

【原著論文】

## 都市域における洪水流出解析を目的とした 微小道路要素の自動構築手法に関する研究

田内裕人\*・天口英雄\*・河村 明\*\*・中川直子\*\*\*・古賀達也\*\*\*\*

### Study on an Automated Construction Method of Minute Road Segments aiming at Urban Storm Runoff Analysis

Hiroto TANOUCHI\*, Hideo AMAGUCHI\*, Akira KAWAMURA\*\*,  
Naoko NAKAGAWA\*\*\*, Tatsuya KOGA\*\*\*\*

**Abstract:** In this study, a new automated construction method of minute road segments is developed. Numerical simulation models for rainfall-runoff and flood inundation model considering process on roads were based on so-called “Minute road segments” that are formed as simple shape polygons to calculate the flow on roads. In the developed method, firstly crossroads are demarcated from road sections of uninterrupted flow in order to simplify a polygon of road. Secondly road sections and crossroads are divided into minute road segments. The developed method was applied for Kanda catchment and the shapes of minute road segments were validated. It was demonstrated that minute road segments can be created by using the method of this study.

**Keywords:** 微小道路要素 (Minute road segment), 自動構築手法 (Automated construction method), 都市洪水流出解析 (Urban storm runoff analysis), 凹点 (Concave point), 交差部分離線 (Crossroads demarcation line)

#### 1. はじめに

都市流域における道路は、流域面積の約2割を占めるため豪雨時の直接流出量へ大きく寄与し(古賀ほか, 2012; 黄, 2010), 側溝や雨水ますを介して雨水・下水道管路に接続されているため, 洪水時には雨水が河道に到達するまでの洪水到達時間を早める機能を有している。都市流域においては, 洪水流出・浸水解析を精度良く行うことを目的に, 道路分布が水文・水理現象に与える影響を考慮したモデル構築が行われている。浸水解析モデルとしては, 建物や道路の影響を考慮できる非構造格子モデルや街路ネットワークモデルが提案されているが, いずれも解析格子の形成は手作業によるところが多いため, モデルデータの構築にかなりの時間と労力が必要となっている(川池ほか, 2002)。内田ほか(2007)

は, モデルデータ構築の容易さに着目し, 実務で多用されているグリッド型モデルにおいて, グリッド内部やグリッド境界線に建物や道路に関する情報をパラメータ値として間接的に与えるという対処策を提案している。解析用のグリッドデータとポリゴン型の道路および建物を準備すればデータの構築は容易ではあるが, 都市域を構成する個別建物や道路などがグリッドで分断されるため, 地物から構成される都市流域の構造を忠実に表現することは困難である。

一方, 天口ほか(2007, 2012)は, 流出解析を行う際に道路が洪水流出特性に与える影響を考慮するため, 下水道管路システム, 道路および河道に加え, 街区内に存在する建物, 駐車場, 緑地などから構成される都市構造を詳細に表現する高度な地物デー

\* 正会員 首都大学東京 都市環境科学研究科 (Tokyo Metropolitan University)  
〒192-0397 東京都八王子市南大沢1-1 E-mail: tanouchi-hiroto@ed.tmu.ac.jp  
\*\* 非会員 首都大学東京 都市環境科学研究科 (Tokyo Metropolitan University)  
\*\*\* 非会員 立教大学 理学部 物理学科 (Rikkyo University)  
\*\*\*\* 非会員 株式会社 建設技術研究所 (CTI Engineering Co., Ltd.)

タGISを用いた洪水流出モデルとしてTSR (Tokyo Storm Runoff)モデルを提案している。近年のGIS(地理情報システム)の技術的進歩やGISデータ整備に伴い、建物や道路などの地物を的確に表現出来る多角形(ポリゴン)のベクター型を用いた地物データの整備(基盤地図情報の『宅地利用動向調査』)など、デジタル情報の入手が容易になってきてはいるものの、都市流域を地物により作り込むには多大な手間が必要とされる。田内ほか(2013)は、都市流域を地物によりモデル化する過程を、1/2500地形図標準データファイルから自動で生成する手法について検討している。得られるデータは、都市流域の土地利用情報としては十分活用することが可能であるが、地表面の雨水流出を解析するモデルへ適用する場合、道路部分をさらに手作業などにより修正・分割することが不可欠となっている。

