

II-322

津波発生時の防潮水門開口高

建設省土木研究所 正員 平林 桂
 建設省土木研究所 正員 福岡 捷二
 建設省土木研究所 正員 藤田 光一

1. はじめに.

合流点に水門を有する支川に、本川に遡上した津波が進入するとき、支川氾濫を防ぐため水門を閉塞する場合が多い(図-1 参照)。しかし、支川の自己流量が大きい場合や支川の規模が小さく貯留能力が少ない場合などにはゲートの完全閉塞に伴い支川が氾濫する心配がある。そこで本研究においては、本川に津波の遡上が予想される段階で支川の合流部にあるゲートを不完全閉塞とし、津波の進入量を制限すると同時に支川自己流もある程度本川に流下させ、支川氾濫の危険がなくなつてから再びゲートを開ける操作法を提案し、これについて理論と実験の両面から検討を行った。

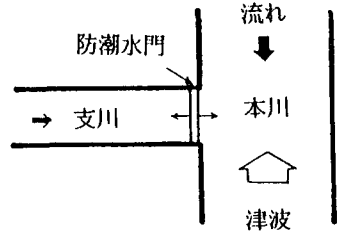


図-1 津波遡上時の本・支川合流部の流況

2. 解析.

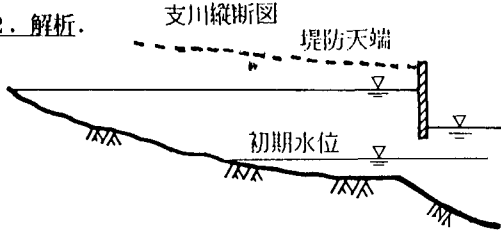


図-2 河道タンクのモデル化

図-2に示すように、河道を底辺長Lのタンクとみなすと、この系は(1)の方程式で表現することができる。

$$\begin{aligned}
 h_* > H_{T*} \sin \omega_* t_* \text{ のとき } & \quad \frac{dh_*}{dt_*} = 1 - R_* \sqrt{h_* - H_{T*} \sin \omega_* t_*} \\
 h_* < H_{T*} \sin \omega_* t_* \text{ のとき } & \quad \frac{dh_*}{dt_*} = 1 + R_* \sqrt{H_{T*} \sin \omega_* t_* - h_*}
 \end{aligned} \quad (1)$$

$$R_* = C H_g \sqrt{2g} \sqrt{H_b/q}, \quad h_* = h/H_b, \quad \omega_* = \omega T, \quad H_{T*} = H_T/H_b, \quad t_* = t/T$$

ここに、 T ；ゲートを締め切ってから、自己流により支川が氾濫するまでの時間(= $L H_b/q$) H_b ；支川の初期水位から堤防天端までの距離、 h ；支川水位、 q ；支川単位幅当り流量、 C ；流量係数、 H_g ；ゲート開口高、 H ；本川水位、である。また、支川合流点における津波による本川水位 H の時間的な変動は、近似的に正弦波($H = H_T \sin \omega t$ 、 H_T ；津波の振幅、 ω ；津波の角振動数、 t ；時間)で与えている。(1)

式を解けば、ゲート開口高、津波の状況と支川の水位との関係が得られる。そこで数値計算により解を求めた。パラメータの計算範囲は、得られる解が実河川において実用的なものとなるよう決定した。図-3は、計算結果の一例であり、 $t_* = 6$ のとき H_{T*} をパラメータとし、 $h_* = 1$ の点を結んだ等値曲線を $R_* - \omega_*$ 平面に示したものである。図において、支川が堤防越水を起こす R_* と ω_* の組合せの領域($h_* > 1$)は曲線の左側であり、支川が越水しない R_* と ω_* の組合せの領域($h_* < 1$)は曲線の右側である。

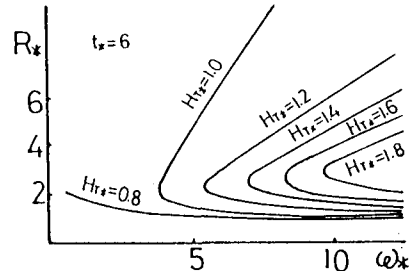


図-3 $R_* - \omega_*$ 図

図-3は無次元表示され、かつ変数も多いので、これを利用し易い形に有次元化する。図-3においては曲線は $d\omega_*/dR_*=0$ を満たす極値をもつが、 H_{T*} が変化しても極値を与える R_* 値はさほど変化せずその値は $R_*=3$ 程度である。 $d\omega_*/dR_*=0$ を与える ω_* は非越水領域の ω_* の最小値であるから、 $R_*=3$ 程度とすれば、非越水領域となる ω_* の範囲を最も広くとることができる。そこで、すべての H_{T*} に対して $R_*=3$ を与え、有次元化して支川単位幅当り流量 q ごとに図示したのが図-4の(a)図である。

