響を受けない部分を残しながら、重力と表面張力の影響を受けて側方から徐々に崩れながら広がってゆく。下流に流下するにしたがい（時間の経過と共に）、水脈の中央部も側方の影響を受けるようになり、また水脈の両端には薄いひれ状の膜が広がっていく。（図-2）この水面形は、流下面の勾配が上下流一定の時には、水脈厚の違いによらず、ほぼ同様の形態をとるが、（図-3）下流面に勾配変化がある場合には、水脈が厚いほど広がり易くなる傾向を示す。（図-4）

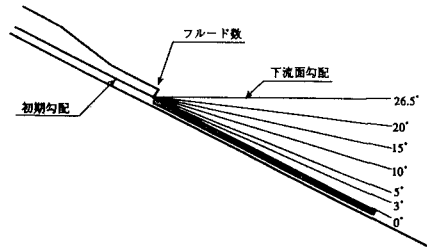


図-1 実験モデル概念図

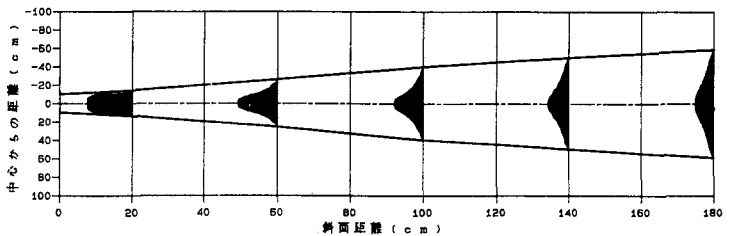


図-2 平面水面形状および横断水深

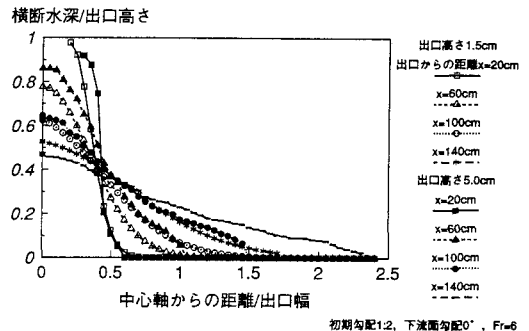


図-3 流入水深による横断水深の変化1

4. フルト数と水脈の拡幅角度

急拡部近辺における水脈の拡幅角 $\tan(\theta)$ と初期フルト数との関係を、一定勾配水路における水脈の広がり角度の推定式²⁾、³⁾と共に比較した。（図-5、）下流面勾配が 0° から 5° 程度の範囲では、近似式1の値と変わらないが、下流面勾配が大きくなるとその拡幅角は大きくなり、推定式からは遠ざかる傾向を示す。

5. 水面形の近似

側方の水脈の広がりを正規分布曲線を用いて近似した。（図-6）水脈の中央部には、広がろうとする側方の力の影響を受けずに流れている部分があり、その幅が近似曲線の始端位置となる。始端位置は同一条件下では Fr 、水深の違いによらずほぼ同一の傾向を示す。（図-7）また、下流面勾配の変化角度が大きくなるほど始端位置は中央寄りとなり、側方の影響を強く受けることがわかる。（図-8）

6. おわりに

拡幅する水脈の側方の水面形は、正規分布曲線を用いることによってかなり精度良く近似することができた。その始端については、前述の通り下流面勾配の影響を強く受けることがわかった。今後は正規分布曲線の他のパラメータについても検討を行い、現象を明らかにしていく予定である。

参考文献 1) 中西、角；流入水脈と水叩きの幅が異なる減勢工の水理特性、土木学会第44回年次講演会講演概要集、平成元年10月

2) 角、中西、須田；跳水式減勢工の水理設計-放流水脈と水叩きの幅が異なる場合-、1990、9

3) 米国内務省開拓局、Design of Small Dams、1960

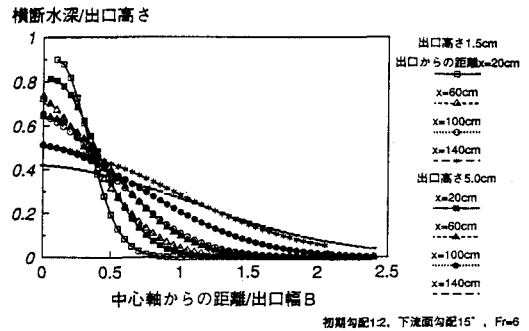


図-4 流入水深による横断水深の変化 2

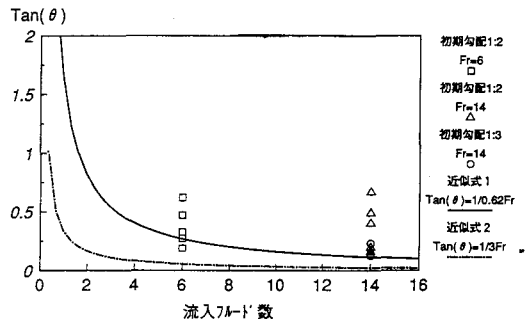


図-5 フルト数と拡幅角度の関係

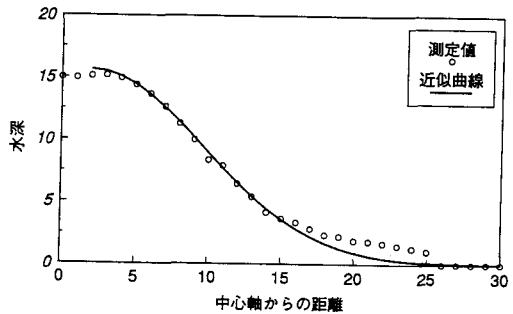


図-6 正規分布曲線による横断水深の近似

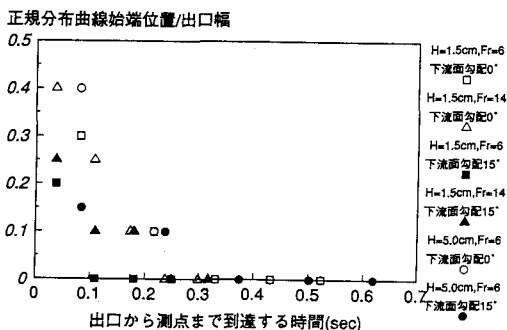


図-7 水深、フルト数と正規分布曲線始端位置の関係

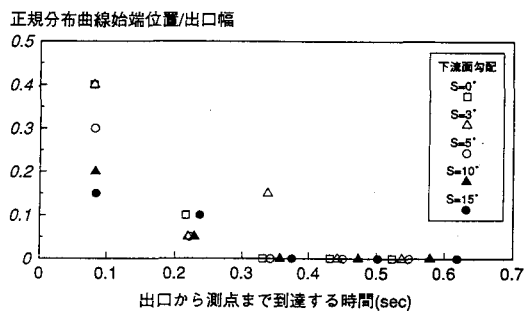


図-8 下流面勾配と正規分布曲線始端位置との関係