

狭さく部河道における水位計算モデルについて

建設省 正員 九津見生哲
建設省 山田 泰三
建設省 正員○石橋 良啓
建設省 船橋 準幸

1. はじめに： 実河川を流れる洪水は、場所的にも時間的にも変化する不定流であるが、その最高水位を求める場合には、簡易的に流れを定常不等流と仮定し、不等流計算が広く用いられている。不等流計算は、上・下流断面間のエネルギーの差がその区間内で損失されるエネルギーに等しいとして、下流側断面から逐次上流側断面を計算してゆくものであるが、その損失エネルギーを計算するのに、一般的にはマニング則が適用されている。この場合、マニング則に含まれている粗度係数 n は非常に重要な要素であるが、その決定にあたっては通常、既往洪水の痕跡水位より逆算した n の値を用いている。しかし、中流山間部のように狭さく部と氾濫原が交互に存在したり、彎曲部や急拡部が存在するような複雑な河道特性を有する場合には、逆算 n 値は場所ごとにまた洪水ごとに大きくばらつくため、一定値に定めるのが困難な場合が多い。(図-1 参照) これは、河道に沿って局所的な損失が存在する他、狭さく部では側壁摩擦による損失が顕著になるためである。このような側壁による損失を評価するに、側壁粗度係数が用いられることがあるが、実河川においてはその決定は容易でない。

ここでは、より簡易な方法で側壁による損失を評価するとともに、局所的な形状による損失を個別に評価して水位を追跡するモデルの検討を行ったのでその成果を報告する。

2. 水位計算モデルの概要： 水位計算モデルは、図-2 に示すとおり河床粗度の他に、側壁や急拡、彎曲、合流等の損失を考慮するものであるが、その基本的条件は以下のようなものである。①エネルギー損失は摩擦損失と形状損失によって表現する。②摩擦損失は河床摩擦損失と側壁摩擦損失によって表現する。③形状損失は、原則として $\Delta H = f V^2 / 2g$ (f : 損失係数) の形で表わし、 V としては接近流速を用い、算定された ΔH は水位の形で上乗せする。

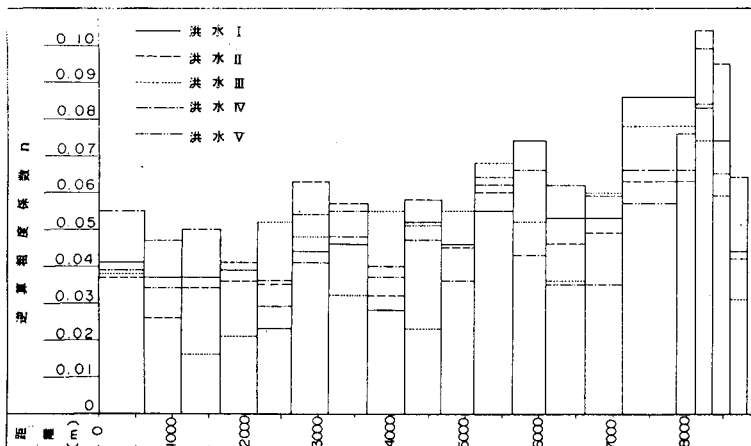


図-1 逆算粗度係数

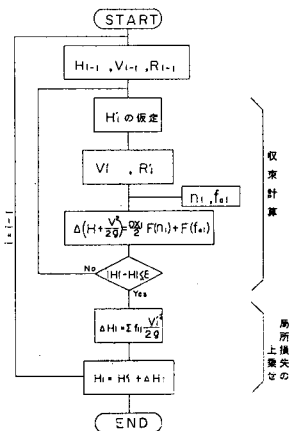


図-2 計算フロー

以上の条件を式で表わすと以下のような基礎方程式が得られる。尚、側壁摩擦損失の関数形は須賀⁰⁾によるものを用いた。式中の水利諸元については図-3のとおりである。

$$\left(H_i' + \frac{V_i'^2}{2g}\right) = \left(H_{i-1}' + \frac{V_{i-1}'^2}{2g}\right) + \frac{DX_i}{2} \left(\frac{n_i^2 V_i'^2}{R_i'^4} + \frac{n_i^2 V_i'^2}{R_i'^4} + f_{ai} \frac{h_{i-1}}{A_{i-1}g} + f_{ai} \frac{h_i' V_i'^2}{A_i'g} \right) \quad (1)$$

