

第Ⅱ部門

水害防備林の抵抗評価法に関する研究

関西大学工学部	学生員	○井上貴司
関西大学大学院	学生員	大野純平
関西大学大学院	学生員	川中龍児
関西大学環境都市工学部	正会員	石垣泰輔

1. はじめに

先人たちは、水害による被害を抑えるため経験を基に独自の知恵で治水技術を創造してきた。その中のひとつとして水害防備林が挙げられるが、治水機能について定量的な評価がされておらず、現代の治水工法に用いられていないのが現状である。しかし、水害防備林は環境面の利点や減災機能を有しており、近年の河川をめぐる情勢の変化に対応できる治水技術として注目されてきている。そこで、水害防備林の治水機能の定量的評価を目指すため、既報の実験¹⁾を対象に二次元平面解析を行った。そして、数値計算を行う際に水害防備林をどのように取り扱うのが妥当かを検討した。

2. 実験・計算概要

ここでは、大野ら¹⁾による水害防備林の周辺流れに関する水理実験を対象として汜濫解析を行った。実験に用いられた装置は図-1に示すような木製汜濫台である。河道部分は、全長9.0m、幅0.2m、深さ0.04m、平均河床勾配は1/670である。河道沿いに幅0.025m、高さ0.025mの堤防を設置している。ただし、図-1に示すように上流側から5.5mから6.5mの1mは無堤区間、8.5mから9.0mの0.5mは排水区間となっている。写真-1に示す水害防備林模型は長さ1.0m、幅0.04mであり、無堤区間に設置し実験が行われた。

次に実験方法を示す。実験開始前は水の流れを安定させるため、連続堤における河道が満杯となる流量($0.0031 \text{ m}^3/\text{s}$)を流している。実験開始と同時に堤防が満杯となる流量($0.0056 \text{ m}^3/\text{s}$)に流量を増加し180秒間水を汜濫させる。その後、再び河道が満杯となる流量($0.0031 \text{ m}^3/\text{s}$)に流量を戻し河道に汜濫水を還流させている。上流端と下流端には堰が設けられており、この堰の越流水深を超音波水位計により計測することで流入量と流出量が計測された。水深の時間変化については図-1に示す4点において、超音波水位計によって測定された。

実験結果は、無堤区間に水害防備林を設置しない場合（以下、「防備林無し」とする）、幅0.04mの水害防備林を設置する場合（以下、「防備林4cm」とする）の2ケースを示す。

次に計算条件を示す。図-2は対象とした汜濫台のメッシュ分割を示している。一辺5cmの正方形格子を基本としているが下流側先端部のみ形状に合わせて三角形格子としている。計算に用いる各条件は実験と同様である。ただし、汜濫台全体のManningの粗度係数は $n=0.011$ 、差分時間は $\Delta t=0.001\text{sec}$ としている。

水害防備林をどのように取り扱うかを検討するため、(i)粗度の集団と考えた場合、(ii)形状抵抗を考慮した場合、の2つの検討方法にて計算を行った。(i)では防備林部分を粗度係数 $n=0.150$ の粗度の集団と考えて計算を行う。この粗度係数は実験によって得られた値である。(ii)では防備林を新たな付加抵抗と考え、Takashi INOUE, Jumpei OHNO, Ryuji KAWANAKA, Taisuke ISHIGAKI

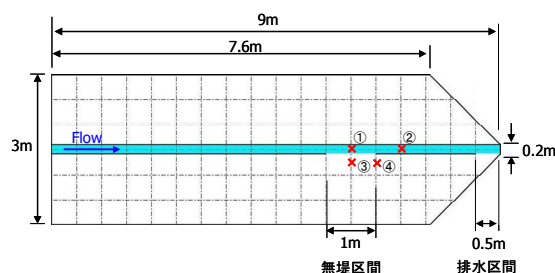


図-1 汜濫台の概要

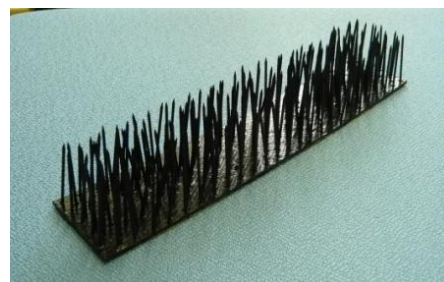


写真-1 水害防備林模型

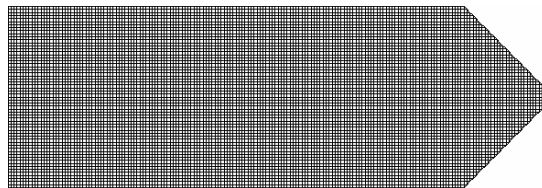


図-2 メッシュ分割図

運動量式に形状抵抗の項を付加して計算を行った。形状抵抗の項は樹林の直径や密生度により影響をうける。またこの場合、防備林が存在する範囲の粗度係数は $n=0.011$ とする。

3. 計算結果

(1) 下流端流量

氾濫後 80 秒間で水路下流端から流出した総流量を比較すると、防備林無しでは、実験結果と計算結果の誤差が 0.8% であり、防備林 4cm では両検討方法において 2% 以下の誤差であった。これにより、実験と計算において氾濫台上に存在する水はほぼ同量と考えることができる。

