

## 郡山市街の区画情報を用いた氾濫解析シミュレーションの改善\*

日本大学工学部土木工学科	小澤 恒太
日本大学工学部土木工学科	朝岡 良浩
日本大学工学部土木工学科	長林 久夫
日本大学工学部土木工学科	手塚 公裕

### 1. はじめに

近年日本では、都市の進展や集中豪雨の増加に伴い都市域での内水氾濫による被害が問題となっている。福島県郡山市においても昭和 61 年～平成 25 年の 27 年間で 15 回の浸水に見舞われ、平成 22 年 7 月 6 日には郡山駅前を中心床上 62 戸、床下 141 戸の浸水被害が発生<sup>1)</sup> した。また、上記の原因以外に郡山市街では汚水と雨水が同じ管で処理される合流式下水道が採用されており、浸水時には汚水が地表面に溢れ、衛生面での被害も深刻化する。対策として郡山市では駅前を流れる既設 3 号幹線（図 1）に増補管が整備された。このため時間雨量 35mm 対応から 50mm 対応に改善された。また現在、分散型貯留施設の検討<sup>1)</sup> が行われおり、効果を検証する手法として氾濫解析シミュレーションは有効である。これまでに下水道管及び地表面の流れについては水理学に基づいた数値解析手法が提案されてきたが、雨水の下水管流入については流出係数を用いて推定することが多い<sup>2)</sup>。そのため、貯留施設の効果を検討するためには詳細な区画分類とそれに応じた流出係数の設定が必要である。本研究では、郡山市街地（図 2）を対象として氾濫解析シミュレーション<sup>3)</sup> に土地利用・建物利用情報を導入し、詳細に流出係数を設定することにより氾濫解析モデルの改良を目的とする。



図 1 既設 3 号幹線



図 2 研究対象地域

\* Improvement of inundation analysis simulation using information on city planning in the Koriyama city by Kota Kozawa Yoshihiro Asaoka , Hisao Nagabayashi and Masahiro Tezuka

## 2. 研究手法及びデータセット

### 2.1 確率雨量推定

本研究では、郡山市の氾濫解析シミュレーションを行うにあたって、今後さまざまな雨量での解析を行う必要がある。そのため式(1)に示すGEV(一般化極値)分布を用いて、AMeDAS郡山の確率雨量を推定した。

$$F(x) = \exp\left[-\left(1 - \frac{k(x-c)}{a}\right)^{\frac{1}{k}}\right] \quad (1)$$

ここで、 $x$ は雨量データ(mm)、 $a$ は尺度母数、 $c$ は位置母数、 $k$ は形状母数であり、確率分布の特徴を表す parameter である。雨量データは郡山駅から約 6km 離れた郊外のレジャー施設に設置されている AMeDAS 郡山の 1976 ~2014 年の 39 年間のデータを使用した。本研究では、平成 22 年 7 月 6 日に発生した浸水は 4 時間の集中的な豪雨によるものであったことから、4 時間雨量を解析する。また、郡山市街地の合同庁舎に設置されている麓山観測所の確率雨量は、1998~2014 年の 17 年間のデータから作成した年最大 4 時間雨量と AMeDAS 郡山の年最大 4 時間雨量の回帰式から推定した。図 3 に郡山市 2 地点の 4 時間確率雨量を示す。

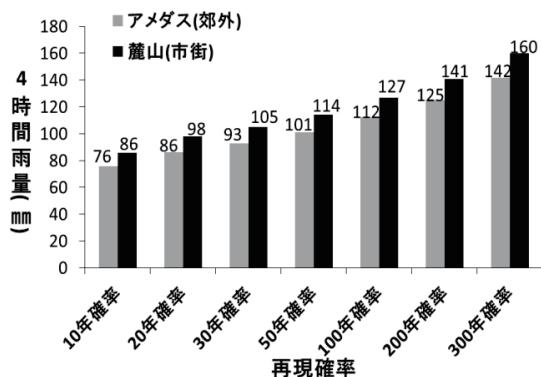


図 3 郡山市の確率雨量

### 2.2 泛濫解析シミュレーション

本研究では郡山市街地を対象として解析シミュレーションの改善を行った。解析に必要とされる地域モデルは筒井ら<sup>3)</sup>が作成したデータセットを主に用いた。土地利用データ(図 4)、下水道管網及び管渠の情報が示されている郡山市の下水道データ(図 5)、過去の現地調査で得た集水枠のデータを使用した。標高データは 1mDEM(2010 年 7 月計測: アジア航測(株))を使用した。道路・区画とともに流出係数を設け、降雨は一定の割合で下水管に流入する。下水

