

東京東北部の氾濫シミュレーション

防災科学技術研究所 フェロー会員 岸井 徳雄
同 上 早野 美智子
同 上 正 会 員 葛葉 泰久

1. はじめに

今までの治水対策は、主として構造的対策、すなわち堤防、護岸、導水堤、ダム等による河川改修であった。しかしながらこれらの対策は、ある限度の水文量（計画洪水流量）を対象にしており、それ以上の事象にたいしては、避難、都市計画（土地利用計画を含む）等の非構造的対策が必要となる。このような対策のひとつとして、ハザードマップの作成が一部の地方自治体で行われある程度の効果が現れている。しかしながら都市化に伴い土地利用、人口、資産の変動が大きいとハザードマップの改定が必要となる。この改定には多くの予算と調査期間が必要となってくる。そこで氾濫シミュレーションによる比較的短時間で氾濫水の挙動を予測する方法が有効となってくる。

ここでは、首都圏で社会経済上重要な地域である江戸川の右岸の中川流域を中心とした東京東北部を対象として氾濫シミュレーションを行う。この地域は昭和22年のカスリーン台風時に利根川の栗橋地点で堤防が決壊し、東京都、埼玉県を中心として大水害が発生した。

2. 洪水流出予測

洪水流出モデルを作成するための対象流域は、利根川の栗橋上流域で現時点での流域条件下での洪水流出モデルの作成は以下のように行った。

対象洪水は、昭和22年以降の大洪水3例、すなわち昭和57年7月洪水、昭和56年8月洪水および昭和58年9月洪水とする。洪水流出モデルは、4段直列のタンクモデルを使用する。栗橋上流域の12の分割流域毎に洪水流出モデルを同定した。

現時点での流域条件下で洪水流量を推算するためカスリーン台風時の時間雨量をタンクモデルの入力として現時点において当時の豪雨があると仮定して洪水流出量を予測した。

この予測には、栗橋上流域の6つのダム即ち、矢木沢ダム、藤原ダム、相俣ダム、藺原ダム、下久保ダム、草木ダムの調節・放流量が計算に考慮される。

3. 氾濫シミュレーション

氾濫シミュレーションの方法としては、有賀等による大型の水理模型による氾濫実験¹⁾もあるが、実験には費用がかかること地形改変、粗度の変更にかなりの時間を要する。そこでここでは、数値モデルを利用してこれらの難点を克服するため氾濫シミュレーションの手法を利用する。現在

利用されている数値モデルとしては、1次元不等流、1次元不定流、2次元不定流およびタンクモデル等がある。ここでは最も氾濫水の挙動を正確に再現でき、土地利用、微地形の改変、底面粗度等を簡単に変えることができる2次元不定流の数値モデルを利用する。

対象地域としては、前述した昭和22年のカスリーン台風による洪水・氾濫により甚大な浸水被害が生じた東京東北部である。この地域は、その後も都市化が進捗し、人口、資産が増大しており氾濫が生じた場合甚大な被害が想定される。

ここで用いた2次元不定流の連続式、運動式は以下の(1)～(3)式^{2), 3)}に示す。

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial M}{\partial x} + \frac{\partial N}{\partial y} = 0 \quad (1)$$

$$\frac{\partial M}{\partial t} + \frac{\partial uM}{\partial x} + \frac{\partial vM}{\partial y} = -gh \frac{\partial H}{\partial x} - \frac{1}{\rho} \tau_{xb} \quad (2)$$

$$\frac{\partial N}{\partial t} + \frac{\partial uN}{\partial x} + \frac{\partial vN}{\partial y} = -gh \frac{\partial H}{\partial y} - \frac{1}{\rho} \tau_{yb} \quad (3)$$

ここで u, v : x 方向, y 方向の流速, H, h : 水位および水深, g, ρ : 重力加速度および水の密度, M, N : x 方向および y 方向の流量 ($M = uh, N = vh$), τ_{xb} : x 方向の底面せん断応力, τ_{yb} : y 方向の底面せん断応力である。

また底面のせん断応力項は、マンニングの粗度係数から計算する。

このモデルを用いて氾濫シミュレーションを行う。

対象地域は示す中川を中心とした東京東北部で国土地理院の地形図では、北西隅の「館林」と南東隅「浦安」に挟まれる計21葉に含まれる。この地域を500m×500mの格子状の区画（グリッド）に分割した。

