

スウェーデン・マルメ市における雨水流出抑制排水システムを考慮した 地物データGISの構築とその評価

首都大学東京 都市環境科学研究科 学生員 ○田中 直也
首都大学東京 都市環境科学研究科 正会員 天口 英雄
首都大学東京 都市環境科学研究科 正会員 河村 明

1. はじめに

スウェーデン・マルメ市はスウェーデン最南部のスコネ地方に位置し、スウェーデンの3大都市の1つで、人口は34万人である(図-1a))。本研究で対象とする Augustenborg は人口 3470 人ほどの面積 0.3km² の地区ある(図-1b))。1990 年代の大雨による駐車場および地下室の浸水被害や建物の老朽化などの問題を解決するために、市民と住宅会社 MKB が協力してこの地区の改修を行う Eco-city Augustenborg プロジェクトが発足した。このプロジェクトにおいて、地区外への雨水流出を抑制する新たな雨水流出抑制排水システムを取り入れた。この雨水流出抑制排水システムは、グリーンルーフ、開水路、調整池が含まれている。そこで本研究では、Augustenborg 地区の雨水流出抑制排水システムを考慮した地物データ GIS を構築するとともに、洪水流出・浸水解析によりその評価を行う。

2. 対象地区の概要¹⁾

Augustenborg は人口 3470 人、面積 0.3km² の団地が立ち並ぶ居住地であり、住居間には芝地が整備された緑豊かな地区である。Eco-city Augustenborg プロジェクトでは、合流式下水道により行われているこの地区からの雨水排水量を減少させるため、グリーンルーフ、複数の調整池および全長 6km の開水路を組み合わせた雨水流出抑制排水システムの計画が行われた。1998 年に工事が開始され、2002 年に完成している。図-2 は排水システムの設置状況を、表-1 は図-2 の番号についての説明したものである。開水路の中には、Onion Gutters, Constructed stone canal など、流速を減少させるための工夫がなされたものが設置されている。

3. 地物データGISによる対象地区のモデル化

本研究では、Augustenborg 地区の雨水流出抑制排水システムを、建物および道路のポリゴンデータ、標高 DEM データ (1m×1m) および衛星画像を用いて、地物データ GIS によりモデル化する。まず、建物および道路ポリゴンを用いて、街区のみのポリゴンを抽出する。次いで、標高データを参照しながら等高線に沿って微小要素に分割した後、以下の手順で雨水流出抑制排水システムを考慮した地物データ GIS を構築する。

調整池部は、航空写真を参照し、調整池の位置を特定した後、調整池内部を等高線と直交するように微小分割する。標高データから各要素に地盤高を与え調整池を表現する(図-3)。

開水路部は、航空写真を参照して開水路の形状を抽出し要素分割する。さらに、開水路の横断方向に微小分割して底高を与える。また、開水路外の要素も同様に細かく分割する。開水路の底高は横断面と地盤高から推定する(図-3)。

開水路を接続する水路および暗渠(橋および道路の水路)は、航空写真から作成した2次元のGISデータ上では開水路が途切れたように表現され、このままでは雨水の流れが表現できない。そこで、雨水の行き来が出来るように、開水路の両端を管路によって接続し、その大きさは開水路の断面積相当の大きさとして設定する(図-4)。図-5 は、以上の手順によって構築した地物データ GIS の完成図であり、A,B,C,D,E は、解析結果の評価地点を示している。流域内の雨水管路のうち幹線の情報はマルメ市より入手し、末端の管路は現地調査結果を基にデータ化を行

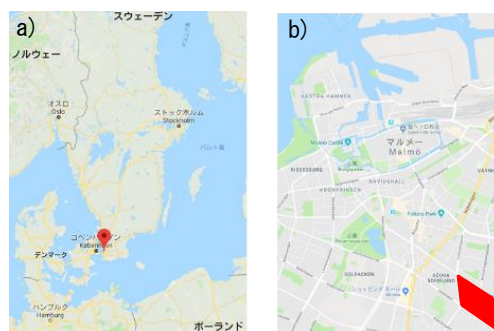


図-1 a) マルメ市および b) 対象地区

表-1 雨水流出抑制排水システム

No.	説明	No.	説明
1	Botanical roof garden area	6	Cube canal
2	Concrete canal	7	Ditch through the park
3	Onion gutters	8	Outlet pond
4	Storage pond	9	Macadam-bottomed ditch
5	Green roof	10	Constructed stone canal



