

地下空間への氾濫水の流入を考慮した博多駅周辺での氾濫解析

長崎大学大学院 学生会員 ○江藤慎也
長崎大学工学部 正会員 川池健司

長崎大学大学院 学生会員 丸山寛起
長崎大学工学部 フェロー 野口正人

1. 目的

近年、都市域において集中豪雨による浸水被害（外水氾濫，内水氾濫）が頻繁に発生しており，複雑な氾濫水の流れを把握すること，安全な避難経路を確保することが今日的な課題となっている．そこで本研究では，氾濫による浸水域の再現計算を行うことを目的として解析モデルを構築し，福岡市博多駅周辺を対象にして 1999 年 6 月 29 日に発生した福岡水害の再現計算を行った．

2. 氾濫解析の方法

本研究では，博多駅周辺の氾濫解析を行うにあたり，対象領域を任意形状の非構造格子に分割し，以下に示す基礎方程式を用いて二次元氾濫解析を行った．さらに各解析格子を都市域，道路，河川の 3 つの属性に分類し，それぞれの Manning の粗度係数には，0.067，0.043，0.020 を与えた．

$$(1-l) \frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial M^*}{\partial x} + \frac{\partial N^*}{\partial y} = q$$

$$\frac{\partial M}{\partial t} + \frac{\partial (uM)}{\partial x} + \frac{\partial (vM)}{\partial y} = -gh \frac{\partial H}{\partial x} - \frac{gn^2 M \sqrt{u^2 + v^2}}{h^{4/3}}$$

$$\frac{\partial N}{\partial t} + \frac{\partial (uN)}{\partial x} + \frac{\partial (vN)}{\partial y} = -gh \frac{\partial H}{\partial y} - \frac{gn^2 N \sqrt{u^2 + v^2}}{h^{4/3}}$$

ここに， l は占有率， q は単位時間，単位面積あたりの流入量， h は水深， M, N は x, y 方向の流量フラックス， M^*, N^* はそれらの補正值（ $= bM, bN$ ： b は通過率）， u, v は x, y 方向の流速， H は水位（ $= h + z$ ： z は地盤高）， n は Manning の粗度係数である．占有率は，属性が都市域の格子で 60% とし，それ以外の格子では 0% とする．通過率は，属性が道路の格子から都市域へ氾濫水が流れる場合には 30%，博多駅構内へ流れる場合には 10% とし，それ以外では 100% とする．

対象領域をモデル化した非構造格子と標高を図-1 に，非構造格子の属性を図-2 に示す．本研究では対象領域を約 1500 個の非構造格子に分割し，標高データは 2500 分の 1 の都市計画図より作成した．

氾濫外力として，橋本ら¹⁾が推算した 1999 年福岡水害時の御笠川左岸と山王放水路左岸の氾濫流量（図-3）を，図-4 に示す溢水箇所²⁾より与える．また，氾濫水の地下への流入を考慮するため，1999 年福岡水害で浸水が確認されている博多駅地下街および博多駅周辺のビルの地下への流入箇所（図-4）^{2), 3)}から，以下に示す段落ち式で求めた流量を流入させる．

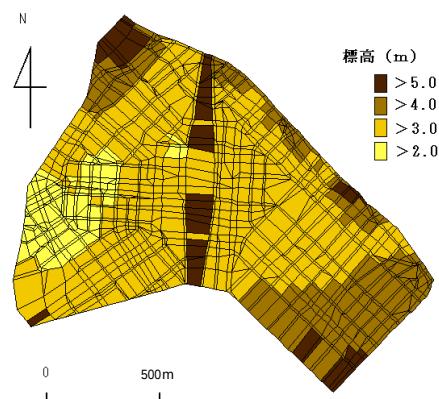


図-1 非構造格子と標高

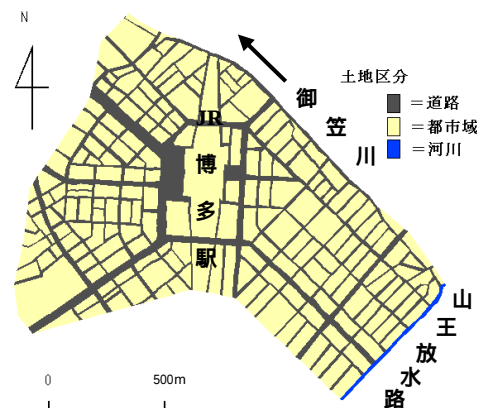


図-2 非構造格子の属性

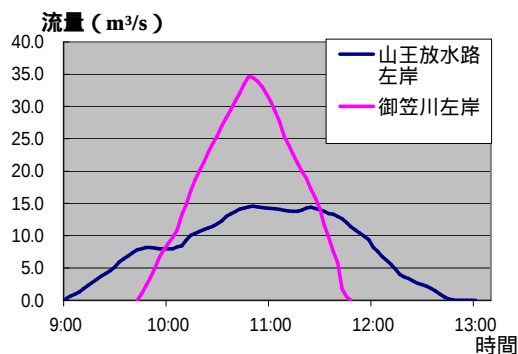


図-3 氾濫流量

$$Q = mh\sqrt{gh} \cdot B$$

ここに、 Q は地下への流入流量、 m は係数(=0.544)、 h は水深、 B は流入幅で 4.3m^4 とする。また、氾濫水が地下へ流入する際に階段入り口の段差を考慮しなければならないが、ここでは博多駅周辺の段差を実測した多田ら⁴⁾の平均値より 0.11m を対象領域に一樣に与える。

