堰を有する河川を遡上する波の基礎的研究

東海大学工学部	学正員	安田	浩保	東海大学工学部	学正員	吉川	智之
東海大学工学部	正会員	後藤	智明	中央大学大学院	学正員	藤井	洋平
中央大学理丁学部	正会員	ய⊞	īF				

<u>1. はじめに</u>

河川を遡上する津波は,河川沿岸に越流による浸水被害をもたらす.津波対策に用いられる堰の操作法は、 ほとんどが堰を完全閉鎖する方法で,過去に数多くの検討がなされてきた.また,河川流量が大きい場合には 上流側の内部氾濫を避けるため不完全閉鎖す

ることもあるが,これに関する詳しい検討はこ れまであまりなされていないようである.河川 堰を不完全閉鎖した場合,堰下に潜り込む波は 微小な透過波となって上流側に伝播すること から,この時の堰の操作法を検討すれば,有効 な消波・減波装置としての機能が期待できる. そこで,本研究では,ゲート流出部の流出係数

の検証実験とゲートを透過する波の特性に関する水理実験,およ c 0.6 び分散項を考慮した一次元不定流を基礎式とした数値計算を行った.

2. 水理実験

(1) 実験装置:水理実験は全長 22m,幅 0.5m,高さ 0.8mの両面 ガラス張りの造波水槽を使用した.この水槽には電磁流速計付き のポンプを用いた水流の循環装置があり,定常流を作り出すこと ができる.また,モータでゲートの降下速度の制御が可能なアク リル製刃型リップ堰を配置し,スルース・ゲートからの流況を再 現した.これらの装置を用いて,流出係数 Cの検証実験とゲート を透過する波に関する実験の 2 つを行った.なお,ゲートからの 流出形態は,図-1 に示すようにゲート開口高さによってもぐり流 出と自由流出の場合がある.

(2) 流出係数 ○ の検証実験:ゲートの流出量を含む数値計算をする
場合,その流出量は透過波や下流の水深に影響することから正確
に評価される必要がある.ゲートからの流出量はq_g = Ca√2gh₁ で

与えられる.ここにq_gはゲートからの流出量,Cは流出係数,aはゲートの開口高さ,h₁は上流側の水深,gは 重力加速度である.実験は流量q,ゲートの開口高さaを変化させ,それぞれの場合のゲートの上流側水h₁と下 流側水深h₂をそれぞれポイントゲージを用いて測定した.**図**-2は水理実験の流出係数とHenry¹⁾が求めた理論解 を比較したものであるが,両者は良好に一致することがわかる.自由流出に関する流出係数の理論解はゲート の上流側水深と下流側水深および、ゲートの開口高さの関数となるため複数の曲線となる.なお,理論解を求 める際の収縮係数Ccには自由流出の場合0.61,もぐり流出の場合0.62を用いた.

(3) **ゲートを透過する波に関する実験**:ゲートからの流出形態がもぐり流出,自由流出の場合それぞれに対し, 規則波および孤立波を入射し,容量式波高計を用いて時間波形を測定した.流れの場に波を入射すると測定さ

Key Words: ゲート,流出係数,津波

連絡先 〒112-8551 東京都文京区春日 1-13-27 中央大学理工学部 TEL 03-3817-1805 FAX 03-3817-1803



(流出形態はゲート開口高さ a によって,紗流水面をなす自由流出と 流部が跳水によって完全に覆われたもぐり流出にわけられる.



理論曲線と実測値の間に多少のばらつきはある もののほぼ一致している.この図は h2/a=2.1~2.6 の場合のみの結果となっているが他の場合も同 様な結果を得ている. れる波形は乱れ,波そのものの特性を評価すること」20 が難しくなる.そこでフーリエ変換を用いて流れの 乱れ成分と波動成分を分離することにした 図-3 は, 左図が流れの場に孤立波を入射しない場合,右図が 入射した場合のスペクトル図である.これらの図か ら,周波数 1.0Hz を境界にこれ以下が波動成分,こ れ以上が流れによる乱れ成分であることがわかる.図 -4 は左図が測定した時間波形,右図が 1.0Hz 以上を フーリエ逆変換によって流れの乱れ成分を除去した 時間波形の一例である.図-5 はゲートからの流出形 態が自由流出時に孤立波を入射した場合の時間波形 である.孤立波の入射に伴い跳水位置が移動するこ とやゲート上流側には大きな水位変動はほとんどみ られないことがわかる.

<u>3. 数値計算</u>

もぐり流出時の透過波を対象に数値計算を行い計算 結果と実験値との比較を行った.二段階混合差分法で 数値計算を行い,計算条件は時間格子間隔 Dt=0.005(sec),空間格子間隔Dx=0.02(m)とした.ま た,境界条件には計算開始点において造波版直後の入 射波の実験データ,ゲートでは流出係数Cによって得 られた流量を与えた.図-6 はもぐり流出時の理論値と 実験値の各測点における時間波形である.この時の実 験ケースは堰の開口高さを0.04 (m),Fr数を0.10,流 出係数Cは検証実験の結果であるC=0.841を使用した この図から数値計算によって入射波がゲートに向かっ て進行するにつれ位相が多少ずれるが,おおむね波高 は評価できることがわかる.

<u>4. まとめ</u>

ゲートからの流出形態が自由流出の場合,微小な透 過波が発生するものの,その規模は小さいことがわか った.すなわち,ゲートの構造上の問題など検討すべ き点は考えられるものの,堰の操作法如何によっては ゲートが消波あるいは減波装置の役割を果たすことが 大いに期待できる.もぐり流出時における数値計算結 果と実験値の比較では透過波に関して波高は精度良く 評価できた.今後は自由流出のような射流区間を含む 流れの数値計算法を開発していく予定である.

参考文献 1) Henry, H.R ; Discussion of "Diffusion of Submerged jets", Trans. ASCE, Vol.115, p.691, 1950.

2) 櫻井智之・後藤智明:席を越流するソリトン波列に関する研究,土木学会年次学術講演会,pp.382-383,1998.



水位変動が見られる.