図-2 対象地区の概要

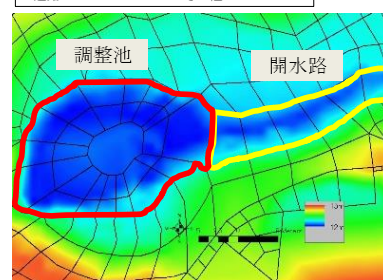
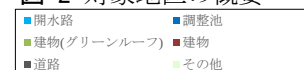


図-3 調整池・開水路のモデル化

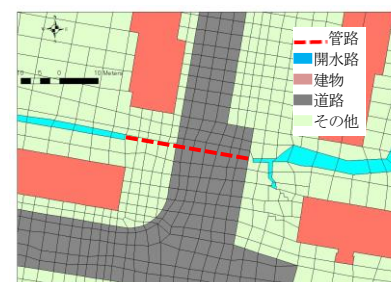


図-4 暗渠部のモデル化

キーワード グリーンインフラ、スウェーデン、雨水流出抑制排水システム、TSR モデル

連絡先 〒192-0397 東京都八王子市南大沢 1-1 首都大学東京大学院 E-mail : tanaka-naoya@ed.tmu.ac.jp

った。家屋からの雨水の大半は雨水管路に流れ込むようになっており、また対象地区からの雨水は7本の管路により流域外に排水されている。

4. TSRモデルの概要とシミュレーションの条件

本研究では、洪水流出・浸水過程の解析モデルとして、街区内に存在する建物、駐車場、緑地などのあらゆる地物から構成される都市流域の構造を忠実に表現可能な地物データ GIS をモデル入力値とする TSR (Tokyo Storm Runoff) モデル²⁾を用いた。表-2は雨水流出抑制排水システムに設定したパラメータ値を示したものである。対象降雨は、DHI (デンマーク水理環境研究所) による 10 年確率降雨¹⁾を使用した。また、流域外へと排水される管路では、流下能力での排水が常時可能なものとして設定した。

本研究では、雨水流出抑制排水システムとしてグリーンルーフの有無および開水路の粗度の違いについて、表-3に示す4つのケースを対象に評価を行う。まず、現状を Case 1 とし、Case 2 はグリーンルーフの貯留量をゼロ、開水路の材質をコンクリートの粗度に設定し、Case 3 および Case 4 はそのいずれかの場合を設定した。

5. 結果・考察

図-6 a) は流域外に排水する流出量の合計値を流出高として示したものであり、Case 1 のピーク流出高は Case2 より 7%減少している。図-6 b) に示す A 地点の池の水位は、グリーンルーフの貯留効果のみを考慮した Case 4 と Case 1 の解析結果がほぼ同じであり、調整池のピーク水位を 10cm ほど減少させることが分かった。グリーンルーフの効果は近くの調整池だけでなく、距離の離れた調整池 (B 地点) の水位にも影響を与えることも分かった。この要因として、グリーンルーフ付きの建物 (C 地点) からの直接流出量を減らすことにより、図-6 c) に示す D 地点での流出が効率よく流域外に排水されているため、管路で接続されている調整池の水位上昇が抑制されていることが読み取れる。図-6 d) は E 地点の調整池の水位を示したもので、この上流側に流れを遅くする機能を持つ開水路が設置してあるので、調整池の貯留を 10 分ほど遅らせる効果が得られている。

6. むすび

本研究ではスウェーデン・マルメ市の一地区における雨水流出抑制排水システムを考慮した地物データ GIS の構築を行い、TSR モデルを用いた洪水流出・浸水解析により流出抑制効果の特性を明らかにした。今後は、グリーンインフラとして整備される他の雨水流出抑制施設について、地物データ GIS によるモデル化手法についての研究を進める予定である。

