

水防災街づくりのための基礎的研究

兵庫県庁 正員 ○熊田 登宇
 広島大学工学部 正員 福岡 捷二
 ㈱東京建設コンサルタント 正員 川島 幹雄

1. はじめに

これまで水防災街づくりの対象洪水は内水氾濫が中心で、外水氾濫はほとんど考えられてこなかった。もし河川堤防が決壊し大量の氾濫水が市街地に流入すればその社会的、経済的影響は甚大なものとなる。したがって、外水氾濫を念頭においた水防災街づくりが必要となってくる。このような研究の1つに福岡¹⁾のものがある。この研究では比較的地形勾配の大きい市街地での氾濫を扱っており、家屋が粗度要素となるため氾濫水は主に道路上を流れる。家屋群の存在は家屋面積占有率による粗度係数の分布として評価している。本研究では首都圏で氾濫常襲地域で、低平地であるM市を検討対象地域とし、E川の堤防が決壊した場合に氾濫水がどのような挙動をとるのか氾濫解析により求め、その結果を用いて氾濫時の住民の避難計画、情報伝達等、外水氾濫時の危機管理について検討する。低平地市街地の氾濫計算を行うに当たり家屋群の評価方法が重要である。ここでは家屋群の抵抗による水位上昇を実験的に検討し、氾濫水の挙動と抵抗の評価を行いこれを解析に導入している。

2. 検討対象地域の特性

対象地域は低平地で地形勾配が緩やかであり、E川及びN川沿いに自然堤防帯が発達しており、その上に市街地が形成されている。また盛土が多い事が挙げられる。(図-2)従来の研究方法をこの地域に当てはめるとき、粗度係数の与え方が問題になる。福岡¹⁾による研究対象地域は急勾配であったため氾濫形態は流下型であったが、今回は緩勾配であるので氾濫流は相対的に遅く拡散型の氾濫形態を示すと考えられる。そこでモデル市街地の粗度係数値を実験的に求める。

実験は対象地域の市街地をモデル化し(写真-1)、このモデル上に通水し、流速及び水位をそれぞれ小型プロペラ流速計とポイントゲージにより測定し、粗度係数値を求めた。地形勾配1/2000で実験を行った。その結果を縮尺換算し求めた粗度係数値とA川の実験による値を参考にして求めた対象地域の粗度分布を図-1のように与えこれを解析に用いた。

3. 氾濫解析

本研究の目的が水防災街づくりであるので、氾濫流の到達時間・流速など詳細な氾濫水理量を求める事が必要である。また氾濫流は道路網に支配される¹⁾事が明かとなっているので氾濫解析モデルとしては平面二次元浅水流モデルを採用し、座標系は道路・盛土などの形状を精度良くモデル化する事ができる一般曲線座標系を用いる。計算の条件としては過去に発生した最大の流量及び水位のハイドログラフを用いる。平面二次元浅水流の基礎式を一般曲線座標系で表現すると次式で示される¹⁾。

$$\text{連続式: } \frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial u h}{\partial \xi} + \frac{\partial v h}{\partial \eta} = 0$$

