

二次元不定流モデルとポンドモデルを併用した内水氾濫解析アルゴリズムの提案

ニタコンサルタント 正会員 ○三好 学 ニタコンサルタント 正会員 安芸 浩資
ニタコンサルタント 非会員 金谷 安洋 ニタコンサルタント 非会員 長尾 慎一

1. はじめに

近年, 地球温暖化の影響により降雨量が増加傾向にあり, 地方都市においても内水氾濫の被害リスクが増大している. 地方都市の1つである徳島市でも, 平成26年台風12,11号などの豪雨により道路の冠水などの局所的な被害が多発している. このような内水被害を予測するには, 数値解析を行う必要がある. しかし, 局所的な内水被害を把握するには5mメッシュ程度の小さなメッシュサイズによる解析が必要であるが, このような解析を二次元不定流モデルで計算すると, 計算が長時間となり, 容易に用いることができない.

内水氾濫解析を行う手法は, ポンドモデルと二次元不定流モデルが主に挙げられる¹⁾. ポンドモデルは計算が容易であるものの, 水面勾配を考慮できない. それに対し, 二次元不定流モデルは水面勾配を考慮できるものの, 計算量が多く, 計算に時間を要する.

そこで本研究では, 二次元不定流モデルとポンドモデルの長所を活かせるよう, 両者を併用する解析アルゴリズムを提案するとともに, その解析結果と二次元不定流モデルの5mメッシュでの解析結果とを比較することにより, 提案する手法の妥当性を検証する.

2. 解析手法

(1) 内水氾濫解析モデル(25m メッシュの解析)

本稿では解析コード X-Okabe(商品名: 氾濫解析 AFREL)を使用した²⁾. 本解析コードでは, 二次元不定流モデル(地表面), 一次元開水路不定流モデル(排水路), 一次元管水路不定流モデル(下水路)の3個のサブモデルを結合することにより構築されている. 下水排水路モデルでは, 数値解析の不安定化を避けるためスロットモデルを採用している. また, 排水路網, 雨水排水用下水路網, 水門・樋門, 排水機場など, 実在する内水排水関連施設の効果を考慮することが可能である. なお, 25m メッシュの解析での地盤標高はメッシュ内既知点³⁾の平均値を用いることとした.

(2) 25m メッシュ内の取り扱い

25m メッシュ内の取り扱いを図-1 に示す. まず,

①:25m メッシュで二次元不定流モデルの解析を行い, 25m メッシュ境界における流量を算定する. そして, ②:流量から 25m メッシュ内の水の体積を算定する. 次に, ③:ポンドモデルの概念を用い, 25m メッシュ内での水面勾配は無いものとし, 水の体積を 5m メッシュの起伏³⁾から水位に変換する. その際に, ④:水位が 25m メッシュでの平均地盤高より低い場合は, 流量算定の際の 25m メッシュでの解析では水深 0m として取り扱うこととした.

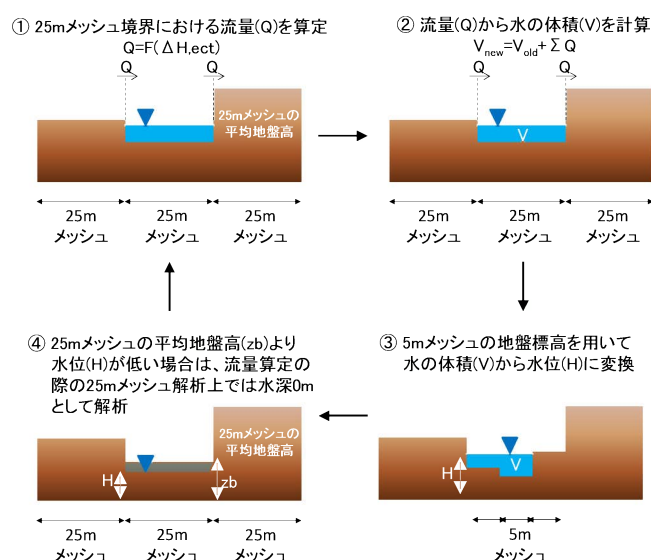


図-1 25m メッシュ内の取り扱い

3. 対象降雨と対象地区

(1) 対象降雨

対象降雨を図-2 に示す. 対象降雨は計算開始 0 時間目から 3 時間まで 60mm/hr の降雨強度の降雨波形の仮想降雨を想定した.

