

霞堤を含む河道への二次元非構造格子モデルの適用に関する検討

関西大学大学院	学生員	○川中 龍児	関西大学大学院	学生員	黒木 優子
関西大学大学院	学生員	大野 純平	関西大学工学部	正会員	石垣 泰輔
京都大学防災研究所	正会員	川池 健司	関西大学工学部	正会員	島田 広昭

1. はじめに

近年、河川の治水技術には想定外の降雨によって発生する水害に対して、被害を最小限にする減災機能が求められるようになってきた。また、それぞれの河川の特徴を残し、既存の動植物の保護や育成を目的とする環境保全も治水技術の重要な要素となっている。これらの減災機能と環境保全という点から日本の伝統的な治水技術が注目されるようになった。本研究では図-1 に示すような日本の伝統的な治水技術の一つである「霞堤」と呼ばれる不連続堤に着目した。ここでは、既報の霞堤に関する実験¹⁾を対象として川池ら²⁾によって改良された二次元非構造格子モデルを適用し氾濫流量の評価、および霞堤と併用されている水害防備林の取り扱い方法について検討した結果を示す。



図-1 現存する霞堤の様子

2. 解析条件

解析対象範囲を図-2 に示す。水路の諸条件は、既報の実験¹⁾と同様の水路とし、水路幅 0.40m、水路の深さ 0.12m、勾配 1/1670 とし、マンニングの粗度係数 $n=0.01$ 、差分時間 $\Delta t=0.001s$ とした。下流端は実験と同様に堰上げを行い、水路上流端は一定の流量 $Q=0.012m^3/s$ を与えた。水路内の格子形状は一边が 0.05m の正方格子とした。まず、武田ら³⁾が指摘している格子形状の違いによる流れへの影響を検討するために、霞堤内部を図-3 のように 2 種類の格子分割を用いて計算した。Case-1 は、水路内の格子の大きさができる限り等しくなるような四角形で形成したものであり、Case-2 は、霞堤内部に進入する流れを、できるだけ辺に直交させる事を目的として、霞堤内部の格子をすべて三角形で形成したものである。なお、霞堤設置角度 θ については 10° 、 20° 、 30° 、 45° 、 60° 、 90° の 6 ケースについて検討を行なった。次に霞堤内部に設置されている水害防備林の評価方法について検討を行なった。評価方法としては、既報の実験¹⁾と同様に図-4 に示す水害防備林を設置した部分にあたる格子について、マンニングの粗度係数を変化させる評価法を用いた。霞堤設置角度 θ については、 10° 、 90° の 2 ケースについて検討を行なった。