次に、この図より得られたゲート開口高で、支川が越水するかどうかを判定する図を作成する。図-3において曲線上の $R_*=3$ を与える ω_* と H_{T*} との関係を調べると、支川越水領域、非越水領域の境界は近似的に次式で示される。

$$H_T = 1/6.25 \cdot (2\pi L/q T_T) \cdot H_b^2 + 0.24 H_b \quad (2)$$

この関係を図示したものが図-4の(b)図である。図-3において、(a)図によりゲート開口高を求め、(b)図によりこのゲート開口高で支川が越水を起こすかどうか判定出来る。

3. 実験による検討.

2. の解析においては、幾つかの仮定がなされている。この仮定が妥当なものであるかどうか実験により検証する必要がある。そこで、実験水路において、本川に様々な波形の津波を起こし、そのときの支川の水位を測定する実験を行い、実測支川水位と計算支川水位の比較を行った。

使用水路は、幅60cm、長さ20mの一樣断面水路である（図-5参照）。津波は、水中ポンプと堰き上げゲートにより発生させた。本川および支川縦断水位は、波高計を用い、オシログラフに記録した。

実測支川水位 h_e は、支川縦断方向3地点の支川水位データを10秒ビッチで読み取り、これを平均して求めた。一方、理論式である(1)式において、本川水位 H_T は短時間では変わらず定数とすると(1)式は線形となり解析的に解くことができる。この解に、実験において得られた本川水位データ及びあらかじめ実験により求めておいた流量係数 C を代入し、計算支川水位 h_a を求めた。

図-6は、 $h_a/h_e \sim t$ 、本川水位 $H_T \sim t$ の関係を示したものである。図中、 $h_a/h_e \sim t$ 、本川水位 $H_T \sim t$ の二つのグラフにおいて、同じ記号がそれぞれ対応している。図-6によれば、本川水位の時間変化率の小さいもの（例えば◇△）は h_a/h_e がほぼ1となり、本川水位の時間変化率の大きいものほど（例えば○□） h_a/h_e の1からのずれは大きく、そのずれ幅は大きいところで0.1程度である。この理由は、本川水位の時間変化率の大きいものほど支川合流部の水門を通過する流量が大きく支川内における流れの非定常性が強調されるためと考えられる。従って本解析は、本川水位の時間変化率の小さいとき、特に有効であるといえる。

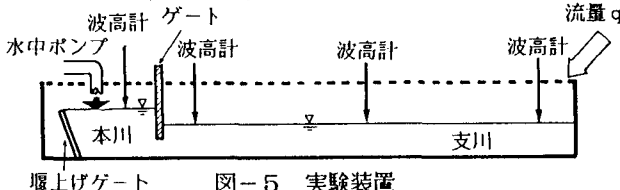


図-5 実験装置

4. おわりに.

本研究では、本川津波遡上時、支川氾濫を防ぐ合流点水門の操作法の基本的な考え方を簡単なモデルを用いて示し、実験によりその妥当性を確認した。

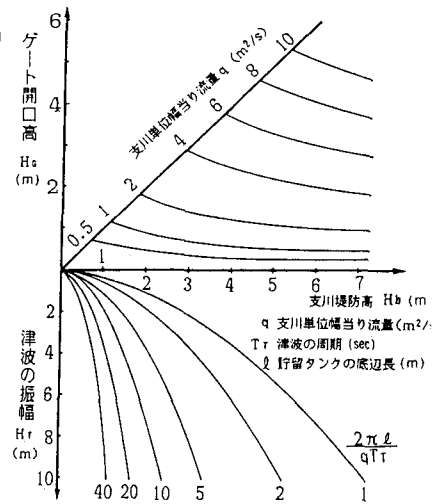


図-4 支川が越水しないゲート開口高の求め方

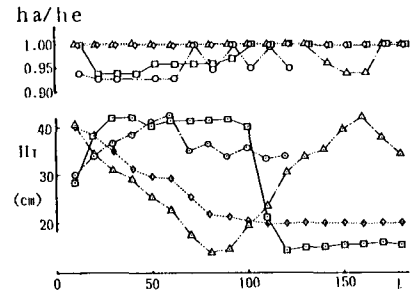


図-6 $h_a/h_e \sim t$ 図及び $H_T \sim t$ 図