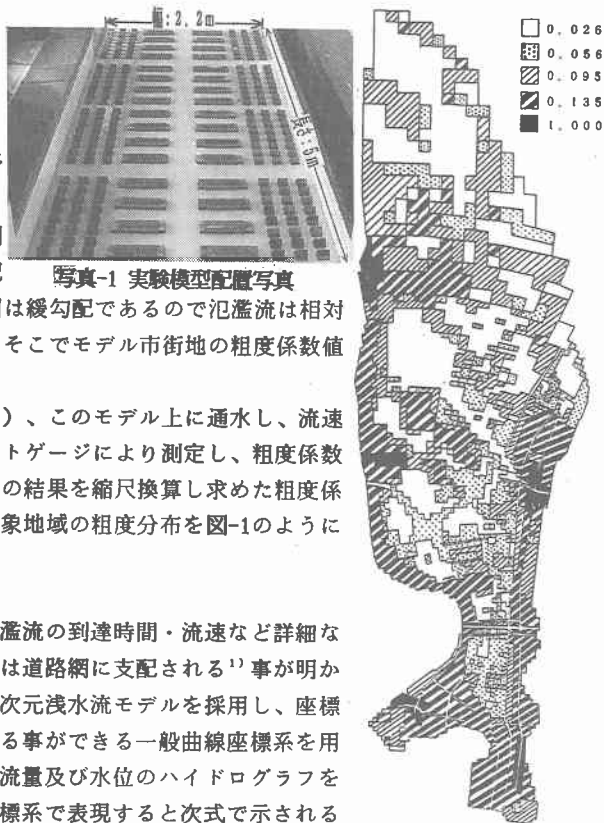


図-1 市街地の粗度分布図

運動量方程式

$$\begin{aligned} \xi \text{ 方向: } & \frac{\partial u^2 h}{\partial t J^2} + \frac{\partial (u^2)^2 h}{\partial \xi J^2} + \frac{\partial (u^2 u^1 h)}{\partial \eta J^2} \\ & - \frac{h}{J} u^1 \left(u^1 \frac{\partial \xi_x}{\partial \xi} + u^2 \frac{\partial \xi_x}{\partial \eta} \right) - \frac{h}{J} u^2 \left(u^1 \frac{\partial \xi_y}{\partial \xi} + u^2 \frac{\partial \xi_y}{\partial \eta} \right) + \frac{gh}{J} \left(\alpha \frac{\partial H}{\partial \xi} + \beta \frac{\partial H}{\partial \eta} \right) + \frac{gn^2 u^1}{J^2 h^3} \{ (u^1)^2 + (u^2)^2 \} + \frac{h}{J^2} \frac{1}{\rho} \frac{\partial \tau}{\partial \eta} \frac{u^1}{u} = 0 \\ \eta \text{ 方向: } & \frac{\partial u^1 h}{\partial t J^2} + \frac{\partial (u^1)^2 h}{\partial \xi J^2} + \frac{\partial (u^1 u^2 h)}{\partial \eta J^2} \\ & - \frac{h}{J} u^1 \left(u^1 \frac{\partial \eta_x}{\partial \xi} + u^2 \frac{\partial \eta_x}{\partial \eta} \right) - \frac{h}{J} u^2 \left(u^1 \frac{\partial \eta_y}{\partial \xi} + u^2 \frac{\partial \eta_y}{\partial \eta} \right) + \frac{gh}{J} \left(\beta \frac{\partial H}{\partial \xi} + \gamma \frac{\partial H}{\partial \eta} \right) + \frac{gn^2 u^2}{J^2 h^3} \{ (u^1)^2 + (u^2)^2 \} + \frac{h}{J^2} \frac{1}{\rho} \frac{\partial \tau}{\partial \eta} \frac{u^2}{u} = 0 \end{aligned}$$

解析結果を次に示す。図-3が破堤2, 5, 10時間後の流速ベクトルである。対象地域は地形勾配が緩いため、氾濫水の流動は遅く緩やかである。図-2に示したO川、J自動車道及びM鉄道線盛土によって氾濫水は制御され盛土の外には出にくくなり、流速は抑えられるが湛水深は高くなっている。J自動車道の上方から氾濫水が抜けて行っているが、これは高架になっているためである。また氾濫水がM鉄道線を越えてカルバートから流れ出しており、その後O川の影響でE川沿いを氾濫水が走っている。



図-2 盛土状況図

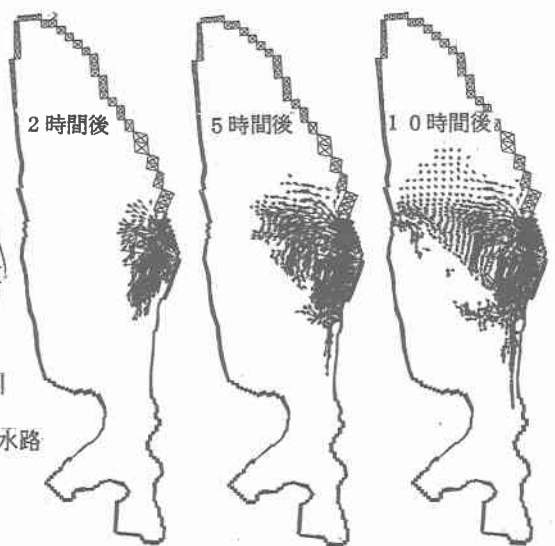


図-3 流速ベクトル図

4. 解析結果による避難計画への提言

氾濫水はJ自動車道及びM鉄道線に囲まれた区域から外に出て行くのにかなり時間がかかっており、湛水深が高くなっている。そこで避難計画は、この区域内と区域外に分けて設定する必要がある。この区域外では従来の避難施設の2階以上に避難すればよい。この区域の住民に関しては、破堤点近くでは自宅の2階及び、近くのマンションの2階以上に避難すればよく、避難する際には避難経路としてはE川沿いの自然堤防帯である微高地に向かって逃げ、それから避難すればよい事が分かった。また情報伝達について、この盛土に囲まれた区域では破堤前にサイレン及び無線等で情報伝達しておく。この区域以外では氾濫水到達時間が遅いのでサイレン及び無線で伝達しつつ、広報車によって細かい地域まで確実に情報伝達するのがよいと考えられる。

5. 結論

解析結果により、氾濫流況は氾濫地域の地形特性のほか、道路網、盛土、河川網により大きく変わる事が分かった。また避難計画としては、破堤前にあらかじめ避難しておかなければいけないのはJ自動車道とM鉄道線に囲まれた区域の破堤点近くの住民で、避難場所としては自宅の2階、避難施設及び近くのマンションの2階以上がよい。その区域の中で破堤後に避難する時間的余裕があるところでは避難経路としては、E川沿いの自然堤防帯に逃げてから避難するか、直接盛土の外に逃げてから避難施設に避難すればよい。またこの盛土に囲まれた区域は氾濫水が滞留しやすいので、大きなポンプを用い、E川へ排水する必要がある。

参考文献

- 1) 福岡、川島ほか：密集市街地の氾濫流に関する研究，土木学会論文集（491/II-27），1994