

愛媛大学大学院 学生員 ○筒本恭実
愛媛大学大学院 学生員 重田尚秀
愛媛大学大学院 正 員 渡辺政広
日本コムシス㈱ 正 員 荻野直人

1. はじめに

都市の下水道流域では、近年、豪雨に伴う河川からの越水、下水道管渠システムからの溢水などにより、浸水氾濫が頻発するようになってきており、これらを軽減・防止する対策を早期に立案する必要に迫られている。このような対策の効果を検討するには、下水道の管渠雨水流出モデルと容易にジョイントし得る、都市域の実用的な浸水はんらん解析モデルが必要となる。

本研究では、都市域の浸水はんらん流れを2次元の Diffusion Wave 流れとして取り扱う実用的な浸水はんらん解析モデルを提案するとともに、本モデルによるシミュレーション結果を井上ら¹⁾の精度高いモデルによるそれと対比して、本モデルの適用性を検討した。

2. 浸水氾濫解析モデル

都市域の浸水はんらん流れが Diffusion Wave 流れで近似できるとすると、流れの運動方程式および連続の式は、それぞれ、以下のように表される。

$$\frac{\partial H}{\partial x} + \frac{n^2 u \sqrt{u^2 + v^2}}{h^{4/3}} = 0 \dots\dots (1)$$

$$\frac{\partial H}{\partial y} + \frac{n^2 v \sqrt{u^2 + v^2}}{h^{4/3}} = 0 \dots\dots (2)$$

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial(uh)}{\partial x} + \frac{\partial(vh)}{\partial y} = 0 \dots\dots (3)$$

ここに、 H : 水位、 u : 流速の x 方向成分、 v : 流速の y 方向成分、 h : 水深、 n : マニングの粗度係数、 x : x 座標、 y : y 座標、 t : 時間。

3. 流出シミュレーション

上述した実用的な浸水はんらん解析モデルによる流出シミュレーションを行い、シミュレーション結果 (Diffusion Wave モデル) を井上ら¹⁾の詳細な解析モデルによる結果 (Dynamic Wave モデル) と対比し、提案した解析モデルの適用性を検討した。

(1) 対象流域 (仮想流域)

図-1 に示すような、流域面積 2 km^2 ($1 \text{ km} \times 2 \text{ km}$)、斜面勾配 $1/1000$ 、マニングの粗度係数 0.025 の都市流域である。

(2) 流域分割

Dynamic Wave モデルでは、図-1(a)に示すように、1 辺が 50 m の矩形格子で分割した。

Diffusion Wave モデルでは、図-1(b)に示すように、Dynamic Wave モデルの矩形格子に対角線を入れる形で分

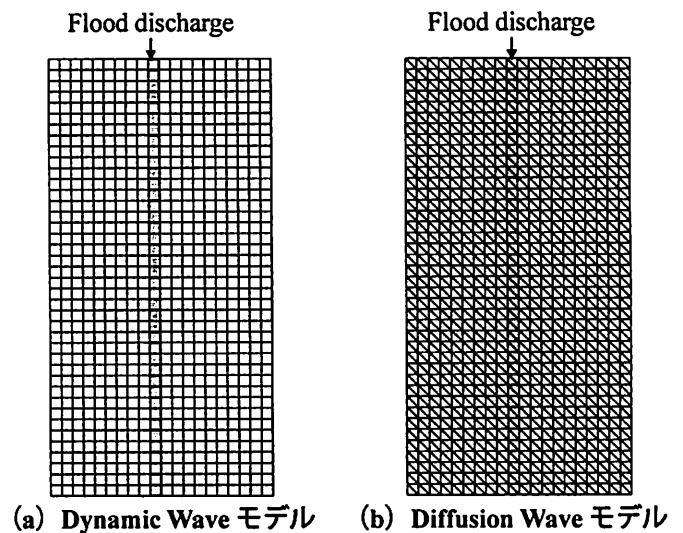


図-1 流域分割図

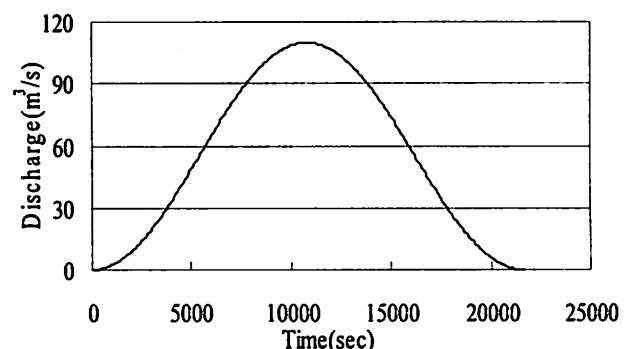


図-2 流入流量ハイドログラフ

割した。なお、三角形セルの総数は1600である。

(3) 境界条件および洪水流入ハイドログラフ

流域境界では水の出入りはないものとし、図-2に示すように、長さ1kmの境界辺の中央にsine型の洪水流量(周期=6hr, ピーク流量 $110\text{m}^3/\text{s}$)を流入させた。

