

京都大学工学部 正員 岩佐 義朗

〃 〃 〃 〇井上 和也

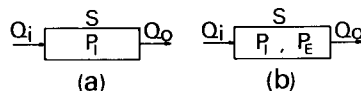
京都大学大学院 学修 梶松 芳昭

1. まえがき

河道における洪水追跡法は、便宜的に、非定常流の運動方程式に種々の近似を行なって解析的ないしは数値的に解く方法、およびいろいろな貯留関数法などにみられる経験的な追跡法の二つに大別される。前者は近似の方法に問題を含みほか、実際の河川への適用にあたって、計算が複雑である。一方、後者は実際の河川の河道形状、相度、横流入などに関して微視的な取り扱いを必要となく、距離に関して積分された変量を扱うので、一たびその経験的な法則性が確立されれば計算も簡単で、実用的であるが、その基礎については十分検討されているとはいえない。本文は、これらの向題と関連し、洪水が流下する場合にそれを非定常流、不等流、等流と仮定した結果より河道の貯留量を求め、そのおののの差について検討しようとしたものである。

2. 河道モデル

複雑な河道網における洪水流下の現象を有機的な洪水伝達機能を持つブロックの連鎖から成る河道モデルによって表現しようとする場合、一つの河道ブロックは図-1に示される二つの種類に別けられる。ここに、 Q_i : ブロックへの流入流量、 Q_o : ブロックからの流出流量、 S : ブロック内の貯留量、 P_i : 内部制御係数、



P_e : 外部制御係数である。すなわち、対象とする河道区間が下

流から水理学的に孤立であれば、ブロックは図-1(a)の型となり、

Fig-1 Channel Reach Blocks

ブロックの制御パラメータは河道区間の幾何学的、水理学的特性を表わす内部制御係数 P_i のみであり、入力と出力との関係は連続の式、 $Q_i - Q_o = dS/dt$ で表わされる。一方、対象とする河道区間が下流の水理状態に依存するときには、ブロックは図-1(b)の型となる。この場合、ブロックの制御機構は P_i のみならず、区間下流端における水位と流量の関係など表わす外部制御係数 P_e にも関係している。この型のブロックについてもやはり入力と出力との関係は連続の式によって表わされる。

さて、貯留関数法による洪水追跡法では、多くの場合、河道区間内の貯留量とその末端からの流出流量との間に一筋の関数関係が仮定される。したがって、洪水処理のための河道モデルの確立を試みるとき、河道ブロックの制御係数と関連して河道貯留量の定量的、定性的な評価を行なうことは極めて重要なことといえよう。以下においては、図-1(a)の型の河道ブロックを洪水が流下する場合について、二、三の数値シミュレーションを行ない、この河道ブロックにおける河道貯留量について述べる。

3. 計算法および結果

計算にあたっては、一般な長方形断面木路(幅 $B=100\text{m}$, 勾配 $1/1000$, Manningの粗度係数 0.025)を想定した。上流端で与えられたハイドログラフは図-2(a)に示されるとおりであって、これを上流端

の境界条件として特性曲線法¹⁾によって非定常流の計算を行なった ($\Delta t = 30$ 秒, $\Delta x = 400$ m, 下流端には境界条件は付されていないが、外挿法によって計算断面数が減少しないうようにした)。この計算結果では上流端からの流入量と下流端からの流出量の差は、計算区間の貯留量の増加にほぼひとしく、誤差は1%未満であった。つぎに、上流端の流入流量を15分間隔の定常流に分割し、この流量に対する等流計算を行ない等流近似とした。さらに、非定常流計算で求められた下流端の水深を用いて不等流計算を行ない、これを不等流近似とした。

さて、河道区間の貯留量を表わすのに、次式

$$S = \frac{1}{BL} \int_0^L A dx = \frac{1}{L} \int_0^L h dx$$

で定義される貯留高を用いることにする。ここで、 L は考えている区間の長さ、 $A=Bh$ は流水断面積である。図-2(b)は非定常流計算から求められた貯留高 S_3 の時間的変化を示したものであり、図-3は、等流および不等流近似による貯留高 S_1 , S_2 と S_3 との差を S_3 を基準値として示した結果である。この図より、 $(S_3 - S_1)/S_3$, および $(S_3 - S_2)/S_3$ は区間長の増加とともに大きくなること、 $|S_3 - S_1|$ あるいは $|S_3 - S_2|$ に比し $|S_2 - S_1|$ は小さくなることが見られる。これは流入ハイドログラフの変化が比較的緩慢であったからであり、上述のような計算法をとれば、 S_1 , S_2 は区間長にほぼ無関係であるのに反し、 S_3 は区間長の増加とともに、洪水の上昇時に減少し、下流時に増加することに起因している。また、図-3を

流入ハイドログラフと対応させると、ハイドログラフの変曲点すなわち流量の時間的変化の大ききところで、 S_1 および S_2 と S_3 との差が大きくなっているが、全体としてみれば計算法による貯留量の差は比較的小さいことが知られる。図-4は区間からの流出流量と貯留高 S_3 との関係を示したものであって、 S_3 と Q_0 の描くループは区間長が短くなると扁平になる傾向が見られる。これは、区間長が長いほど、その区間内に洪水波がより多く含まれる結果、上昇時と下

降時で貯留量に大きな差が生ずることを表わしている。以上の結果は特定の洪水を対象として得られたものであるから一般的結論とはなりえないが、今後異なる形態の洪水について考察を進めるとともに、河道プロックの内部変数である粗度、あるいは河道の幾何形状などを変化させた場合および下流からの影響を受ける河道区間の貯留量の特性について研究を進めたい。

文献 1) Rabston, Wilf, "Mathematical Methods for Digital Computers", 315, John Wiley & Sons, 1960

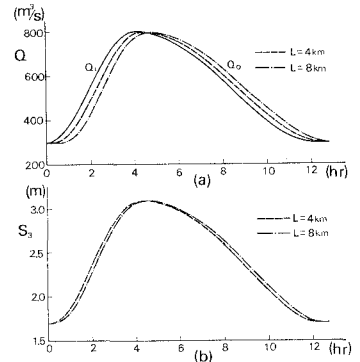


Fig-2 Hydrograph and Storage Curve

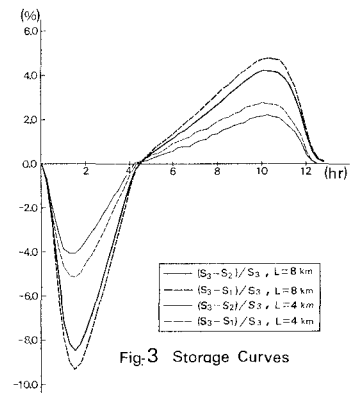


Fig-3 Storage Curves

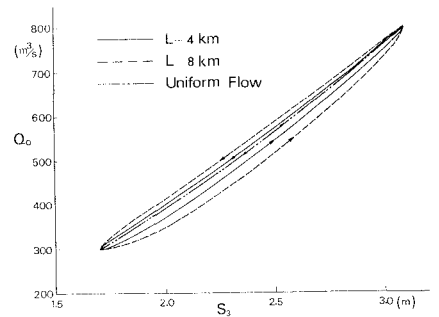


Fig-4 Storage-Discharge Curves