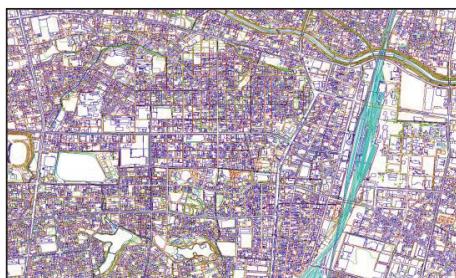


図 4 土地利用データ<sup>3)</sup>

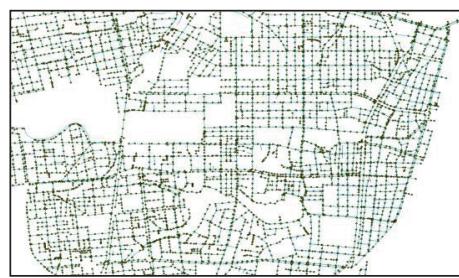


図 5 下水道管網データ<sup>3)</sup>

管の流量解析には一次元不定流解析、地表面氾濫水の解析には二次元不定流解析を行う。従来の手法では上記の手法と異なり、下水管への流入量を算出する際、道路においては流出係数を設定せず、2次元不定流解析による下水管への流量を仮定していた。平成22年7月6日に郡山市街地で発生した集中豪雨に対して流出係数を0.85に設定することにより、当時の浸水状況を再現できることが確認されている。しかし分散型貯留施設は建物毎に設置する方式であり、シミュレーションで効果を検討する場合、区画毎の詳細な情報が必要とされる。そのため上記のモデルに新たに区画毎に詳細に情報を与えることが必要である。

### 3. 地表面モデルの改良

対象地域の降雨の流入を詳細に設定するため郡山市の都市計画データを用いて土地利用、建物利用の判別コードを作成した。判別コードを表1に示す。さらに土地利用コードの宅地は建物利用コードが付与される。以上の土地利用コード、建物利用コードに応じた流出係数を設定できるモデルに改良した。区画内

表1 判別コード

コード	土地利用	建物利用
1	道路用地	木造(屋根あり)
2	宅地(舗装)	非木造(屋根なし)
3	宅地(未舗装)	マンション
4	平面駐車場	商業ビル
5	空き地	立体駐車場

を土地利用ポリゴンに分割しコードを付与したモデルを図6に示す。区画内の濃い灰色のポリゴンが建物、薄い灰色のポリゴンが空地・駐車場を表している。



図6 改善後の地域モデル

#### 4. 沼澤シミュレーションの条件設定

従来のモデル（図 7）では道路にのみマンホール・集水枠などを配置し、下水管に流入する設定としていたが、改善後のモデルは区画内の空地・駐車場・建物にも新たに下水管に流入するノードを設けた。図 6 の矢印は各ポリゴン内において降雨が流入する場所を示している。本研究では、詳細にポリゴンを分割し、土地利用・建物利用の情報を与えたことにより、道路の流入設定を二次元不定流解析から流出係数法に変更することが可能となった。区画内においても土地利用ポリゴン毎の流出係数の設定が可能となった。建物ポリゴンに関しては土地利用コードの



図 7 改善前のモデル

宅地（舗装）・宅地（未舗装）に建物利用コードを付与し、これに基づいて、建物ポリゴンの地盤高をかさ上げした。設定として、2階以下の建物ポリゴンの地盤高を20cmかさ上げ、3階以上の建物ポリゴンの地盤を50cmかさ上げ設定し、床上浸水と床下浸水の判定の基準とした。設定した土地利用、建物利用に関する情報を沼澤解析モデルに組み込み、2010年7月6日の集中豪雨（4時間101mm）の10分雨量のデータを用いてシミュレーションを実施した。流出係数は道路、区画ともに0.85、粗度係数は道路0.025、区画0.04とした。土地利用・建物利用情報の導入の効果を検討するために従来のシミュレーション結果と比較した。従来のシミュレーション設定は上述のとおり、道路に流出係数を設けず、二次元不定流解析を行った。また区画内には建物情報を用いず、一定の流出係数としている。

#### 5. 沼澤シミュレーション結果

改善後のシミュレーション結果を図8、改善前のシミュレーション結果を図9に示す。2ケースの結果を比較すると従来のモデルは沼澤水が対象地域全体に広がっているのが確認できる。しかし改善後のモデルでは建物のかさ上げ効果によって沼澤が遮られ、建物をよけて沼澤水が流れている。そのため、従来の結果では沼澤域は広く浸水深は浅い場所が多く見られるが、改善後のモデルは沼澤域が狭くなっているが空地や駐車場などの建物がない場所に流れ込むため浸水高が高い個所が多く確認できる。図10に5分間隔の沼澤面積の変化を示す。ピーク時の沼澤面積を比較すると、改良後の面積は改善前に対して約30%少なく、かさ上げの効果が大きいことが分かる。また改良後のモデルは従来の手法と比較して19時40分～19時50分の10分間の沼澤面積の増加が小さい。流出係数法は二次元不定流解析と比較して、道路上の雨水の下水管への流入量が多いためと考えられる。

