

II-316

街路系を考慮した都市域の氾濫解析モデルの研究

京都大学工学部 学生員○坂井広正
 五洋建設 正会員 林 秀樹
 京都大学防災研究所 正会員 井上和也
 京都大学大学院 学生員 川池健司

1. はじめに 市街地の氾濫を取り扱うに際し、道路や建造物の氾濫水への影響をいかに評価するかが重要である。しかし、従来用いられてきたデカルト座標系モデルでは、それらの影響を十分に考慮することができなかった。そこで、本研究では、道路と建造物の影響を考慮する新手法として街路ネットワークモデルを提案するとともに、このモデルと一般曲線座標系モデル、および従来のデカルト座標系モデルの3種類の手法を大阪市港区に適用し、解析結果を相互に比較検討する。

2. 従来のモデル 本研究で扱った従来のデカルト座標系モデル、一般曲線座標系モデルの特徴は以下の通りである。

(a)デカルト座標系モデル：図-1(a)に計算対象領域とその地盤高並びに計算格子を示す。ここで用いたデカルト座標系では、中川¹⁾による占有率の概念を導入して建造物の影響を評価しているが、氾濫水に及ぼす道路の影響を考慮できない。

(b)一般曲線座標系モデル：一般曲線座標系では、図-1(b)に示すように対象領域を建造物の存在しない道路格子とそれ以外の存在である住区(細かい道路と建造物からなる格子)に分類することができる。このように分類された道路格子と住区に対して、異なる占有率と粗度係数の値を与えることにより、建造物と道路が氾濫水に与える影響をそれぞれ個別に計算に取り入れることができる。

3. 街路ネットワークモデルの概要 都市化の進んだ地域において、対象領域は、a.道路、b.建造物、およびc.それ以外に三分できる。このうち、道路は、交差点をノード、交差点間の道路をリンクとするネットワークとみなすことができる。このようなネットワーク化の概念図を図2に示す。一方、建造物とそれ以外(b.とc.)を住区とよぶことにする。また、図-1(c)が、本研究の対象領域をネットワークとみなした道路(ただし外周線は除く)および住区に分割した結果である。計算においては、リンク(交差点間の道路)に置いては一次元解析を行い、ノード(交差点)および住区においては連続式のみを考慮する。リンク内の一次元解析では、リン

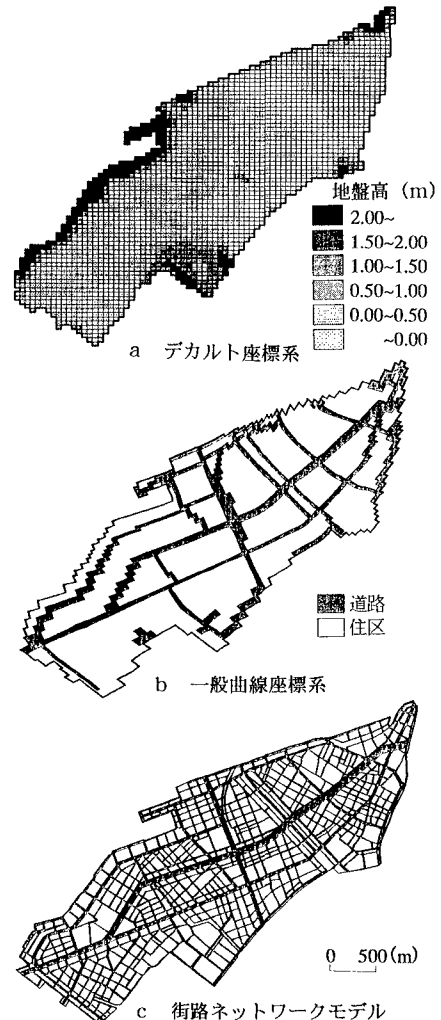


図1 計算対象領域および格子図

高潮氾濫、氾濫解析モデル、都市域、街路ネットワークモデル

〒611-0011 京都府宇治市五ヶ庄 TEL.0774-38-4137 FAX.0774-38-4147

クを縦断方向に格子分割してleap-frog的に計算を進める。

リンク内の一次元解析にはリンクを長方形断面の水路とみなし、以下に示す方程式を支配方程式とする。ただし、 x 軸は始点ノードから終点ノードの向きにとる。

$$\langle \text{連続式} \rangle \quad \frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial M}{\partial x} = \frac{q_{in}}{B} \quad (1)$$

$$\langle \text{運動量式} \rangle \quad \frac{\partial M}{\partial t} + \frac{\partial(uM)}{\partial x} = -gh \frac{\partial H}{\partial x} - \frac{gn^2 |M| M}{h^{\frac{7}{3}}} \quad (2)$$

