

II-191

ソリトン波列の河川堰からの越流に関する水理・数値実験

東海大学 学生員 ○櫻川智之・鈴木崇之
正会員 岩瀬浩之・後藤智明
国際航業(株) 徳田正幸・泉 政寿・菊澤桂子

1. はじめに

津波防災構造物のひとつとして河川堰がある。しかしながら、大津波が堰を越流する場合、あるいは堰操作が間に合わなかった場合の津波の挙動に関しては、詳しい検討がなされている例が少ない。本文では、河川堰下部からのもぐり越流が計算可能な数値解析モデルを開発する目的で、ソリトン波列の河川堰からのもぐり越流特性に関して検討を行った結果を報告する。

2. 水理実験

水理実験は、図-1に示す長さ22m、幅0.5m、高さ0.8mの造波水槽を用いている。造波機はパソコン制御のピストン平板タイプである。また、造波水槽には、ポンプを利用した水流の循環装置があり、波の伝播と逆方向に一定流量の流れを作りだすことができる。実験に利用した水底形状は、ソリトン分裂の発生を促進するための勾配3/20の斜面部と水平床部を組み合わせたものである。河川堰の模型は厚さ0.02mの木製板であり、設置位置は斜面上端を原点とした水平距離で6.5mの地点である。水位の測定には、定常流に関してポイントゲージ、波動に関して12本の容量式波高計を利用している。なお、実験は、堰もぐり越流実験式を検討するための定常流に関するもの(実験A)、ソリトン波のもぐり越流に関するケース(実験B)の2種類である。

3. 河川堰に関する越流と越波に関する実験

実験Aでは、単位幅流量に関して1ケース($Q=0.390\text{m}^3/\text{s}$)、河川堰下部の開口高を0.01mから0.07mまでの0.01m毎の7ケースに関して堰前後の水位を測定している。開口高 a と堰前後の水位差 ΔH の関係を図-2に示す。また、越流公式を $Q = Ca\sqrt{2g\Delta H}$ と近似した場合の越流係数 C と開口高の関係を図-3に示す。単位幅流量に関する実験ケースが少ないため、汎用的な堰もぐり越流式と考えるにくいものの、平均値としては、越流係数が $C=0.90$ となる。実験Bでは、単位幅流量(0.0, $0.390\text{m}^3/\text{s}$)の2ケース、高さ0.183mの堰模型を用い、堰開口高1ケース(0.03m)について、孤立波を造波し、12地点の水位時系変化を測定している。

4. 数値実験

数値計算の支配方程式としては、

$$\frac{\partial \eta}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = 0 \quad \frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{Q^2}{D} \right) + gD \frac{\partial \eta}{\partial x} = \frac{h^2}{3} \frac{\partial^3 Q}{\partial t \partial x^2} - \frac{f}{D^2} |Q|Q$$

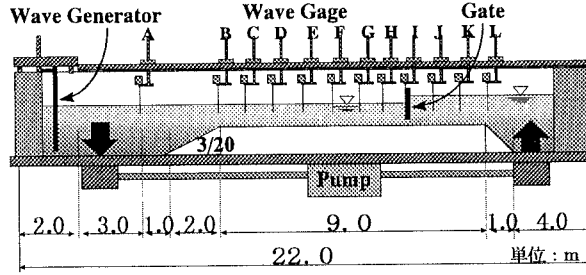
なる堰抵抗則を考慮した非線形分散波理論式を利用する。ここに、 η は水位、 Q は流量、 h は静水深、 D は全水深、そして g は重力加速度を意味する。なお、堰抵抗係数は、定常を仮定した差分式から

$f = D/2C^2\Delta x$ と定まる。ここに、 Δx は差分計算の空間格子を意味する。なお、計算スキームとしては、Multi-step Mixed Finite Difference Schemeを利用している。

