

第II部門

霞堤を含む河道の水理計算法に関する検討

関西大学工学部 学生員 ○黒木 優子
 関西大学工学部 正会員 石垣 泰輔

関西大学大学院 学生員 川中 龍児
 関西大学工学部 正会員 島田 広昭
 京都大学防災研究所 正会員 川池 健司

1. はじめに

京都府亀岡盆地には、伝統的治水技術の一つである霞堤が現存する。霞堤とは図-1に示すように、堤防のある区間に開口部を設け下流部の堤防を堤内地側に伸ばし上流の堤防と二重になるようにした堤防のことである。この霞堤は亀岡盆地特有の地形を利用したものであり、①増水時に洪水を氾濫させる、②氾濫した洪水を遊水させる、③減水時に氾濫した洪水を還流させるなどの機能を有している。そしてこれらの機能により、下流への流出を軽減し、水害軽減システムとして機能し続けている。

しかしながら、これらの水理機能について十分な検討が行なわれていないことから、霞堤の氾濫機能に着目し霞堤を含む河道の水理実験が行われ、またそれを対象とした一次元解析が行われた¹⁾。しかし、一次元解析では、氾濫流量評価式を必要とすること、霞堤付近及び霞堤内部の流れや水路内の横断方向の流れの影響は考慮出来ない。そこで、二次元解析を行い実験結果と比較することによって、計算モデルの妥当性について検証し、霞堤を含む河道の水理計算法の確立を試みる。

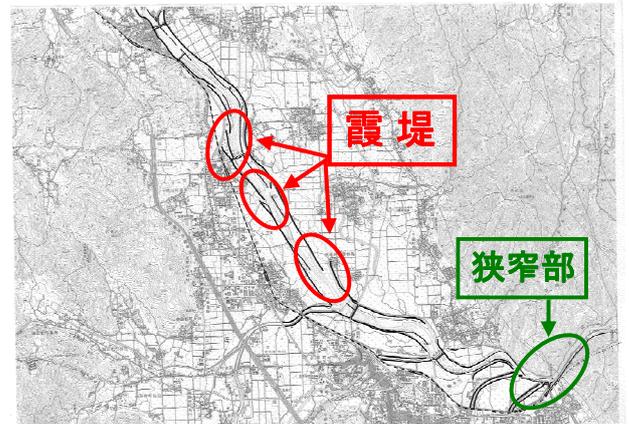


図-1 亀岡盆地の霞堤

行なわれていないことから、霞堤の氾濫機能に着目し霞堤を含む河道の水理実験が行われ、またそれを対象とした一次元解析が行われた¹⁾。しかし、一次元解析では、氾濫流量評価式を必要とすること、霞堤付近及び霞堤内部の流れや水路内の横断方向の流れの影響は考慮出来ない。そこで、二次元解析を行い実験結果と比較することによって、計算モデルの妥当性について検証し、霞堤を含む河道の水理計算法の確立を試みる。

2. 計算条件

本研究では、霞堤の設置角度が変化するため計算格子を任意の形に分割する必要があることから、川池ら²⁾が改良した二次元非構造格子モデルを用いた。解析対象範囲を図-2に示す。水路の諸条件として、実験で用いた水路と同様に、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。水路上流端は、 $Q=0.012m^3/s$ の一定の流量を与え、霞堤設置角度 θ については、 10° 、 20° 、 30° 、 45° 、 60° 、 90° の 6 ケースについて計算を行なった。格子形状は、水路内を一辺が 0.05m の正方格子とした。霞堤内部に関しては、武田ら³⁾の研究により、格子の形状によって流れ場が変わる可能性があることが明らかになっていることから、

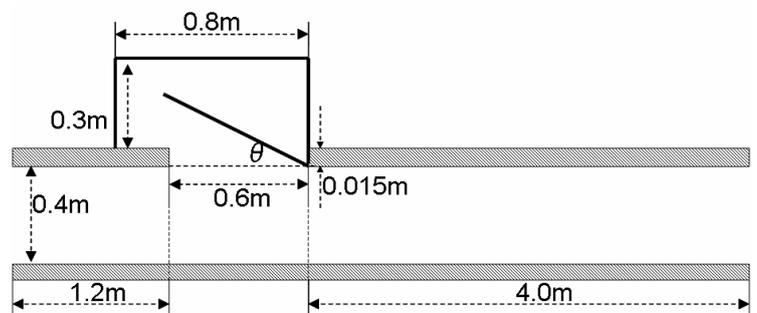


図-2 解析対象範囲

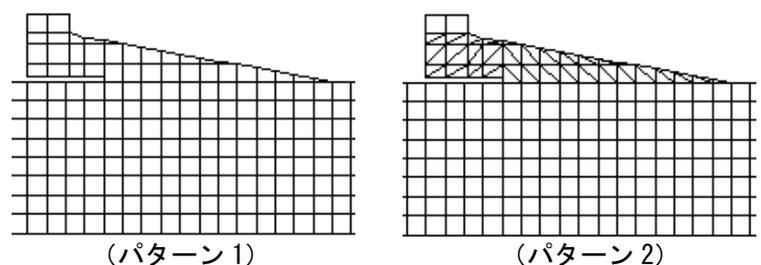


図-3に示すように2種類の格子分割パターンについて検討した。パターン1は、水路内の格子の大きさと出来る限り等しくなるような四角形で形成し四角形で分割出来ない部分は三角形で形成した。パターン2は、霞堤内部に進入する流れに対して出来る限り直交するように辺を設けるため三角形で形成した。