そこで本研究では、多くの都市域で入手が容易である数値地図2500『基盤地図情報』の道路線・道路構成線から作成した道路要素から、微小道路要素を自動構築する手法について検討する。本手法では、まず交差部と単路部を分離し、次いで、単路部と交差部をそれぞれ異なる手法により分割することで、微小道路要素を構築する。次に、本自動構築手法を東京都内の代表的な中小河川である神田川上流域に適用し、自動生成した微小道路要素の形状等について検討する。

## 2. 微小道路要素の構築方針

### 2. 1. 道路形状の特性

表1は道路を幅員別に分類したもので、道路には、国道や地方幹線道路など4車線以上で歩道が整備された幅員12m以上の高規格道路、最低幅員4mで整備された区画道路、さらには最低幅員が2.7mの3項道路および徒歩道などがある。都市域では図1 a)に示すように、これらの道路が互いに交差点により接続し、巨大なネットワークを形成している(伊吹ほか, 1994; 樗木, 2012; 都市計画・建築法制研究会, 1992)。交差点の種類は道路の枝数, 交差角度および導流路の有無により, 丁字路, 十字路など比較的単純なものから, 食い違い交差点, 拡幅交差点など様々であり, さらに隅切りを持つ交差点と持たない交差点が混在しているため, 交差点の形状は多岐にわたっている(福田・松野, 1987)。また交差点以外の道路でも, 中央帯により車道の往復方向が分離されている高規格道路や, 垂直に近い角度で道路が折れ曲がる屈曲部などが存在し, 複雑な形状をなしている。

表1 道路の種類と道路幅員

区分		参考幅員[m]	車線数(中央帯有無)
高規格道路	主要幹線道路	30~50	4,6(あり)
	幹線道路	20~40	4,6(あり)
	補助幹線道路	12~20	4(一部あり)
生活道路	主要生活道路	8~12	2,4(なし)
	主要区画道路	6~8	1,2(なし)
	区画道路	4~6	1(-)
	3項道路	2.7~4	1(-)
	徒歩道等	2.7以下	-

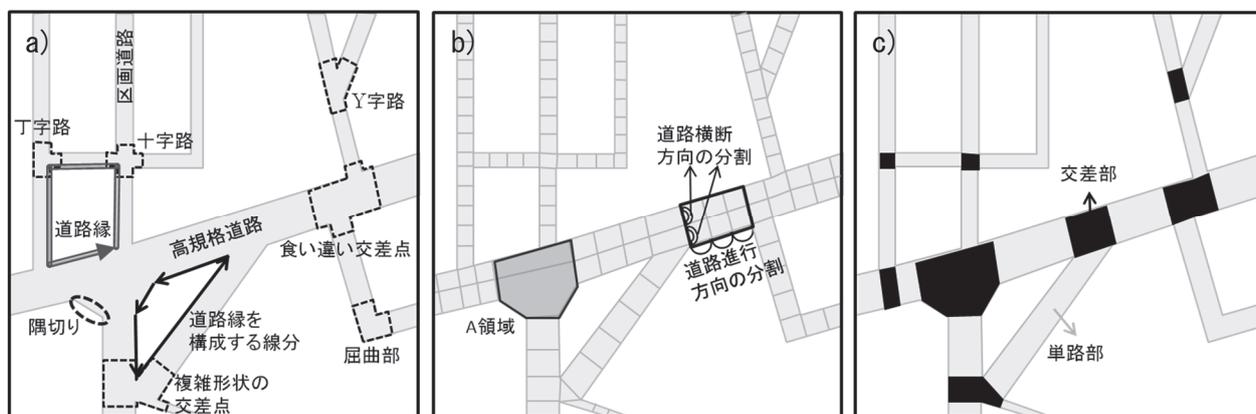


図1 a) 都市域における道路形状と道路線の例, b) 自動構築を目指す微小道路要素および c) 交差部と単路部の分離による道路要素単純化

## 2. 2. 微小道路要素の条件

図1 b) は、道路に隣接する個別建物の区画などからの洪水流出量を精度よく解析するために、本研究で自動構築を目指す微小道路要素を示している。微小道路要素は、以下の4つの条件を満たすものとし自動構築する。