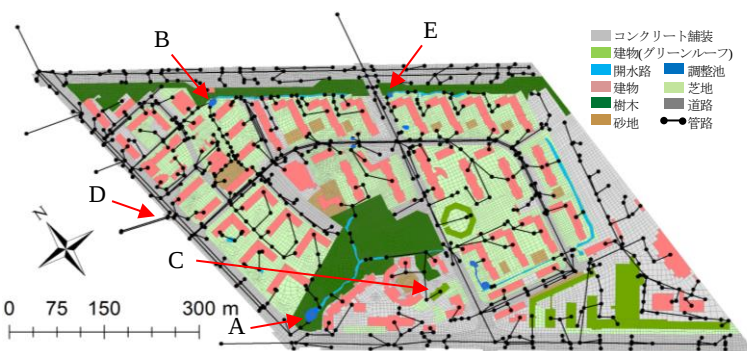


図-5 モデルデータの完成図

表-2 TSR モデルのパラメータ設定

	説明	設定値
開水路	開水路には、流出時間を遅らせるため、底部に凹凸を施したものもある。機能としては、周囲の要素の降雨を調整池まで流す。	地表面流として解析し、開水路種別による粗度係数を設定する。 凹凸無: 0.012 凹凸有: 0.035とする。
グリーンルーフ	初期降雨を土壌水分量が飽和状態になるまでためることができる。	土壌の最小容水量まで直接流出がないものとし、50mmの貯留量を設定する。

表-3 パラメータの設定値

	グリーンルーフ	開水路の粗度
Case 1	貯留量:50mm	凹凸有:0.035 凹凸無:0.012
Case 2	貯留量:0mm	全て:0.012
Case 3	貯留量:0mm	凹凸有:0.035 凹凸無:0.012
Case 4	貯留量:50mm	全て:0.012

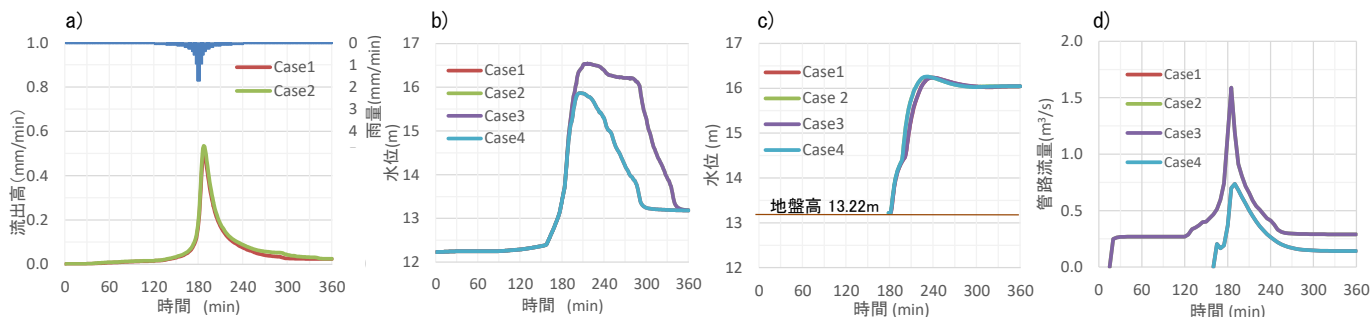


図-6 解析結果の比較 a) 全流出高, b) 調整池の水位(A 地点), c) 管路流量(D 地点), d) 調整池の水位(E 地点)

参考文献

- 1) Daniel Kibirige and Xing Tan, Evaluation of open stormwater solutions in Augustenborg, Sweden, Lund university, 2013.
- 2) Amaguchi, H., Kawamura, A., Olsson, J. and Takasaki, T. : Development and testing of a distributed urban storm runoff event model with a vector-based catchment delineation., Journal of Hydrology, No.420-421, pp. 205-215, 2012.