

低平地都市域の流出解析

長崎大学工学部 正 員 野口 正人

長崎大学工学部 正 員 中村 武弘

長崎大学工学部 学生員 ○ 迫 慎一

1. まえがき

豪雨時における都市域の浸水防止を図るためには、洪水の規模に見合った排水施設を整、ていなければならぬことは当然である。しかし、実際に下水道の設計を行う場合、一般に計画降雨の出水量のみから断面が決定されるため、浸水時における排水状況までは明らかにされない。

上述されたことから、本論では、低平地都市域を対象とした氾濫解析法について述べるとともに、適用例を示し、本手法の妥当性について検討する。

2. 都市域における氾濫解析モデル

都市域の氾濫流計算では、河道流と堤内地の氾濫流が相互に干渉し合、てい影響を無視し得ない。したが、2、河道ならびに下水道内の流れを堤内地氾濫流と別個に扱い、それらの相互干渉を評価することは、氾濫計算の精度向上を図る上で有効である。したが、2、本論では、河道や下水道における洪水道跡は、幾何学的縦横断面形状の諸量が明らかにされている排水路の流れとして1次元的に取り扱い、その溢水量を境界条件として堤内地の氾濫流を計算する都市排水モデルを提案する。

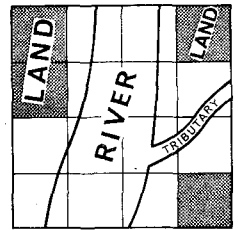


図-1 計算格子

ところ、低平地流出モデルの基礎方程式は、一般の不定流解析、氾濫解析と同じく次式で表される。

$$\frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial s} = q \quad (1)$$

$$\frac{\eta}{g} \cdot \frac{\partial v}{\partial t} + \alpha \frac{\partial}{\partial s} \left(\frac{v^2}{2g} \right) + \frac{\partial}{\partial s} (h_b \cdot \cos \theta) - \sin \theta + \frac{\tau_b}{\rho g R} = 0 \quad (2)$$

$$\frac{\partial h_b}{\partial t} + \frac{\partial M}{\partial x} + \frac{\partial N}{\partial y} = 0 \quad (3)$$

$$\frac{\partial M}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} (\epsilon_1 M^2 / h_b) + \frac{\partial}{\partial y} (\epsilon_2 MN / h_b) = -gh_b \frac{\partial H}{\partial x} - \frac{\tau_{xb}}{\rho} \quad (4)$$

$$\frac{\partial N}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} (\epsilon_2 MN / h_b) + \frac{\partial}{\partial y} (\epsilon_3 N^2 / h_b) = -gh_b \frac{\partial H}{\partial y} - \frac{\tau_{yb}}{\rho} \quad (5)$$

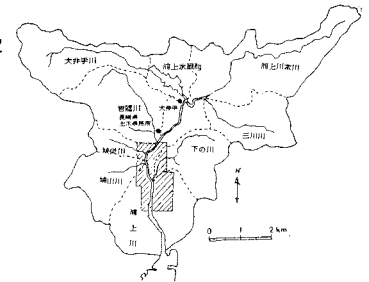


図-2 浦上川流域

ここに、 A : 流水断面積、 Q : 流量、 q : 横流入量、 v : 断面平均流速、 h_b : 水深、 θ : 河床の傾き、 τ_b : 摩擦応力、 ϵ_1, α : 補正係数であり、これらは河道流の計算に係る諸量である。また、 M, N : x, y 軸方向の流量フラックス、 h_b : 水深、 H : 水位、 τ_{xb}, τ_{yb} : 路床での摩擦応力、 $\epsilon_1, \epsilon_2, \epsilon_3$: 補正係数であり、これらは堤内地氾濫流の計算に用いられる諸量である。河道流ならびに堤内地氾濫流の計算は、上述の基礎式を用いて行われるが、本論では、通常、不定流解析と異なり、横流入量の q は、河川水位・堤防天端の標高・堤内地氾濫流の水位の相対的大小関係によって算出され、正負の符号も取るものとした。また氾濫解析においては、図-1に示されたような河道・堤内地共存格子を考へ都市域の複雑な流れを表す場合に対し、空間的差分間隔を小さくせずともよいようにした。これは、計算時間を節約する上で有効である。

3. 昭和59年7月長崎豪雨を対象とした氾濫解析結果ならびに考察

本論では、数本の支川と合流して市街地を流れる浦上川について、長崎豪雨災害を対象とした解析を行、た(図-2参照)。不定流計算では、断面の著しい変化を避けるため、空間的に河川幅と河床高の平滑化を行、上下流端の境界条件に、それぞれ流量・潮位を与え、岩佐ら²⁾に提案された固定格子点を用いた特性曲線法を便、て計算を行、た。氾濫解析については、差分間隔を50mとして格子分割を行、従来の方法で計算した。²⁾河道・堤内