- ① 交差部と単路部が分離されていること。
- ② 単路部が道路進行方向に幅員程度の間隔で分割されていること。ただし、密集市街地における個々の宅地のスケールが10m程度であることを考慮して、道路進行方向の分割間隔は、主要生活道路の幅員範囲である8m程度から12m程度までであること。
- ③ 高規格道路の場合には、雨水の流れを阻害する中央分離帯があるので、単路部の道路横断方向への分割数は、幅員が12m以上の場合には2分割、24m以上の場合には4分割されていること。この際に道路進行方向の分割は条件②を満たしていること。
- ④ 交差部は、交差する幅員の大きい単路部と整合し、道路横断方向へ分割されていること。

なお、交差部は形状が多岐にわたり、④の条件を満たす分割であっても、分割が不十分となる場合があると考えられる(図1 b) A領域)。しかしこうした交差部を分割するためには交差部の形状ごとに多くの例外処理が必要となり、システムが煩雑となるため、本研究では交差部の分割は単純に④のみを満たすように行うこととした。

## 2. 3. 構築手順の概要

本研究における微小道路要素の自動構築手法は、図2のフローチャートに示した手順に従い、まず、道路要素を読み込み、複雑形状の道路を、図1 c) に示すように交差部とそれ以外の単路部とに分離する。道路要素から精度良く交差部を分離することができれば、残る単路部は単純形状となるためである。次いで、単路部については、道路進行方向と横断方向に分割して単路部の微小道路要素を作成する。次に、交差部については、交差する単路部にあわせて道路横断方向に分割することで、交差部の微

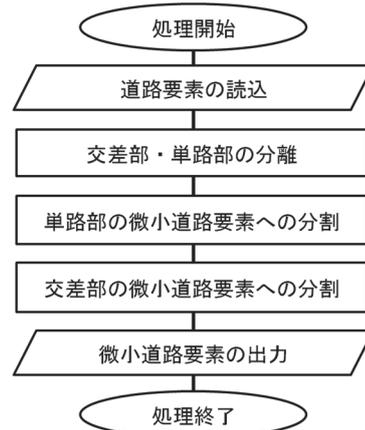


図2 微小道路要素の構築手順

小道路要素を作成する。最後に、単路部と交差部の微小道路要素を出力する。

## 3. 交差部・単路部の分離

図3a) には、交差部付近において、道路縁を構成する線分と点を持つ特性を示している。道路要素は、進行方向右側が道路側となる複数の道路縁で構成されており、個々の道路縁はさらに線分と点に分解で

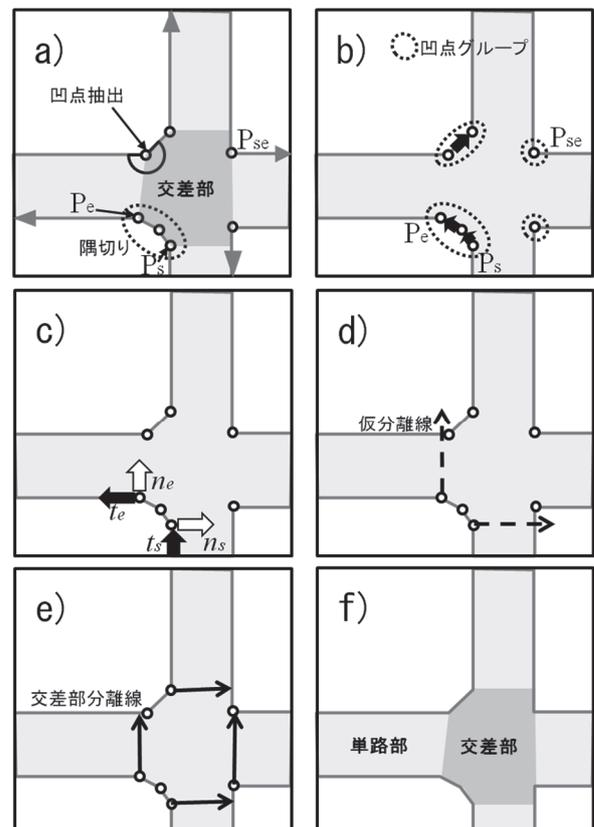


図3 交差部の形状特性と交差部・単路部の分離

きるので、道路縁を構成する線分・点に対して屈曲角度や線分方向を定義することが可能である。交差点付近には屈曲角の大きい凹点(図3a)の○印)が集中し、隅切りの端となる凹点(図3a)の $P_s \cdot P_e$ )や隅切りを持たない単独の凹点(図3a)の $P_{se}$ )は、交差点と単路部の境界の一部となるため、本研究では凹点と隅切りを基に交差点・単路部を分離することとする。