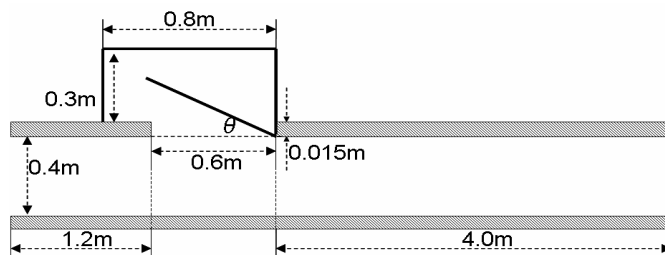


図-2 解析対象範囲

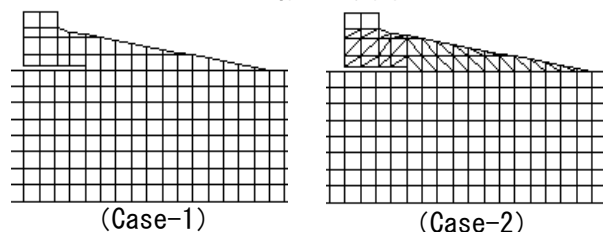


図-3 霞堤内部の格子分割

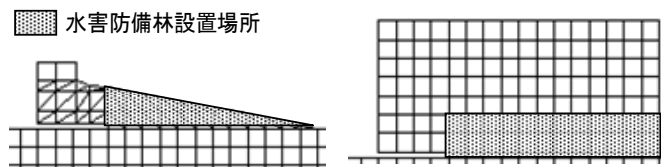


図-4 水害防備林の格子

3. 解析結果

1) 格子の分割方法の違いによる影響

図-5 は横軸を霞堤より氾濫する流量の計測値、縦軸を氾濫流量の計算値とし、結果を整理して示した図である。

キーワード 伝統的な治水技術、霞堤、水害防備林、マンニングの粗度係数、二次元非構造格子モデル

連絡先 〒564-8680 大阪府吹田市山手町 3-3-35, 関西大学都市環境工学科 Tel/Fax (06) 6368-0857

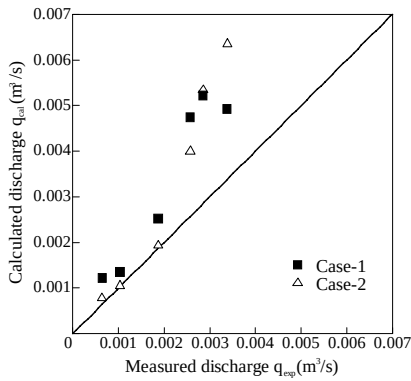


図-5 氾濫流量の実験値と計算値の比較

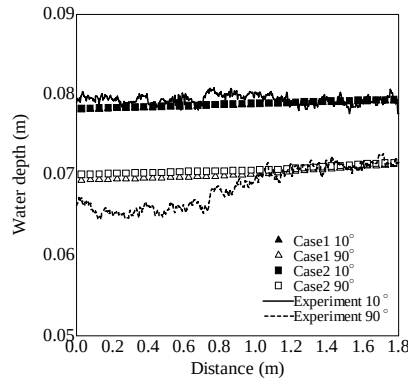


図-6 水深の計算値と実験値の比較

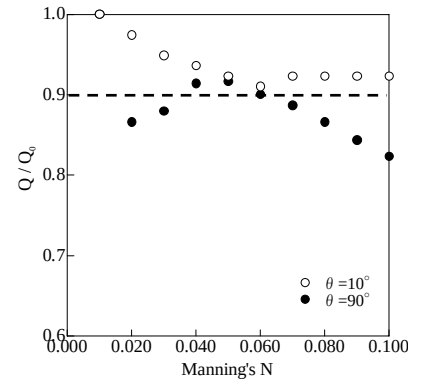


図-7 粗度係数と氾濫流量の関係

図より、氾濫流量が少ない、すなわち霞堤設置角度が小さい場合においては Case-2 の三角形格子分割の方が実験結果をよく再現している。一方、霞堤設置角度が大きくなり氾濫流量が多くなると、Case-1、Case-2 どちらの場合においても誤差が大きくなっていることがわかる。図-1 に示した地区での霞堤設置角度は 10°から 30°と小さく、Case-2 の方がこの地区において、霞堤の氾濫解析を行う際には適していると言える。

図-6 は霞堤の設置角度が小さい場合の 10°と大きい場合の 90°について、霞堤の開口部上流端から上流側に 0.6m、下流端から下流側に 0.6m の計 1.8m 区間の水路中央部における水深の計測結果と計算結果を示した図である。図の左側が上流であり、実線および破線が実験結果、四角の点で示した値が Case-1、三角の点で示した値が Case-2 の結果を示している。図より、10°は実験結果の水深をほぼ再現することができている。一方、90°では上流側で誤差が大きくなっていることがわかる。この誤差が氾濫流量の誤差を大きくしている原因の一つだと考えられる。

2) 水害防備林の取り扱い

現地調査の結果¹⁾霞堤内部に存在する、水害防備林として利用されている竹の密度は 1m³あたり 6 本程度であった。このことを考慮した実験¹⁾の結果、水害防備林を設置していない氾濫流量を Q_n 、水害防備林を設置した時の氾濫流量を Q_y とした時の Q_y/Q_n 比は、霞堤設置角度が 10°では水害防備林の影響が小さく約 0.99 となり、90°では約 0.90 という結果を得た。ここでは、二次元非構造格子モデルにおいて、水害防備林をマンニングの粗度係数で評価した場合、どの程度の値で実験結果と同様な氾濫流量の減少が表れるかについて検討を行なった。

図-7 は横軸をマンニングの粗度係数、縦軸を粗度係数を変化させていない $n=0.01$ の氾濫流量を Q_0 、粗度係数を変化させた時の氾濫流量を Q とした時の Q/Q_0 を霞堤設置角度が 10°と 90°場合で示した図である。図の 90°の結果を見ると実験結果と同様に Q/Q_0 が 0.9 前後となる粗度係数は $n=0.04\sim0.07$ 程度であり、この範囲は水理公式集⁴⁾の高水敷の藪に相当していることから妥当な値であると言える。一方、10°の場合を見ると Q/Q_0 が 0.99 程度になるのは $n=0.02$ 前後であり、90°の結果と異なる。この原因として、90°の場合では水害防備林の影響を大きく受けて氾濫するため氾濫流量が減少しているのに対し、10°の場合では氾濫する流れが水害防備林の影響をあまり受けないためこのような結果が表れている。図-1 に示した霞堤は約 10°であることから、この地区を対象とした計算において水害防備林の粗度係数は $n=0.02$ 程度とした取り扱いが可能である。

4. まとめ

本研究では、霞堤を含む河道への二次元非構造格子モデルの適用について検討を行なった。その結果霞堤を含む河道の流れを解析する際に適している格子分割方法と、霞堤と併用されている水害防備林の取り扱いに関する知見を得た。しかし、水害防備林については粗度係数以外の取り扱い方法もあり、今後さらに検討していく必要がある。

【参考文献】

- 1) 川中龍児, 石垣泰輔, 島田広昭: 霞堤周辺流れの水理特性に関する実験的検討, 水工学論文集, 第 51 巻, pp.745-750, 2007.
- 2) 川池健司, 井上和也, 戸田圭一, 坂井広正, 相良亮輔: 低平地河川流域における内水氾濫解析法とその寝屋川流域への適用, 水工論文集, 第 46 巻, pp.367-372, 2002.
- 3) 武田誠, 松尾直樹, 中島大二郎: 非構造格子を用いた氾濫解析に関する一考察, 水工論文集, 第 47 巻, 2003.
- 4) 土木学会水理委員会編: 水理公式集 [平成 11 年版], 丸善株, pp.87-90, 1999.