

河川における高潮遡上の洪水流に及ぼす影響

神戸大学工学部 正員 神田 徹
神戸大学大学院 学生員 ○横山 真至

1. まえがき

わが国の都市河川の多くは下流部が感潮域であり、台風の来襲時には洪水と同時に高潮遡上による災害発生危険にさらされている。従来、大洪水と高潮が同時に生起することは稀であったが、今後さらに流域の高度利用が進み、多面的な治水システムの構築が重要となるなかであって、両者を同時に考慮して河川災害発生危険度を明らかにしておくことが必要であろう。この観点から本研究では、洪水と高潮の同時生起時の河道内水位変動を数値計算によって求め、特に両者の生起時間差がどのように影響するかを調べた。

2. 対象河川と計算方法

図-1のような長方形断面をもつ単一河道を対象として、最上流端で洪水流量を与え、最下流端で高潮水位を与えて河道内の非定常流計算を行う。基礎方程式は次式を用いる。

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{Q^2}{A} \right) + gA \left(\frac{\partial h}{\partial x} + S_f - S_0 \right) = 0, \quad \frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = 0$$

図の河道を31個の計算断面に分割し、四点implicit法によって数値計算を行う。境界条件は上流端で Q_b 、下流端で H_b を与える。

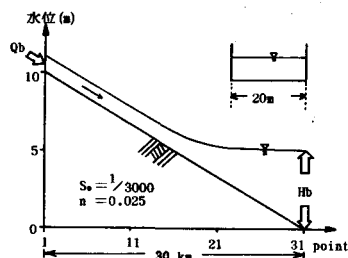


図-1 河道モデル

3. 洪水および高潮の波高変化

まず、洪水流および高潮が単独に生起する場合の波高変化をみる。洪水流に関しては、境界条件を図-2のように与え5つの洪水流を発生させた。また、高潮に関しては境界条件を