図4は交差点・単路部を分離する具体的な手順を示している。交差点・単路部の分離は、まず隅切り凹点のグループ化を行い、次いで隅切りの情報をもとに単路部と交差点を分離する線(交差点分離線)を発生させる。また、分離した単路部に短冊状のものが存在する場合には修正を行う。なお、図4には各ステップで用いるパラメータについて併記している。各パラメータの説明は以下の各節で行う。

### 3. 1. 隅切り凹点のグループ化

まず図3a)に示すように、道路縁上の点のうち角度が凹点検出角度 $\theta_0$ 以上となるものを凹点として抽出する。次いで図3b)のように、同じ道路縁上の凹点について凹点間の距離を計算し、これらが凹点グ

ループ化距離 $L_0$ よりも小さい場合には、同じ隅切りを構成する凹点としてグループ化するとともに、各凹点グループ内の始点・終点となる凹点を特定する。隅切り部分が無い $P_{se}$ のような場合は、この凹点を1点で構成される凹点グループの始点かつ終点として取り扱うこととする。また、凹点グループの始点・終点において、道路縁方向ベクトル( $t_s, t_e$ )と道路縁法線ベクトル( $n_s, n_e$ )を求めておく(図3c)。

### 3. 2. 交差点分離線の作成

交差点分離線の作成では、まず分離線の基となる仮分離線を発生させ、次いで仮分離線同士が交差する場合に修正することとする。

#### 3. 2. 1. 仮分離線の作成

図3d)は、仮分離線を発生させる例を示している。凹点グループの始点から $n_s$ 方向、終点から $n_e$ 方向にそれぞれ線分を発生させると、この線分は交差点と単路部の境界となるため仮分離線として用いることができると考えられる。しかし、仮分離線方向を $n_s, n_e$ に限定すると、作成した仮分離線は反対側の道路縁とは交差しない場合があるので、仮分離線の発生方向に幅を持たせることとする。図5は、凹点グループの始点 $P_s$ において仮分離線を発生させた例を示している。すなわち、まず、仮分離線の角度