(4) 流出シミュレーション結果と考察

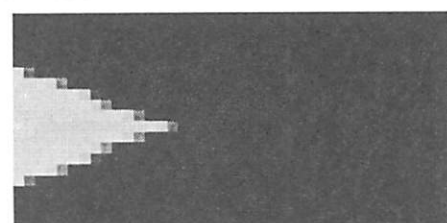
Diffusion Wave モデルによるシミュレーション結果を Dynamic Wave モデルによるそれと対比して、図-3～図-6に示す。

まず、湛水深の場所的分布の時間変動を見ると(図-3, 図-4), 流域の全体にわたって、またシミュレーション期間の全体を通じて、Diffusion Wave モデルによる結果は、Dynamic Wave モデルによるそれを概ね再現できていることがわかる。

次に、流域の中央部分(図-1の網掛部)の水位変動を見ると、シミュレーション期間の全体を通じて、Diffusion Wave モデルによる結果は、Dynamic Wave モデルによるそれを良く再現できていることがわかる。洪水が流入する地において、Diffusion Wave モデルによるシミュレーション結果の適合性が低下しているが、これは、Dynamic Wave モデルにおいて発生している射流を Diffusion Wave モデルでは再現できないことによるものである。また、図-3より、Diffusion Wave モデルによるシミュレーション結果では水の流れが流入方向に対して左に偏っているため、到達時間が Dynamic Wave モデルによるそれと比べて遅くなっている。

4. おわりに

Diffusion Wave モデルと Dynamic Wave モデルを対比した結果、Diffusion Wave モデルのシミュレーション結果は流域の全体にわたって、またシミュレーション期間の全体を通じて、Dynamic Wave モデルのそれを概ね再現できていることがわかった。ただし、Diffusion Wave モデルでは、流域分割の仕方によって、水の流れに偏りが発生するため、留意する必要がある。



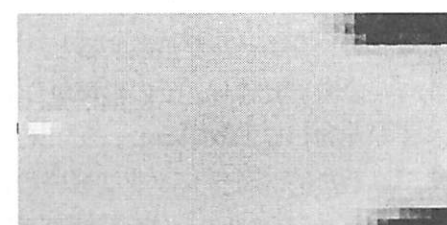
(a) Dynamic Wave モデル



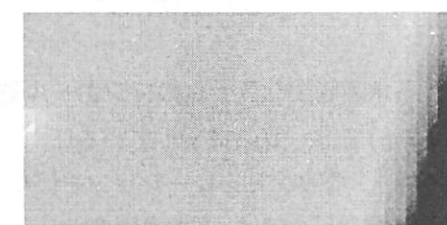
(b) Diffusion Wave モデル

0.0 0.1 0.3 0.4 0.5 m

図-3 1時間後の湛水深の場所的分布



(a) Dynamic Wave モデル



(b) Diffusion Wave モデル

0.00 0.16 0.32 0.48 0.64 0.80 m

図-4 3時間後の湛水深の場所的分布

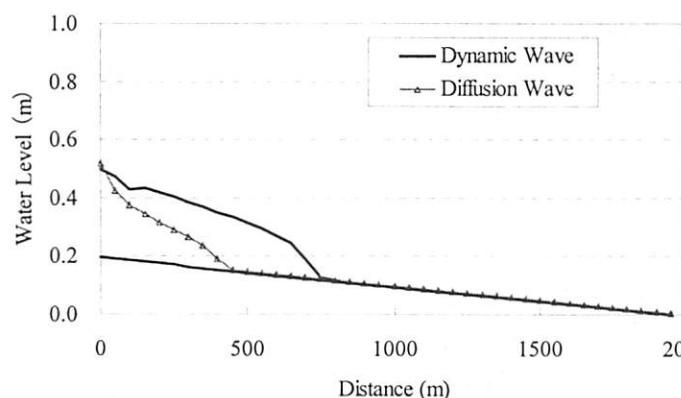


図-5 1時間後の流域中央の水位

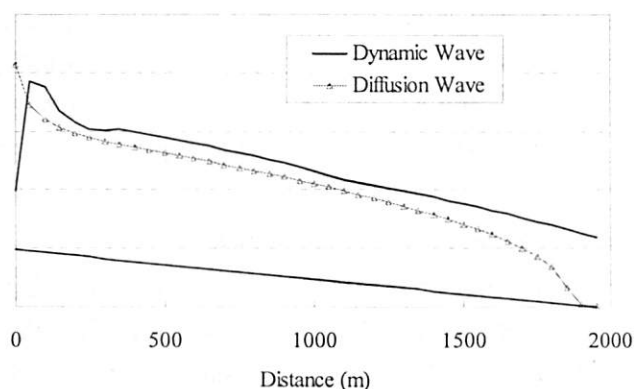


図-6 3時間後の流域中央の水位

参考文献

- 1) 土木学会編：CD-ROM 水理公式集 例題プログラム集, p. 16, 土木学会, 2002.