地共存格子では、1次元河道流の線形を2次元平面上に対応づけ越流量を境界条件として個々の計算を行なった。

図-3a, b)には、本方法で求められた河道水面形と、従来の不足流計算で求められた水面形との比較がなされている。なお、図-2で影の付された領域に対応する河道区間では、左右岸の堤防天端高が示されている。氾濫流の計算を行なった範囲が必ずしも広くないため、その差は顕著ではないが、追加格子2,500m付近(城栄川合流点直下流)では、一方の水面形が兩岸の堤防天端高を越えているのに対して、他方では片岸を越えた状態である。この結果の妥当性に関しては、各手法のモデル化に用いられた仮定から自ずと明らかであろう。なお、21時、22時30分の両結果を比較した場合、両者の違いはほとんど無く、長崎豪雨時の氾濫被害が長崎港の満潮(22時35分)後まで続いたことを示している。

一方、氾濫解析により求められた浸水位と実測値と比較して示せば、図-4のようである。3mの等高線を示した付近に差異がある誤解されそうであるが、この区域はかなり平坦であり、計算値もほとんど2.9~3.1mであり、その違いは大きくない。本方法では、当然のことながら、支川合流部付近において良好な結果が得られていることがわかる。

最近、河川情報センターが設立され、河川管理に係わる種々の情報が提供されるようになり、豪雨時の被害を防災・減災しようとの努力がなされている。氾濫解析の長所は、既往洪水の浸水実績図とは異なり、流域の変遷に応じた浸水予測をし得ることであり、上述された情報の一つとして処理すれば、災害時の避難情報として役立てられる。我々のところでは、大型計算機を用いた計算結果を電話回線を通じて研究室のパーソナル・コンピュータに収納し、CRT画面上に表示させている。この点に関する詳細は、講演時に述べる。

4. あとがき

本論で、低平地都市域の流出解析に用いられる氾濫解析法を示した。本手法は、計算時間と差程増大させることなく複雑な氾濫流を表現することが可能であると同時に、浸水域における下水道断面の設計にも役立てられることが明らかにされた。

最後になりましたが、日頃ご指導戴いています京都大学教授・岩佐義朗先生に深甚なる謝意を表します。なお、本研究は、昭和61年度の文部省科学研究費(自然災害)の助成を受けたことと記す。本計算は、長崎大学情報処理センターのFACOM, M360によりなされた。

参考文献

- 1) 岩佐・井上・木島：氾濫水の水利の数値解析法，京大防災研年報，23 B-2，1980
- 2) Y. Iwasa, K. Inoue, M. Noguchi and T. Nakamura: Simulation of Flush Flows due to Heavy Rainfalls in Nagasaki, Urban Drainage Modelling, Pergamon Press, 1986

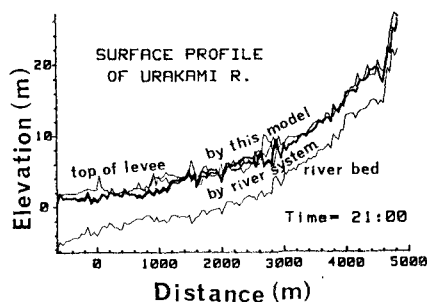


図-3a) 河道の水面形(21時00分)

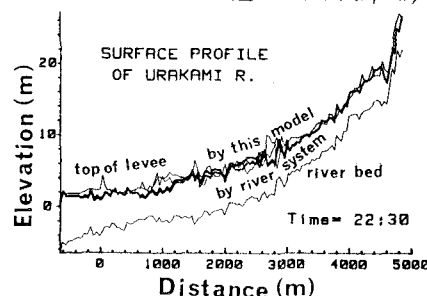


図-3b) 河道の水面形(22時30分)

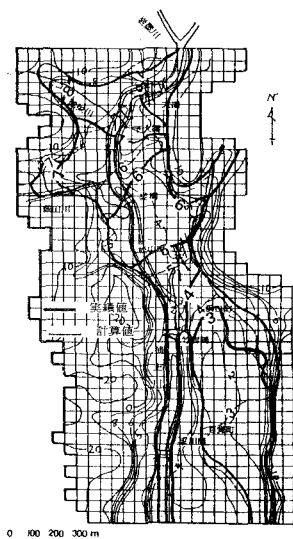


図-4 氾濫流の浸水位