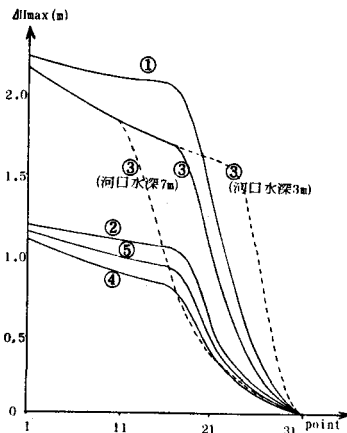


図-4 洪水流の波高減衰

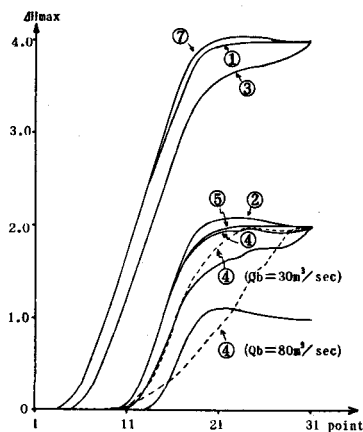


図-5 高潮の波高変化

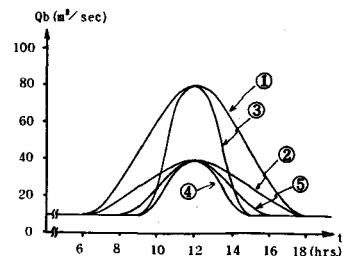


図-2 洪水流量ハイドログラフ

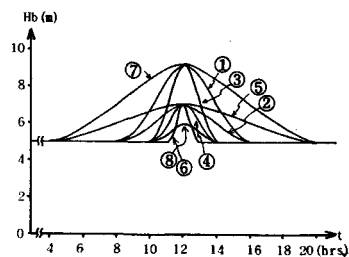


図-3 高潮による河口水位

図-3 のように与え 8 つの高潮を発生させた。初期条件は両者とも $Q_b=10 \text{ m}^3/\text{sec}$, $H_b=5 \text{ m}$ に対する定常状態である。各地点において、初期定常状態の水位を基準にとり、この基準水位からの最大変動量 ΔH_{max} を図-4, 5 に示す。この ΔH_{max} を洪水流および高潮の波高とよぶ。洪水流の波高は初期定常水面勾配の急変点より上流側で大きく、下流側では急激に減少する。逆に、高潮の波高は下流側で大きく、上流側で急減する。さらに、洪水流に与える初期河口水深および高潮に与える河川流量の影響をそれぞれ図-4, 5 中に破線で示す。これより高潮の発生による河道内水位の上昇は洪水流の波高減少を促し、洪水流の発生による河川流量の増加は高潮の波高を減少させると考えられる。

4. 洪水と高潮の同時生起時の水位変動

上述の通り、洪水と河川を遡上する高潮は互いに波高を減じ合う作用を持つことから、両者の同時生起時の河道内水位変動は、それぞれが単独で生起した場合よりは大きい、両者の単純和よりは小さいと予想される。ここでは、洪水と高潮の同時生起時の水位の最大変動量が、それぞれ単独に生起した場合に比べてどれだけ上昇するかを、図-6 に示す量 h を用いて示す。そして、上流端での流量ピークの発生時刻と下流端での水位ピークの発生時刻との time lag, τ によって、この h がどのように異なるかを調べる。境界条件として、図-7 に示すような 10 通りの洪水と高潮を与えた。図-8 は各地点の h を示したものである。各 time lag, τ に対して、矢印は洪水と高潮のピークが出合う地点を示している。いま、代表的な地点について h と τ の関係を示せば図-9 のようである。各地点について、洪水と高潮の両ピーク水位が出合うような time lag をもつ洪水と高潮が発生した場合に、最も大きな水位変動が生じている。しかし、初期定常水面勾配の急変点より下流側では、初期定常水面勾配の急変点で両ピーク水位が出合う場合の方が若干大きな水位変動を生じるようである。また、洪水と高潮のピーク水位が初期定常水面勾配の急変点で出合うような場合 ($\tau = 2 \text{ hrs.}$) に、河道の広い範囲にわたって最も大きな水位変動を生じることがわかる。

5. あとがき

本研究では、水位の特性のみを示したが、これらが河道内での流れの挙動とどのような関係があるかについては、講演時に説明する。

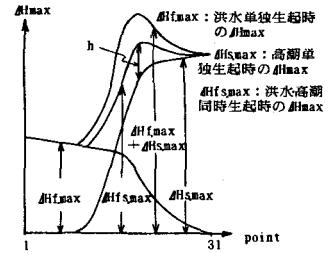


図-6 h の説明図

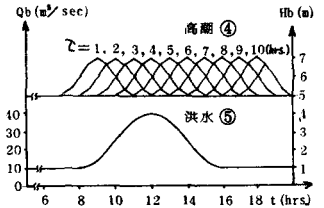


図-7 洪水(上流端)と高潮(下流端)の生起時間差

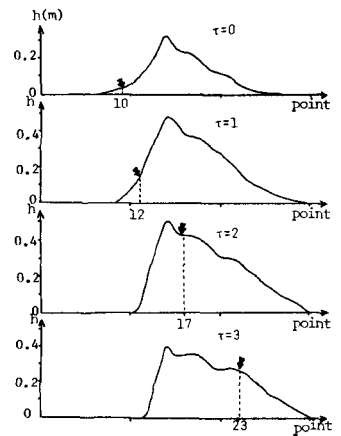


図-9 τ による h の相異

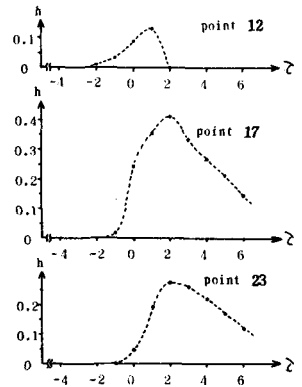


図-8 各 τ に対する h