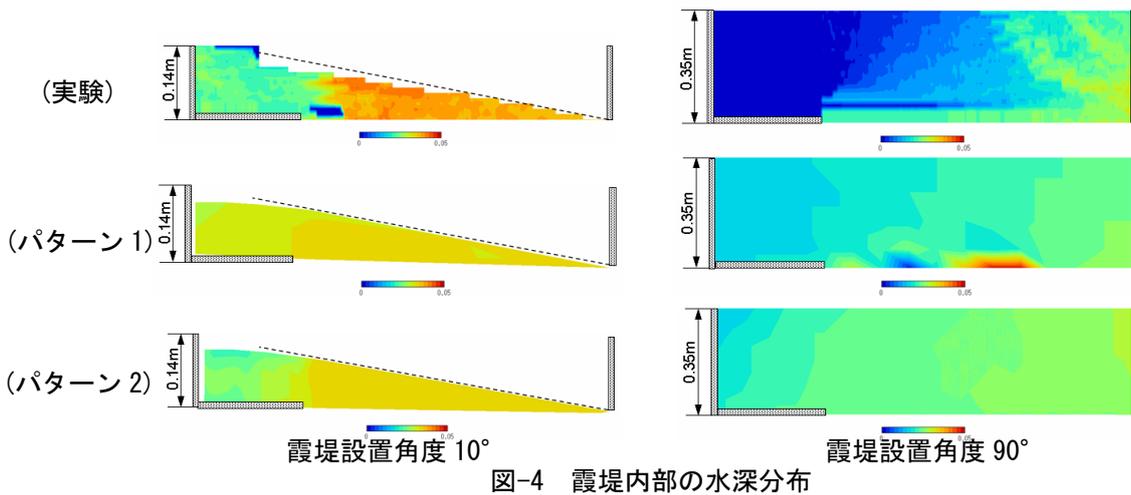


図-4 霞堤内部の水深分布

3. 計算結果と考察

1) 水深

図-4は、霞堤設置角度 10° 、 90° の場合における霞堤内部の水深に関して比較したものである。霞堤設置角度が 10° の場合に関しては、パターン1よりパターン2の方が実験結果に近い水深分布を示している。しかし、霞堤設置角度が 90° の場合に関しては、どちらのパターンの計算結果も実験では広がっていない部分にまで氾濫水が分布していることがわかる。また、流れが急変している部分に関して、適切に実験結果を再現出来ていない。これは、計算において氾濫水の広がりを水位差で計算しており、実験のような複雑な流れの再現が困難であることが原因として考えられる。

2) 氾濫流量

図-5は、霞堤部分から氾濫する氾濫流量に関して、実験結果と計算結果を霞堤設置角度ごとに比較したものである。凡例において四角の点はパターン1であり、三角の点はパターン2を示している。図より、霞堤設置角度が比較的小さい $10^\circ\sim 30^\circ$ に関しては、霞堤内部の格子の形状を考慮することで実験結果を再現することができている。しかし、設置角度が大きくなると実験結果を再現出来ていない。この点は水深の結果でも述べたように、霞堤内部において計算結果は実験結果よりも氾濫水が大きく広がるため霞堤内部に存在する氾濫水が多くなることで、氾濫する流れが多くなったことが原因として挙げられる。

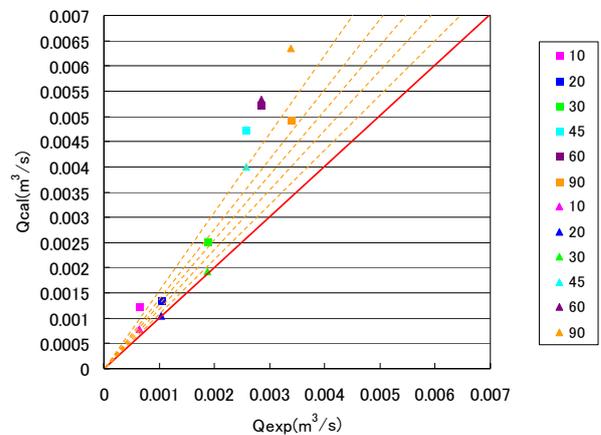


図-5 氾濫流量の計算結果と実験結果

4. まとめ

本研究では、霞堤を含む河道の水理計算法の確立を試みた。霞堤設置角度が小さい $10^\circ\sim 30^\circ$ に関しては実験結果を適切に再現出来た。しかし、霞堤内部の流れが急変する部分に関しては再現出来ないなど、計算結果が格子形状に依存するという問題点も挙げられる。

<参考文献>

- 1)川中龍児・石垣泰輔・島田広昭・野澤敦子・野上さおり：霞堤の氾濫流量評価式に関する検討，土木学会第61回年次学術講演会講演概要集/2-164，pp323-324，2006
- 2)川池健司：都市における氾濫解析法とその耐水性評価への応用に関する研究，京都大学学位論文，2001
- 3)武田誠・松尾直規・中嶋大次郎：非構造格子を用いた氾濫解析に関する一考察，水工学論文集，第47巻，2003