

嘉瀬川における水害防備林が流れに及ぼす影響について (II)

佐賀大学大学院 学生会員 近藤 泰行 佐賀大学理工学部 学生会員 谷山 恭子
 佐賀大学大学院 非会員 服部 陽介 佐賀大学理工学部 正会員 渡邊 訓甫

1. はじめに

水害防備林である嘉瀬川の竹林は一方で洪水の阻害要因ともなっている事が懸念されている。本文では、まずモデル水路における実験と再現計算を行い、その計算モデルを用いて嘉瀬川実河川における数値シミュレーションにより嘉瀬川の流況特性と水害防備林としての機能及び流水抵抗について考察を行った。

2. 実験概要

実験は、図-1に示すコンクリート製水路の中にベニヤ板で作成した嘉瀬川モデル水路(水平縮尺 1/277,鉛直縮尺 1/138)で行った。低水路幅は 20cm,高さ 3cm で、高水敷上には橋梁のアプローチ部(取付部)を設置した。植生は調査に基づき図の様に設置した。植生材料としてナイロン製樹脂の超多孔質体を用いた。その透過係数 $K=41.0\text{cm/sec}$ は、嘉瀬川竹林の透過係数が 8.18m/sec であることから概ね水平縮尺による Froude 則を満たす値である。実験では流量 $Q=14,930\text{cm}^3/\text{sec}$,水路床勾配 1/616 とし、流速を 2 成分電磁流速計で、水深をポイントゲージで測定した。

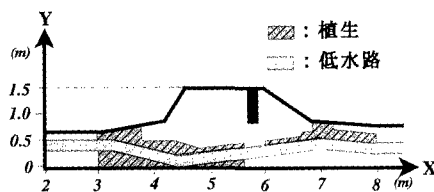


図-1 モデル水路図

3. 基礎方程式 流れのシミュレーションには次の連続の式と運動方程式を用いた。

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial(hU)}{\partial x} + \frac{\partial(hV)}{\partial y} = 0$$

$$\frac{\partial U}{\partial t} + U \frac{\partial U}{\partial x} + V \frac{\partial U}{\partial y} = -g \frac{\partial H}{\partial x} + \frac{1}{h} \frac{\partial}{\partial x} \left(2\nu_t h \frac{\partial U}{\partial x} \right) + \frac{1}{h} \frac{\partial}{\partial y} \left\{ \nu_t h \left(\frac{\partial V}{\partial x} + \frac{\partial U}{\partial y} \right) \right\} - \frac{gn^2}{h^{4/3}} U \sqrt{U^2 + V^2} - \frac{g}{K^2} U \sqrt{U^2 + V^2}$$

$$\frac{\partial V}{\partial t} + U \frac{\partial V}{\partial x} + V \frac{\partial V}{\partial y} = -g \frac{\partial H}{\partial y} + \frac{1}{h} \frac{\partial}{\partial x} \left\{ \nu_t h \left(\frac{\partial V}{\partial x} + \frac{\partial U}{\partial y} \right) \right\} + \frac{1}{h} \frac{\partial}{\partial y} \left(2\nu_t h \frac{\partial V}{\partial y} \right) - \frac{gn^2}{h^{4/3}} V \sqrt{U^2 + V^2} - \frac{g}{K^2} V \sqrt{U^2 + V^2}$$

ここに h ; 水深、 H ; 水位、 U, V ; 流下方向、横断方向流速、 g ; 重力加速度、 n ; Manning の粗度係数、 ν_t ; 渦動粘性係数、 K ; 透過係数である。

4. 実験結果と計算結果

図-2 は実験の結果と計算結果の流況を示したものである。計算には粗度係数 $n=0.011$ を用いた。流れは拡幅部入り口で低水路と高水敷への流れに二分され、高水敷での流れは 5.8m 地点付近から下流で流況はほぼ再現されている。また土手の上流・下流側二カ所での渦の形成が見られる。図-3 は水位を比較したもので計算結果と実験値の一致は良好である。