(2) 水深の時間変化

図-3、図-4 は、図-1 に示した点①、点④における水深の時間変化を示した図である。図-3 は防備林無しを、図-4 は防備林 4cm の結果を示している。図には実験結果と計算結果を併せて示している。図-3 を見ると点①④共に、実験結果に近い値を示しており、計算において実験を再現できている。図-4 では、2 種の方法による計算結果が共に実験に近い値を示しており、いずれの方法でも防備林の影響が考慮可能なのことがわかる。

(3) 氾濫水の広がり

図-5 は、各時間における氾濫水の広がり性を示したものである。(a) は防備林無しの結果を、(b) は粗度の集団と考えた場合の結果を、(c) は形状抵抗を考慮した場合の結果を示している。また、実験結果を黄色の点線で示している。結果を見ると、全てのケースにおいて計算の氾濫域が大きくなっていることがわかる。氾濫台上に存在する水の量、無堤区間付近の水深が実験とほぼ一致するにもかかわらず、広がり大きく異なっており、実験結果と計算結果では大きな違いが見られた。それは、表面張力による影響と氾濫流が層流状態となる部分が存在する影響が大きかったのではないかと考えられる。

4. まとめ

以上の結果より、水害防備林の治水機能を計算上で表現する上で、粗度の集団と考えた場合と形状抵抗を考慮した場合の 2 つの検討方法が有効であることがわかった。ただし、粗度の集団と考えた場合ではあらかじめ水害防備林の粗度係数を知る必要があり、現地に適用することは難しい。形状抵抗を考慮した場合には、現地の水害防備林の直径、密生度などを基に計算を行うため現地に適用しやすく、より有効ではないかと考えられる。

〈参考文献〉 1) 大野純平・西田圭佑・川中龍児・石垣泰輔：氾濫台を用いた水害防備林周辺の流れに関する実験的検討、土木学会第 63 回年次学術講演会、p465~466、2008

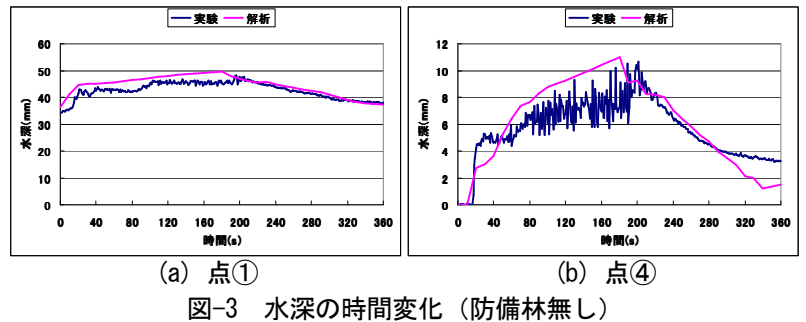


図-3 水深の時間変化（防備林無し）

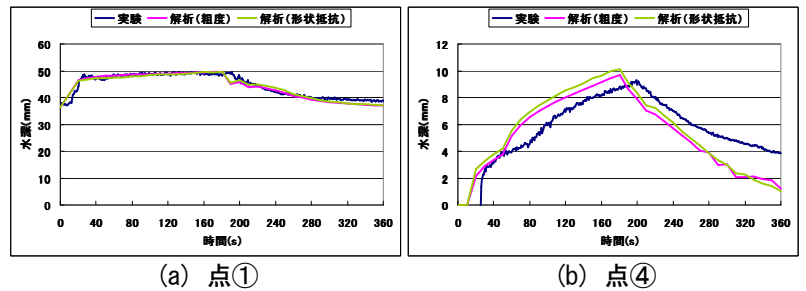


図-4 水深の時間変化（防備林 4cm）

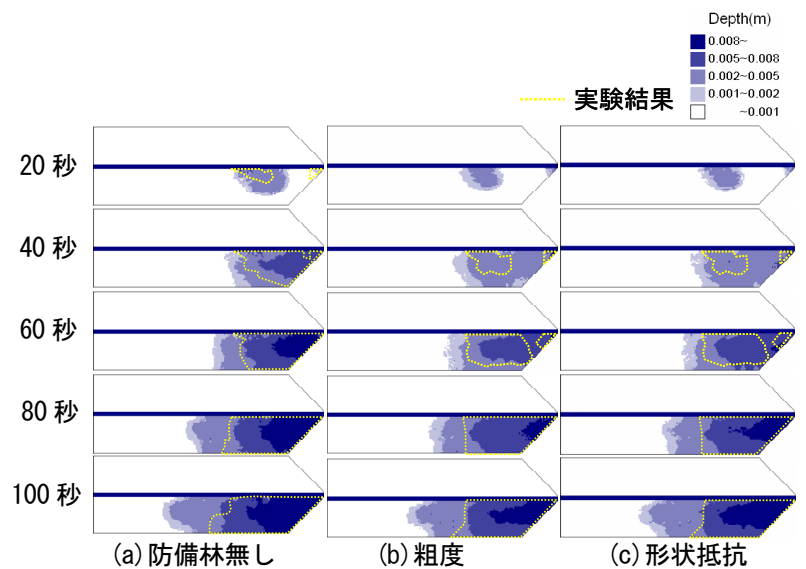


図-5 氾濫水の広がり