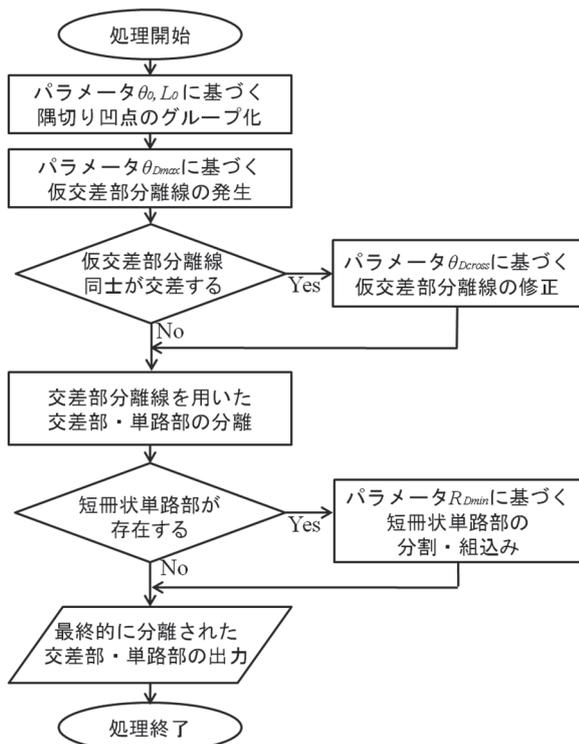


図4 交差点・単路部の分離の手順

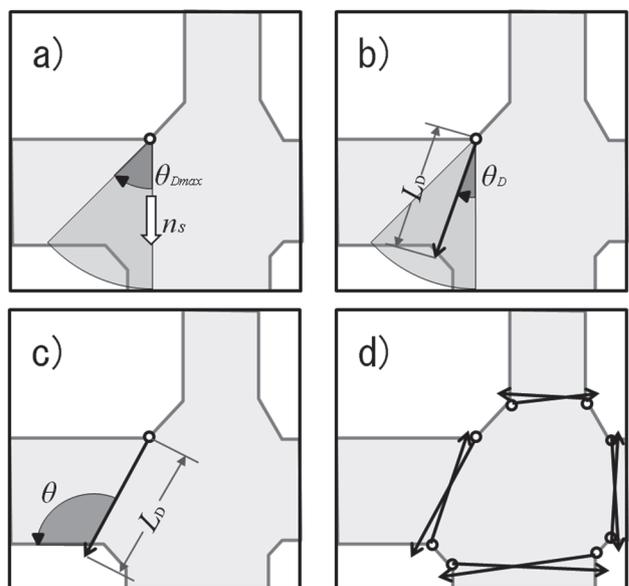


図5 仮分離線の発生。a) から c) は凹点グループ始点についての発生例。

範囲 $\theta_{Dmax}$ を用いて、図5a)のように、 $P_s$ において $n_s$ 方向から交差部の外側に向かって $\theta_{Dmax}$ までを仮分離線の角度範囲として設定する。次いで、 $P_s$ を起点とし角度範囲内の方向をもつ線分を複数作成し、これらの線分を反対側の道路縁と交差するまで延長する(図5b))。次に図5c)のように、作成した線分と交差する道路縁との交差角度 $\theta$ を計算し、この $\theta$ が $90 \pm \theta_{Dmax}$ 度以内となる線分を抽出する。最後にこれらの抽出された線分から、長さが最小で、方向が $n_s$ に最も近いものを仮分離線として採用する。なお、凹点グループの終点 $P_e$ に対しても $n_e$ 方向から同様の手法で仮分離線を発生させる。

本処理によって仮分離線を発生させると、仮分離線同士が交差する場合が生じる。そこで仮分離線同士が交差しない場合は、仮分離線を交差部分離線とするが、図5d)のように仮分離線が交差する場合は次の処理により仮分離線を修正して、交差部分離線を作成することとする。

### 3. 2. 2. 仮分離線の修正

図6は、仮分離線が交差する場合のタイプと具体的な修正手法を示している。仮分離線が互いに交差する場合、図6 a<sub>0</sub>), b<sub>0</sub>), c<sub>0</sub>)における仮分離線の交差角度 $\theta$ に基づき、道路を挟んで向き合う仮分離線が交差する $\theta$ の大きなタイプA(図6 a<sub>0</sub>)), 幅の広い道路に狭い道路が交差する交差部でみられる $\theta$ の小さなタイプB(図6 b<sub>0</sub>))およびそれ以外のタイプC(図6 c<sub>0</sub>))とに分類できる。本研究では、交差する仮分離線を分類するための角度閾値 $\theta_{Dcross}$ を用い、 $\theta$ が $180 - \theta_{Dcross}$ 度以上をタイプA、 $\theta_{Dcross}$ 度以下をタイプBおよび $\theta_{Dcross}$ 度から $180 - \theta_{Dcross}$ 度の間となる場合をタイプCと分類し、それぞれ以下の処理を行う。タイプAでは図6 a<sub>1</sub>)のように、交差する仮分離線の始点同士を結び、新たな線分を発生させ、この線分を交差部分離線とする。タイプBでは、図6 b<sub>1</sub>)のように2つの仮分離線の軸を作成し、仮分離線を軸と平行になるように始点で回転することで2つの交差部分離線を発生させる。タイプCについては、図6 c<sub>1</sub>)のように、単純に短い仮分離線を交差部分離線として用いる。