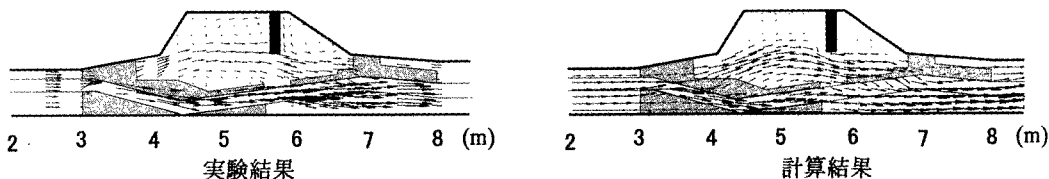


図-2 流速ベクトルの実験結果と計算結果

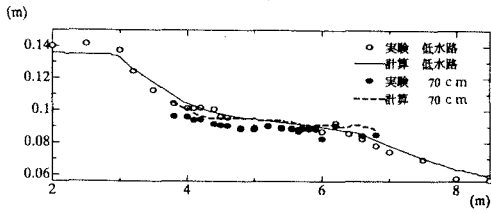


図-3 縦断水位

5. 嘉瀬川シミュレーション

嘉瀬川概要を図-4に示す。計算は流量

$Q=2,500\text{m}^3/\text{sec}$ 、透過係数 $K=8.18\text{m}/\text{sec}$ 、粗度係数

$n=0.025$ 、メッシュ幅 $\Delta x=25\text{m}$ 、 $\Delta y=10\text{m}$ で行った。計算ケースとしては防備林の有り・無しと、アプローチ部の有り・無しで4ケース行った。

①流況：流況を図-5に示す。植生帯がある場合、高水敷への流入が抑えられ高水敷での流速はほぼ $0.2\text{m}/\text{s}$ とかなり小さい。植生帯が無い場合流れは高水敷上を流下し、アプローチ部先端に流れが集中する。流速は高水敷上で $1\sim 1.8\text{m}/\text{s}$ 、アプローチ部先端で $1.5\sim 2.0\text{m}/\text{s}$ となり洗掘を生じるなどの危険性が高くなる。両ケースにおいてもアプローチ部の下流部において渦が形成されている。

②縦断水位：植生帯の存在により上流部では約 75cm の水位上昇が生じている。植生帯がある場合、アプローチ部の存在が水位に及ぼす影響は殆どみられない。しかし、植生帯がないとアプローチ部による堰上げで拡幅部 ($15.2\sim 14.6\text{ km}$) で 20cm 程度の水位の上昇がみられる。

6. まとめ

嘉瀬川実河川では防備林により高水敷上での流速を低下させる働きがみられた。この防備林は上流部の水位上昇をもたらすため洪水の疎通能力を低下させているが、高水敷上の流速をかなり低減させている。現在、嘉瀬川にはアプローチ部が存在しているために防備林の安易な伐採は危険であり、高水敷上の流れと水位を考慮した防備林の適正な管理が必要である。

参考文献

- 1) 小林・日吉；植生帯を有する流れの特性に関する研究、1992
- 2) 土手；嘉瀬川における水害防備林の抵抗と流況特性に関する研究、2001

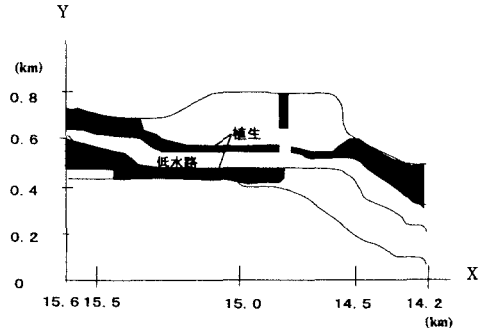


図-4 嘉瀬川概要図

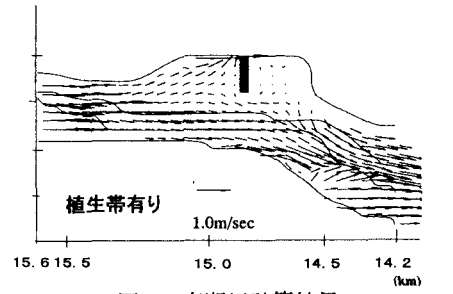
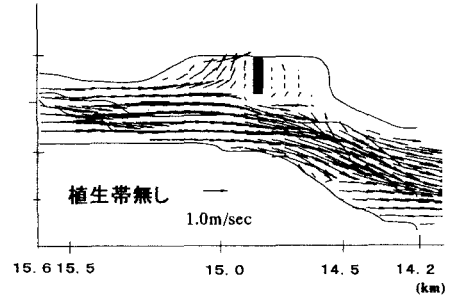


図-5 嘉瀬川計算結果

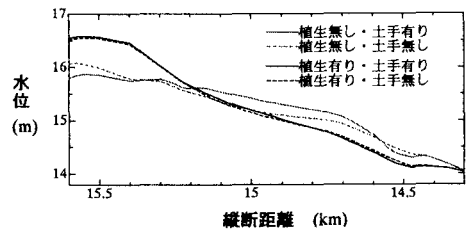


図-6 縦断水位