ここに、 u 、 M は x 方向の流速、流量フラックスであり、 q_{in} は横流入流量、 B はリンク幅である。 q_{in} は、リンクと住区間の流量フラックスである。 q_{in} やノードと住区との間の流量を求めるには、運動方程式として（2）式の左辺第2項を省略した式を適用する。ノードあるいは住区の水深は、次の連続式から計算する。

$$\frac{h^{n+2} - h^n}{2\Delta t} = \frac{1}{A} \sum_{k=1}^m Q_k \quad (3)$$

ここに、 h はノードまたは住区の水深、 A はその面積、 Q_k はノードまたは住区の辺からの流入流量、 m は辺の数である。計算にあたっては、時間ステップ n で全ての流量または流量フラックスを求め、時間ステップ $n+1$ で水深を求めることにする。

つぎに、建造物が住区に占める割合の影響をみるため、他の手法でも用いた中川¹⁾による占有率 λ を用いる。 q_{in} の計算では、建造物による遮蔽効果を表すのに透過率 $\beta = \sqrt{1 - \lambda}$ を用い、 βq_{in} として住区への流入流量とする。

4. 解析とその比較 計算条件として、 $\lambda \neq 0.0$ （各モデルによって若干異なる）、粗度係数 n (道路)=0.043、 n (住区)=0.067とする。また、境界条件として各モデルとも想定破堤点から同じ氾濫流入流量ハイドログラフを与える。

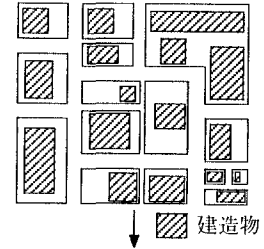
図3に、浸水開始3時間後の各モデルにおける氾濫水の先端を比較した図を示す。この図より、全領域のうち道路の占める面積の割合が大きなモデルほど氾濫水の伝わり方が速いことがみてとれる。また、一般曲線座標系モデルや街路ネットワークモデルにおいては、道路から浸水している箇所がいくつかみられる。

さらに、街路ネットワークモデルにおいては、より細かな道路への浸水が現れている。これらのことから、一般曲線座標系および街路ネットワークモデルでは、道路に沿う氾濫水の伝播を捉えることができ、とくに街路ネットワークモデルでは、氾濫水が細かな道路に沿って伝わる様子も再現できていると思われる。

5. おわりに 本研究で行った3種類の計算手法による解析結果を比較すると、モデルにおいて道路として取り入れられる面積が大きいほど、氾濫水の拡がり方が速くなる結果が得られた。このことから、市街地の氾濫解析においては、道路の影響の重要性が確認できた。とくに、街路ネットワークモデルでは、建造物や道路の形状をより詳しく計算に取り入れることができるので、市街地における氾濫解析では有用であると考えられる。

参考文献 1) 中川一：洪水および土砂災害の危険度評価に関する研究，京都大学学位論文，1989

実際の市街地の地形



街路網をネットワーク化した市街地

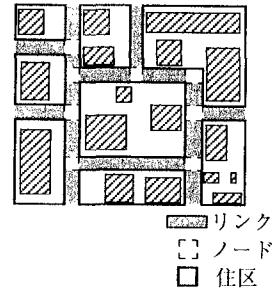


図2 ネットワーク化の概念図

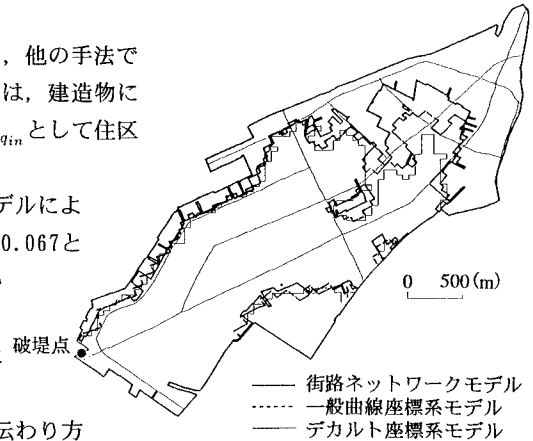


図3 氾濫水の先端の比較