

標高データが洪水氾濫解析におよぼす影響について

佐賀大学大学院 学 佐田 一徹 佐賀大学理工学部 正 大串 浩一郎

1. はじめに

山地の多いわが国では、大都市のほとんどが低平地に位置し、国土の約 10%にあたる低平地に総人口の約 55%の人々が居住し、その資産は全国の約 75%に達している。このため河川が氾濫すれば生命、財産、社会経済に大きな被害を及ぼす。氾濫水の挙動を数値的に解明することは、洪水被害を抑える上で大変重要なことである。しかしながらその基礎となる水準測量データはまだ有効に活用されているとは言えない。国土地理院の数値地図 50m メッシュ(標高)の標高データも、標高精度は 1m と粗く、低平地などの比較的フラットな場所では実用に耐えない状況である。

そこで本研究では、レーザー光を用いた高精度の地形測量システムより得られた標高データを利用し、氾濫解析を行った。また数値地図 50m メッシュ(標高)の標高データを利用した氾濫解析を行い、両方を比較し検討を行った。

2. 氾濫計算

2.1 使用した標高データについて

レーザー光を用いた高精度の地形測量システムは、広範囲の地形情報を短時間にデジタルで取得でき、従来の計測法と比べて大幅な時間の短縮を可能にしながら 3 次元地形データを作成できるという特徴がある。これは数値地図 50m メッシュ(標高)の標高データに比べ、標高精度も高く、精度 $\pm 0.15\text{m}$ である。

2.2 基礎式

計算に用いた連続の式と運動方程式は次のようになる。

連続の式

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

運動方程式

$$\frac{\partial(uh)}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x}(u^2h + \frac{1}{2}gh^2) + \frac{\partial(uvh)}{\partial y} - gh(s_{ox} - s_{fx}) = 0$$

$$\frac{\partial(vh)}{\partial t} + \frac{\partial(uvh)}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial y}(v^2h + \frac{1}{2}gh^2) - gh(s_{oy} - s_{fy}) = 0$$

h :水深 u : x 方向の流速 v : y 方向の流速

g :重力加速度 s_{ox}, s_{oy} :底面勾配 s_{fx}, s_{fy} :摩擦勾配

2.3 計算方法と計算条件

本研究の解析領域は、河川 A の河口から 2.4km 付近の破堤点を含む $3300\text{m} \times 3300\text{m}$ である。この解析領域において、2 つのデータの違いによる氾濫の状況を比較するために、マコーマックスキームを用いた平面 2 次元氾濫シミュレーションを行った。計算条件は、外水位として計画高水流量に対する不等流計算結果を用いて、破堤から 9000s まで計算を行った。格子間隔は $\Delta x = \Delta y = 50\text{m}$ 、粗度係数 0.025、時間刻み幅 $\Delta t = 0.5\text{s}$ である。

2.4 流入条件

資料¹⁾をもとに破堤形状の設定を行った。破堤幅は破堤後、瞬時に最終破堤幅の 1/2 が破堤し、その後 1 時間かけて最終破堤幅まで拡大するものである。最終破堤幅の式は次式のように表される。

$$y = 1.6 \times (\log_{10} x)^{3.8} + 62$$

ここで x (m) は川幅(堤防の川表のり肩間の距離)、 y (m) は破堤幅(天端中央における破堤幅)と定義している。またその破堤部からの越流量は本間の越流公式を用いて計算した。

キーワード 標高データ レーザー光 洪水氾濫 地形測量 浸水深 数値地図

連絡先 〒840-8502 佐賀市本庄町 1 番地 佐賀大学理工学部都市工学科 大串研究室 Tel.0952-28-8686

3. 計算結果と考察

図-1,3 は標高データを mm 単位まで考えた場合の氾濫状況の図である。図-2,4 は標高データを m 単位でまるめた場合の計算結果である。破堤初期の 300 秒後の結果を見ると、精度の高いデータを用いた計算結果のほうが、より速く氾濫流が広がっていることが分かる。また図-2 では浸水深が 0.00m～0.25m の場所が広く分布しているが、図-1 ではその場所が 0.25m～1.00m になっており、浸水深がまったく違うことが分かる。破堤初期の段階では浸水深も小さく、底面の凹凸の差が解析結果に影響を与えていると考えられる。

また破堤後 3600 秒時の氾濫状況は流速ベクトルに多少の違いはあるものの、浸水域及び浸水深において大きな違いは見られなかった。このようにあまり違いが見られないのは、時間が経って堤内地への流入水が溜まり、浸水深の上昇により底面の凹凸の差の与える影響が小さくなったことが理由として考えられる。

破堤の初期段階ではより精度の高い標高データの影響が出やすいので、特に非定常 2 次元氾濫シミュレーションを行う際には、標高データの精度が重要になってくるものと考えられる。