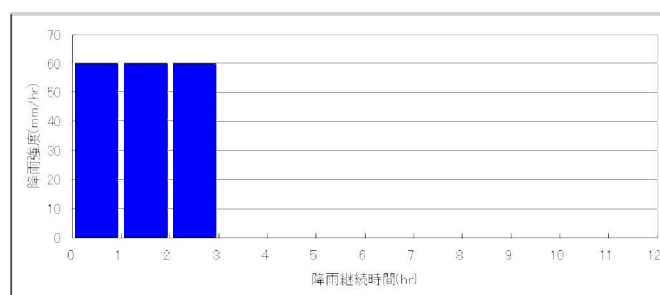


図-2 対象とした降雨波形

(2) 対象地区

対象とした渭北地区は、徳島市でも住宅の密集した比較的都市部に位置する地区である。当地区の排水系統を図-3に示す。当地区は排水路と下水管路を通じ、流末の排水機場により堤外への排水を行っている。

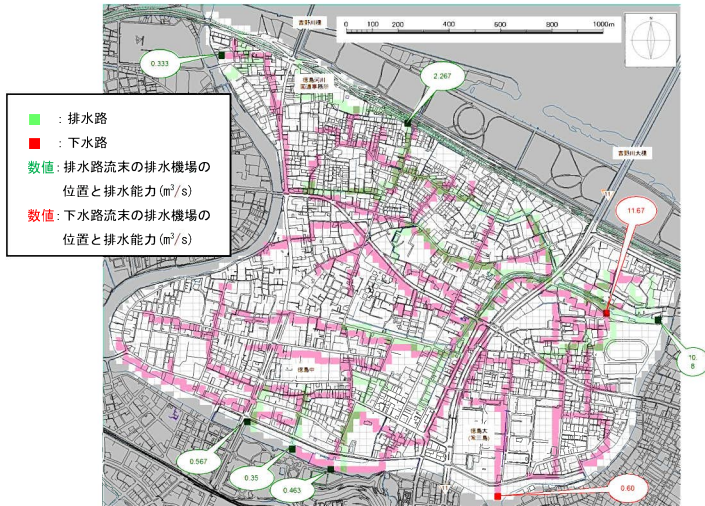


図-3 渭北地区の排水系統

4. 解析結果と考察

25m メッシュと 5m メッシュと本研究で提案する手法を用いた解析の計算結果である最大浸水深分布を図-4に示す。また、図-4には□部の拡大図を併せて示した。当地区では、道路より住宅の敷地を1段高く整地しており、道路が周囲より低くなっている。そのため、道路の浸水深が建物用地より大きく評価される。しかし、25m メッシュの解析結果をみると、メッシュ

が大きいために標高を作成する際に道路と建物用地が混在し、解析モデルでの道路標高が高くなっており、道路の局所的な浸水が建物用地まで及んでいることがわかる。それに対して、5m メッシュの解析結果は、道路と建物用地の境界を精度良くモデル化しており、道路の局所的な冠水を詳細に評価できていることがわかる。本研究の提案手法を用いた解析についても、同様に道路の局所的な冠水を詳細に評価できていることがわかる。

車両の運行停止基準である浸水深 0.30m 以上⁴⁾の区内道路長さは、25m メッシュでの解析結果は 3.55km、5m メッシュでの解析結果は 3.98km、提案手法を用いた解析結果は 3.70km である。25m メッシュと提案手法の解析結果を比較すると、提案手法の解析結果が 5m メッシュの解析結果に近く、本研究で提案した手法は妥当と考えた。