$$H_i = H_i' + \Delta H_i = H_i' + \sum f_{ai} \frac{V_i'^2}{2g} \quad (2)$$

3. モデルの適用： 2. に示したモデルを天竜川に適用する。モデル区間には、二つの氾濫原と二つの狭さく部が交互に連続しているとともに、いくつかの彎曲部が存在するなど、その河道特性は非常に複雑なものとなっている。適用にあたり、損失係数を設定するための基本的な考え方は、まず実洪水の痕跡水位から求めた断面間のエネルギー損失分から、河床粗度 ($n = 0.03$ ないし $n = 0.04$) による損失分を差引く。なお

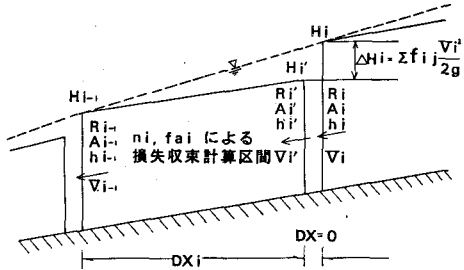


図-3 モデルの概念と水利諸元

かつ残る残差水頭のうち、形状損失が存在しない区間では、それを側壁による損失であるとして、(1)式を用いて側壁損失係数 f_{ai} を逆算する。次に、形状損失については、理論的に求めることを原則としたが、適用が困難であると判断されたものは、実績の損失水頭から n と f_{ai} による損失分を差引き、なおも残る残差水頭より f_{ai} を逆算する。このようにして求めた各損失係数を第一次近似として再現計算を行い、試行錯誤によって修正して最終値を設定した。図-4中にそれぞれの値を示す。

4. 適要結果： 3. で設定された各係数を用いて、天竜川において生起した二つの洪水に本モデルを適用し、その再現計算を行った結果を図-4に示す。同図を見ると、両洪水ともほぼ再現されており、本モデルが流量規模の異なる洪水についても統一された係数で適用可能であることが知られる。

5. おわりに： 以上のように、ここに提案した水位計算モデルの適用度は検証されたが、今後は他の河川に適用することや、

洪水痕跡がない河川の場合でも断面形状等の物理量によって客観的に諸係数を推定するための一般化等、モデルの汎用性について検討を進めてゆく予定である。

最後に、本モデルの検討にあたり、終始懇切な御指導を賜った京都大学防災研究所教授芦田和男先生を始め、検討委員会の各先生

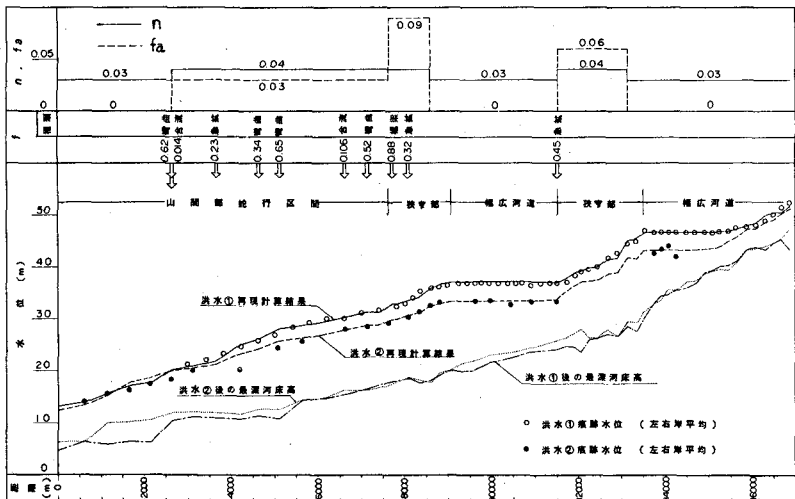


図-4 損失係数と再現計算結果

(参考文献)： 〃須賀堯三、未発表、1983