4. まとめ

本研究では、低平地流域における地理情報を、レーザー光を用いた高精度の地形測量システムで効率よく取得し、流域の洪水氾濫の数値シミュレーションへ適用する際の検討を行った。その結果、外水氾濫初期の氾濫水の挙動については、従来の数値地図を用いた解析とは異なる結果が得られることが明らかとなった。今後、単なる浸水深だけでなく、時々刻々の氾濫状況についても検討する必要がある場合には、より精度の高いレーザー光によって測定された標高データが有用であることが分かった。

参考文献

1) 建設省土木研究所
河川部都市河川研究室：
氾濫シミュレーション・マニュアル(案)-シミュレーションの手引き及び新モデルの検証-, 1996. 2

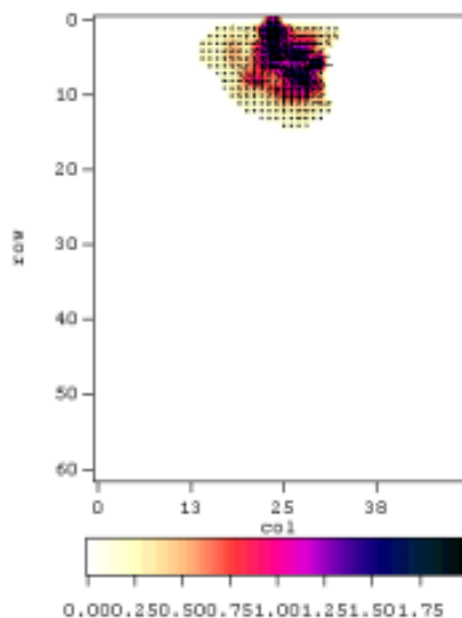


図-1 mm まで考えた浸水図 (300s)

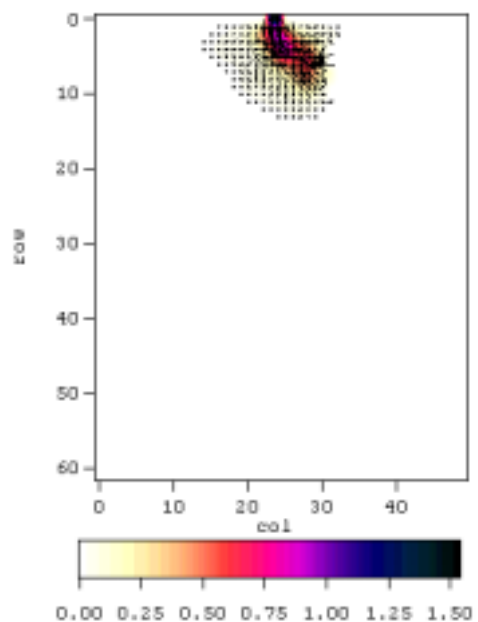


図-2 m でまるめた浸水図 (300s)

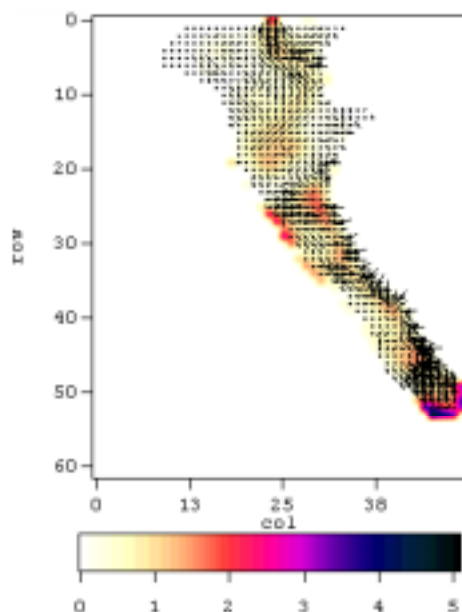


図-3 mm まで考えた浸水図 (3600s)

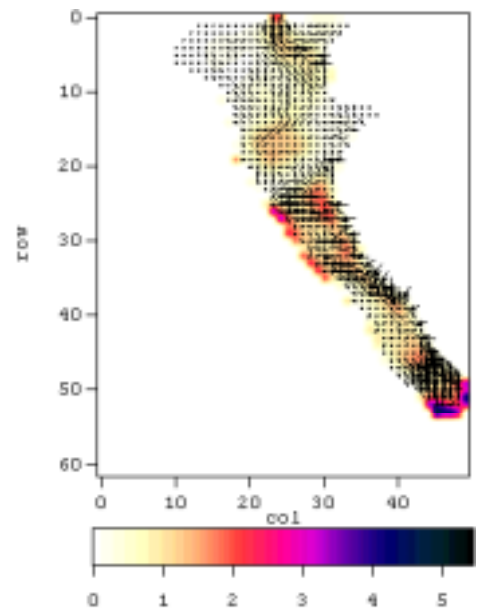


図-4 m でまるめた浸水図 (3600s)