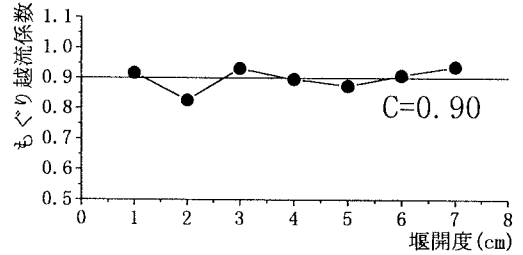
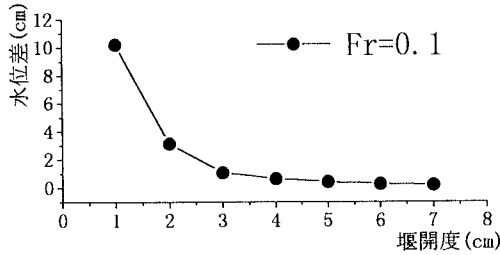
図-4に計算結果の一例を示す。両図ともに、観測波形(黒丸)と計算波形(実線)に関する比較であり、

河川堰、越流、越波、水理実験、数値実験

〒259-1292 平塚市北金目1117 東海大学工学部土木工学科 (TEL 0463-50-2170)

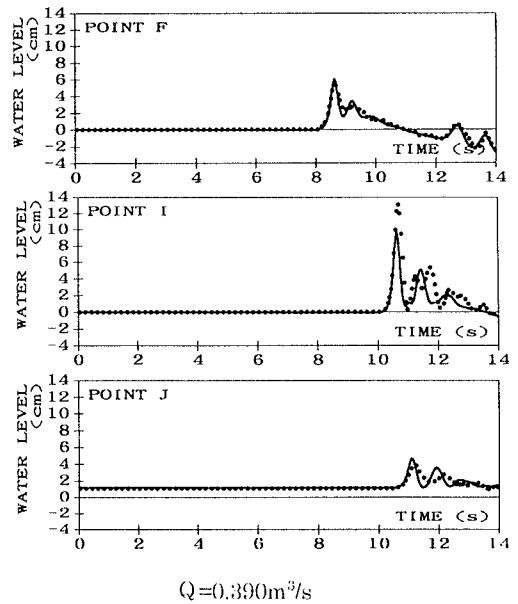
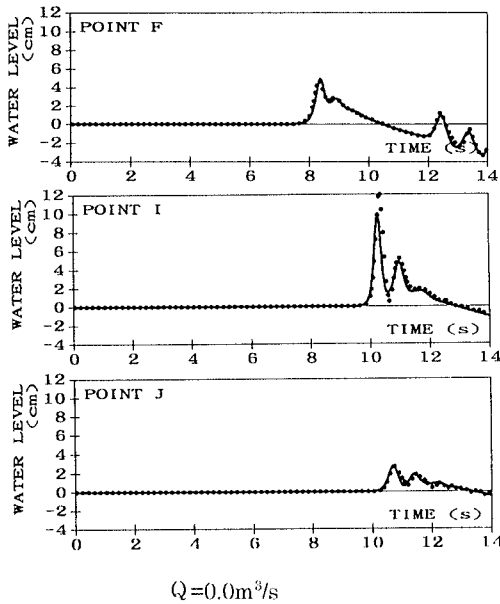


図一 水理実験装置



図一 開口高と堰前後の水位差の関係

図一 越流係数と開口高の関係



図一 水理実験結果と数値実験結果の比較

図一 右が流量 $Q=0.0\text{m}^3/\text{s}$ 、図一 左が流量 $Q=0.390\text{m}^3/\text{s}$ の場合である。両者ともに H 地点までについては、ソリトン分裂の過程も含めよく一致している。しかし、堰前面（I 地点）では、実験値に比べ計算値の波高が過小な値になっているのがわかる。

5. まとめ

河川堰からのもぐり越流に関して水理実験と数値計算の結果を比較検討した。その結果、本文で示した数値解析法で堰越流後の伝達波の波高が評価できるが、堰前面の水位に関しては過小評価となり問題が残ることが明らかとなった。これは、堰前面における流速の鉛直構造が水深方向に積分した支配方程式で表現できないためと考えられる。