最後に計算時間については、25m メッシュでの解析は 0.68 時間、5m メッシュでの解析は 77.97 時間、提案手法を用いた解析は 4.23 時間であり、大幅な計算時間の短縮が図られた。

参考文献

- 1) (公社)土木学会：水理公式集，PP.126-129，1998.10.
- 2) 三好学，田村隆雄，安芸浩資：面積割合の加重平均の逆算による土地利用形態別流出係数の推定方法，水工学論文集，Vol.59，PP.1315-1320，2015.
- 3) 国土交通省国土地理院：基盤地図情報数値標高モデル(5m)，2014.
- 4) 国土交通省水管理・国土保全局：水害被害指標分析の手引き，P.39，2013.7.

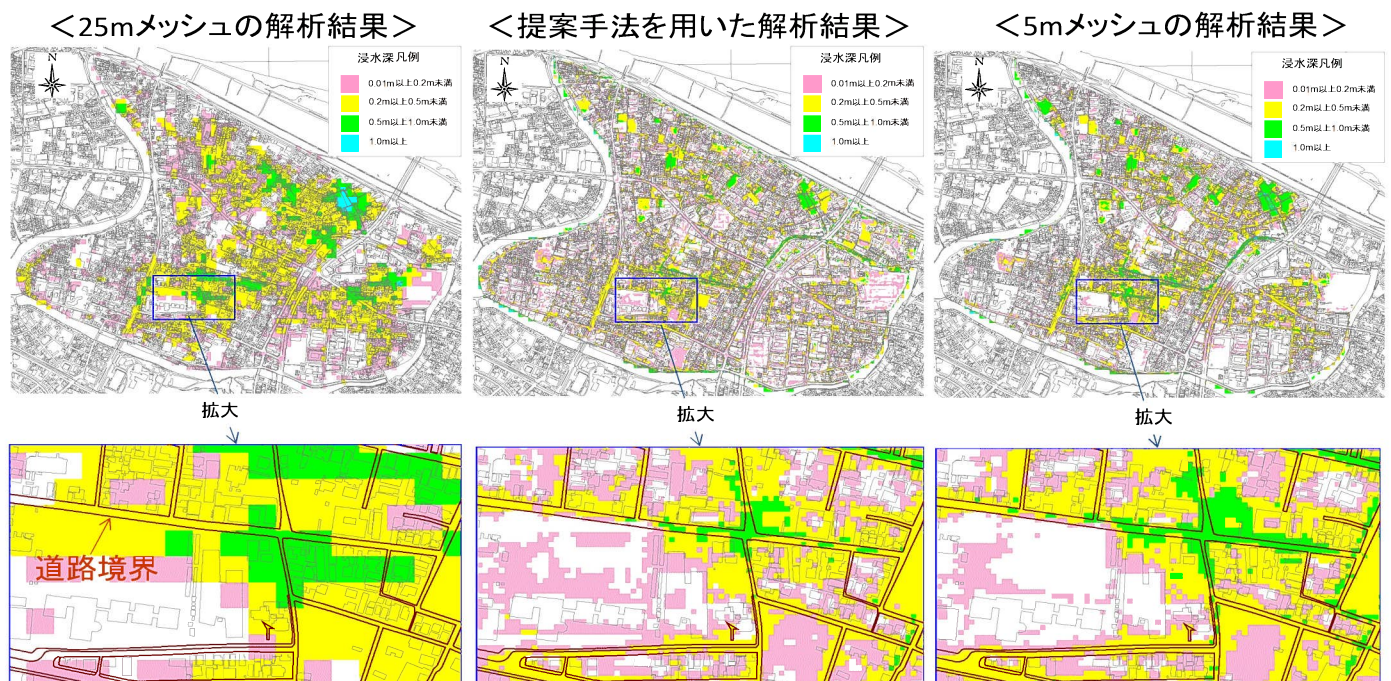


図-4 計算結果の比較