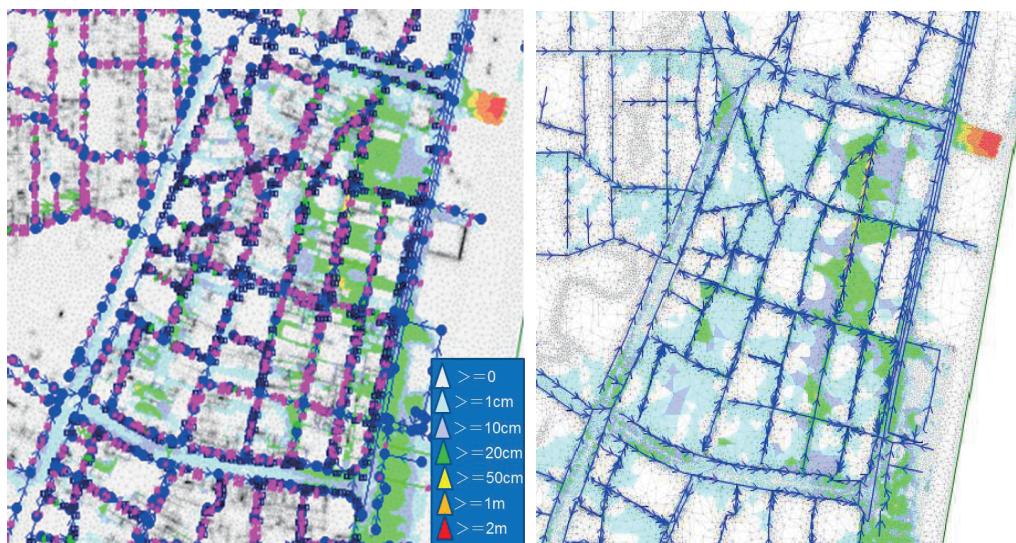


図 8 改善後シミュレーション結果

図 9 改善前シミュレーション結果

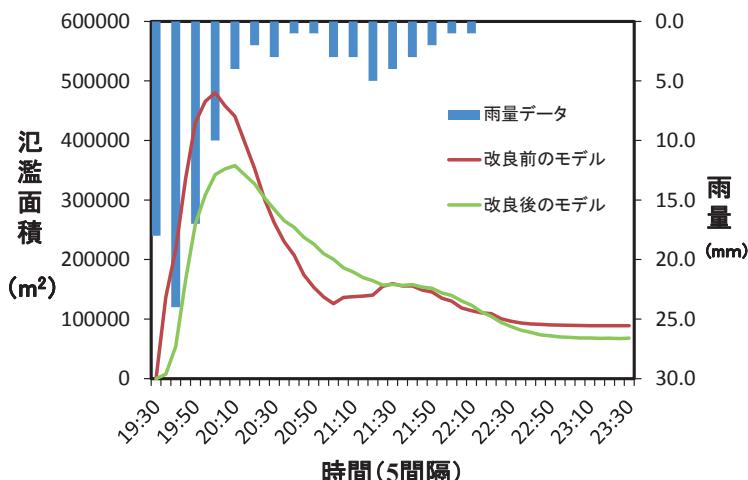


図 10 沼澤面積の比較

#### 4. おわりに

本研究では、郡山市街地を対象として、沼澤解析シミュレーションに土地利用・建物利用の情報を導入して、流出係数を詳細に設定できるモデルを開発した。今後、過去の沼澤・浸水の実績及び推定した確率雨量を基に各種係数の設定・検証を行い、分散型貯留施設の効果について検討する。

### 謝辞

本研究はシビルソフト開発株式会社および国立研究開発法人 国立環境研究所の支援を受けて実施された。また航空測量のデータはアジア航測株式会社、下水道関連資料は郡山市から提供を受けた。ここに記して謝意を表する。

### 参考文献

- 1) 郡山市(2014):郡山市グリラ豪雨対策 9年プランについて,  
<https://www.city.koriyama.fukushima.jp/304000/9miri.html>
- 2) 戸田圭一・井上和也・村瀬賢・横尾英男 (2000) : 豪雨による都市域の洪水氾濫解析, 土木学会論文集, No.663/II-53, pp.1-10.
- 3) 筒井智大 (2015) : 2010 年 7 月 6 日の集中豪雨における郡山駅前の浸水解析と課題, 日本大学工学部土木工学科 卒業研究論文.