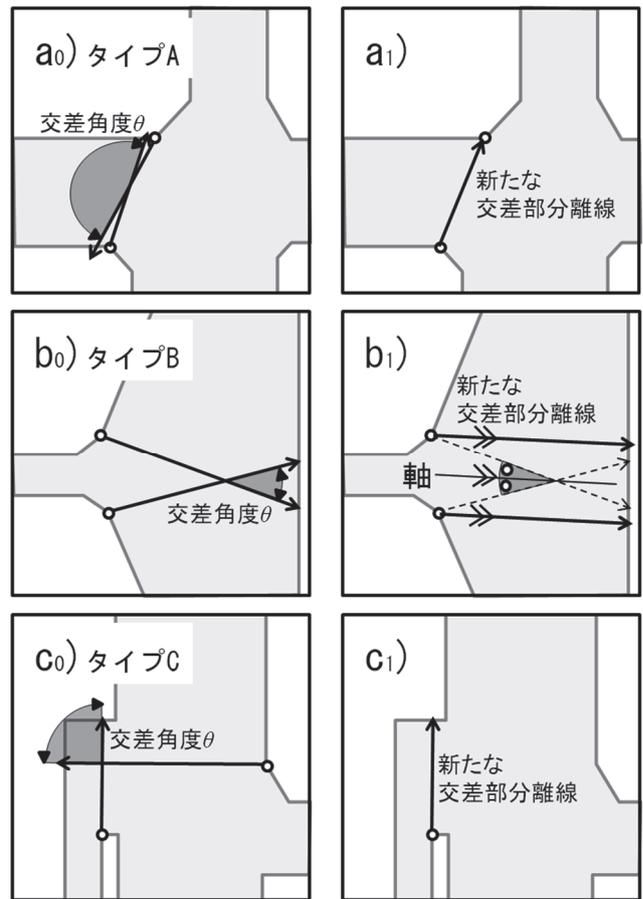


図6 交差する仮分離線の修正

### 3. 3. 短冊状単路部の分割と組込み

交差部分離線により交差部と単路部を分離すると、図7a)のように、隣接する交差部の形状とは大きく異なる短冊状の単路部が発生する場合がある。本研究では、2.2における条件②、③で概ね均一な面積・形状の微小道路要素作成を目指しているので、このような短冊状単路部が発生した場合は分割して隣接する交差部等に組み込むこととする。すなわち、まず、得られた単路部について、図7b)のように、単路部中心線の長さ $L_c$ と単路部面積 $A$ を用いて、平均的な道路幅 $L_w$ を式(1)で計算する。

$$L_w = A / L_c \quad (1)$$

次いで、単路部の縦方向長さ $L_c$ と横方向長さ $L_w$ から単路部縦横比 $R$ を計算し(式(2))、求めた $R$ が1以下の許容値 $R_{Dmin}$ よりも小さい単路部を短冊状単路部と設定する。

$$R = L_c / L_w \quad (2)$$

短冊状単路部では図7c)のように中間で分割し、

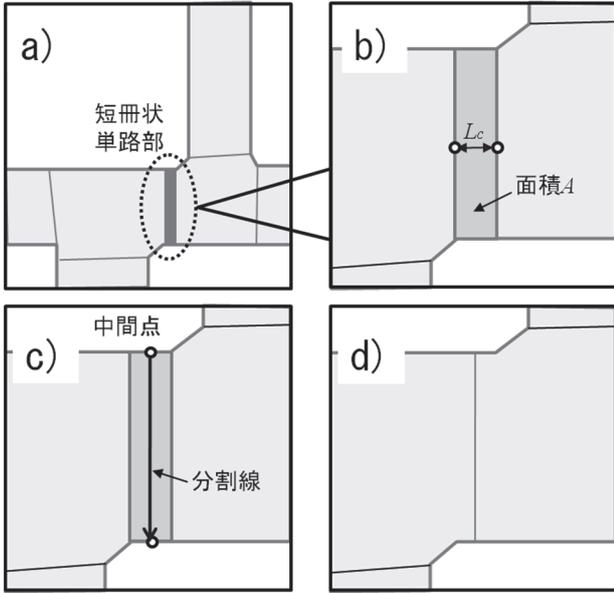


図7 短冊状単路部の分割と組み

図7 d) のように隣接する交差部や単路部に組み込む処理を行う。なお、図8 a) のように、例えば3つの短冊状単路部が隣接している場合、1回の処理では組み込みが不十分なので(図8 b)), 短冊状単路部が無くなるまで本処理を繰り返す(図8 d))。