3.解析結果と危険区域の考察

図-5に、解析で得られた最大浸水深と1999年水害当時の浸水実績³⁾を示す。これらを比較すると、概ね良好な一致が見られる。図-4のAに示すJR博多駅および線路は高架であるため、その標高は周辺よりも数メートル高くなっている。したがって博多駅の東側から西側への氾濫水の伝播は高架下の道路および博多駅コンコースを通してしか行われなため、相当量の氾濫水が博多駅の西側に到達することなく東側に留まると考えられるが、解析ではこのような流れがよく表現されている。しかし、図-5のB地区には氾濫水が集中していることがわかり、浸水実績と異なる結果を示した。この理由としては、都市域の複雑な地形を詳細に再現できていないためだと考えられ、占有率および通過率を変化させるなどして、氾濫水の流れをより詳細に表現する必要がある。また、博多駅西側の地下空間入り口が実際よりも不足していることも考えられるので、現地調査を行うなどして博多駅周辺のより詳細なデータ作りが必要である。

図-6には解析結果より得られた地表面の氾濫水量および対象領域への御笠川左岸、山王放水路左岸からの総氾濫水量を示す。2つのグラフの差から、地下へ流入した氾濫水量が約 10万 m^3 であることがわかる。実際にこの対象領域で地下へ流入した水量が約 7.5万 m^3 と報告されている⁴⁾ことから、地下への氾濫水の流入は若干の過大評価になっている。これは、地下への流入を無制限に行っているためであると考えられる。実際には、ビルなどの地下空間への流入量には上限があり、地下空間の容積を考慮して地下への流入量を制限することが今後の研究課題である。

4.結論

本研究により、地下空間を考慮した氾濫解析が可能であることがわかった。今後はさらに精度よく解析を行うため、前述した地下空間の容積や流入幅や入り口の段差など、耐水性という観点からのデータ整備が重要であると考えられる。

<参考文献> 1) 橋本ら：洪水氾濫解析におけるビル、建物群の抵抗評価，平成14年度 都市水害に関するシンポジウム講演論文集，pp.19-22，2002。2) 田上亜祐美：博多駅周辺の地下施設データベース及び浸水被害把握支援ツールの構築，長崎大学修士論文，2005。3) 橋本晴行：福岡水害における氾濫水の挙動と浸水被害について，1999年6月西日本の梅雨前線豪雨による災害に関する調査研究，pp.117-126，2000。4) 多田ら：JR博多駅地下街へ通じる階段入口の構造特性に関する現地調査，長崎大学工学部研究報告，第31巻，pp.91-97，2001。

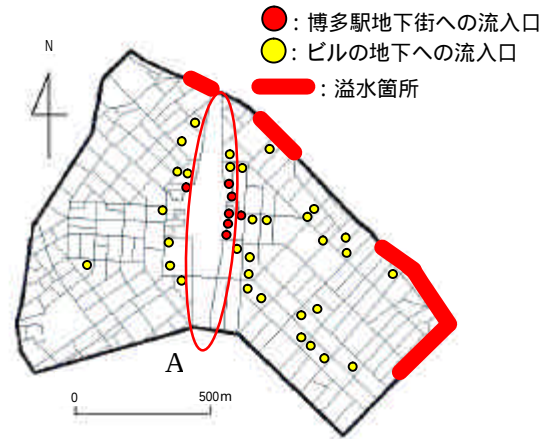


図-4 地下への流入箇所

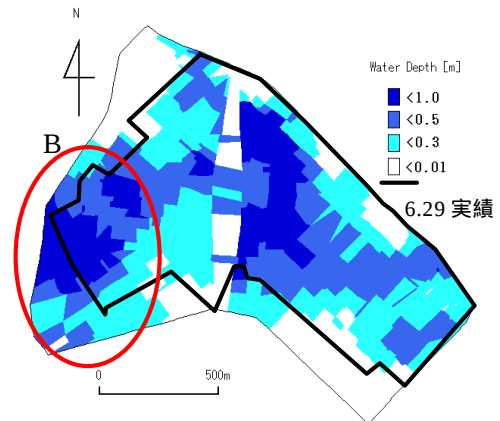


図-5 解析結果および浸水実績

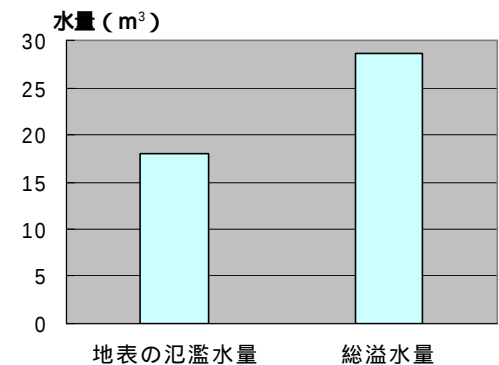


図-6 地表面の氾濫水量および総氾濫水量