計算条件は以下のとおりである。

昭和22年9月のカスリーン台風時において破堤した同一地点において破堤を想定し、現状における標高下での氾濫の再現を行う。

初期条件としては、堤内地においては、すべての地点で水深は、0（ゼロ）とし、破堤地点でのハイドログラフによる流量が破堤口より流入すると仮定した。

境界条件として、氾濫流は、堤内地東側の江戸川の右岸堤における流量フラックスは、0（ゼロ）とした。

キーワード：洪水流出、タンクモデル、氾濫流、洪水災害、数値シミュレーション

連絡先：〒305-0006 つくば市天王台3-1 Tel.0298-51-1611 内線315 Fax.0298-51-1610

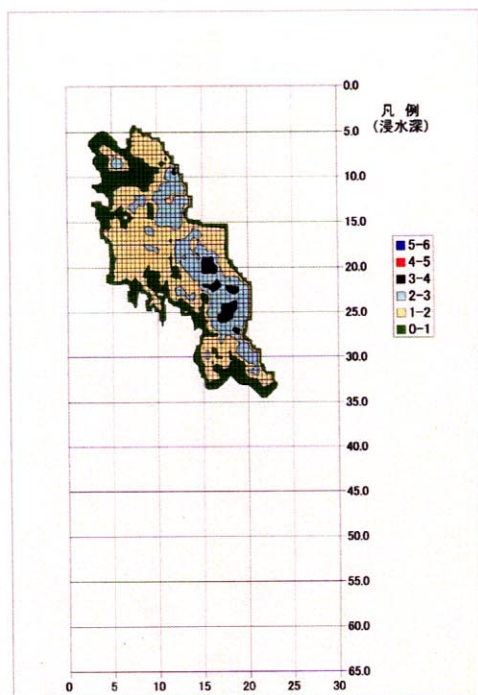


図1 氾濫シミュレーション(破堤後12時間)

Fig.1 Inundation simulation (12 hour after dyke breach)

粗度係数は、0.05を用いた。時間ステップは、20 sec.である。計算時間はスパコンを利用して1ケース30分程度であった。

以上の条件による氾濫シミュレーションを行った。氾濫シミュレーションの結果を図1～2に示す。

それぞれの図は上側(Y軸)が北、右側(X軸)が東の方向で座標軸上の数値の単位は、kmである。

なお、凡例中の浸水深の単位は、mである。

図1は破堤後12時間の浸水域を示す。

浸水域の東西巾は約20km、南北は約28kmと広がっている。浸水域の西線に沿って1～2mの比較的浅い部分があり、東側の部分には、浸水域が2～4mの比較的深い部分がある。破堤後6時間の前図に比べ浸水域の深い部分は、下流域(南方)へ移動してきている。の東西巾約25km、南北表で約36kmと広がる。浸水域の東側(江戸川の右岸堤)に沿って浸水深の大きい部分が生じている。また、中央付近においても浸水深の大きい部分が生じている。上流(北方)の浸水域は、浸水心が減少し、ある部分においては浸水深ゼロの部分も生じている。

図2は破堤後24時間の浸水域を示す。

浸水巾は東西約25km、南北約47kmとさらに拡大する。浸水深は、西側の氾濫線に沿って小さく、中流部沿って大きい。上流部では、浸水深が減少している。

4. まとめ

利根川上流域及び東京東北部を対象に洪水流出・氾濫予測を行った。

洪水流出モデルとしては、タンクモデルを利用し、

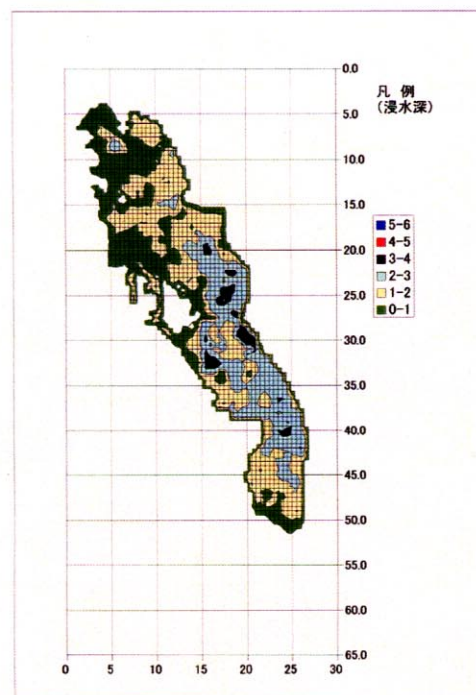


図2 氾濫シミュレーション(破堤後24時間)

Fig.2 Inundation simulation (24 hour after dyke breach)

ダムによる調節効果を含めたモデルを作成した。このモデルを栗橋上流域に適用し、カスリーン台風時の降雨分布を利用して栗橋地点の洪水ハイドログラフを推定した。

一方、東京東北部を対象として氾濫流の挙動を表すことのできる2次元不定流の式を適用した。この式に栗橋地点の洪水流量を入力として現時点での地形条件での氾濫シミュレーションを行い、浸水域、浸水深の挙動を表すことができた。

今後はさらに氾濫予測モデルの高度化、即ち粗度係改を各区画毎に与えること、線型構造物(河川堤防、道路等)の考慮、排水施設の効果等の組み込み等モデルの開発を進めて行く。

参考文献

- 1) 科学技術庁国立防災科学技術研究所技術センター、建設省荒川下流工事事務所(1971): 氾濫水の拡がりに関する野外実験報告(荒川河川敷における)、1-130.
- 2) 岩佐義昭、井上和也、水鳥正文(1980): 氾濫水の水利の数値解析法、京都大学防災研究所年報、23-b-2、1-13.
- 3) 吉本俊裕、笛田俊治、池田幸徳、川上哲広(1992): 2次元不定流モデルによる氾濫解析、土木研究所資料、第3105号、1-156.