#### 4. 単路部の微小道路要素への分割

図9は単路部の微小道路要素への分割手順を示している。本研究では、ラグランジュ補間法(河村, 2004)を用いて、単路部を進行・横断方向にそれぞれ

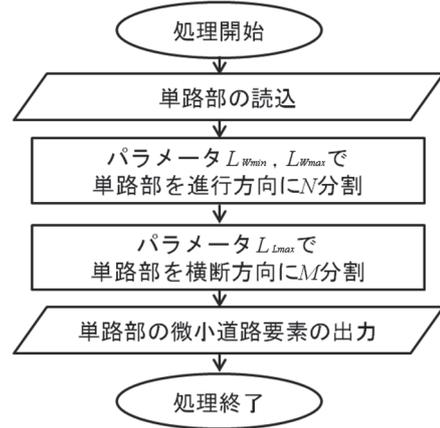


図9 単路部の微小道路要素発生の手順

れ  $N \cdot M$  等分して道路微小要素を作成する。微小道路要素の形状は、進行方向の長さの範囲を最小分割間隔  $L_{Wmin}$  から最大分割間隔  $L_{Wmax}$  とし、横断方向の長さが  $L_{Wmax}$  以下となるように制御する。

##### 4. 1 単路部の進行方向への分割

図10は、単路部を進行方向へ等分割して単路部分割要素を作成する流れを示している。まず、単路部の進行方向への分割数  $N$  について、式(3)により計算された単路縦横比  $R_c$  を小数第一位で四捨五入して求める。

$$R_c = \begin{cases} L_c / L_{Wmin} & (L_w \leq L_{Wmin}) \\ L_c / L_w & (L_{Wmin} < L_w \leq L_{Wmax}) \\ L_c / L_{Wmax} & (L_w > L_{Wmax}) \end{cases} \quad (3)$$

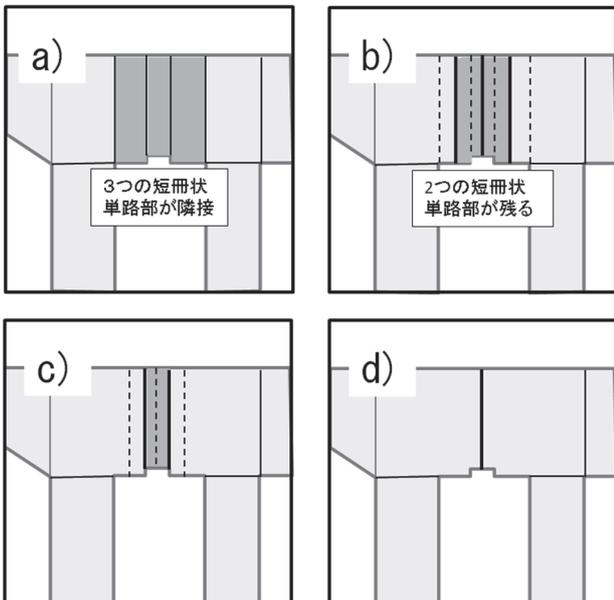


図8 連続する短冊状単路部の隣接する

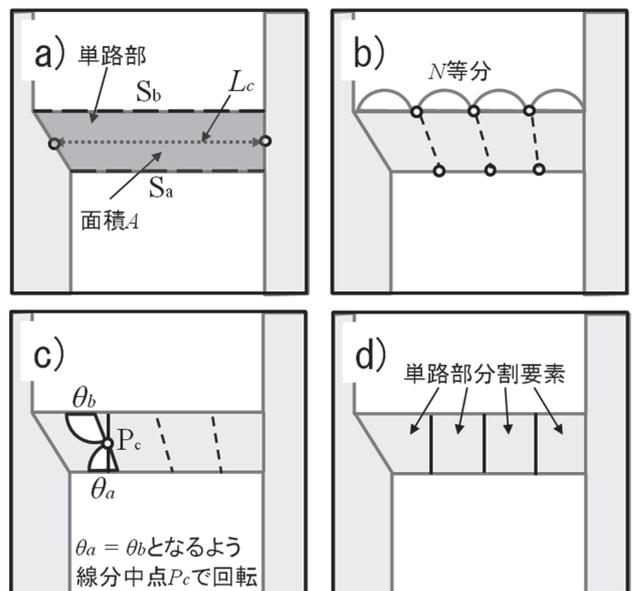


図10 単路部分割要素の発生

次いで、図10 b)のように、単路部の道路縁 $S_a$ 、 $S_b$ を $N$ 等分することで分割線を作成し、図10 c)のように、その分割線と $S_a$ 、 $S_b$ とがなす角度 $\theta_a$ 、 $\theta_b$ が等しくなるように中点で回転させることで単路部分割要素を作成する(図10 d)。

#### 4. 2. 単路部の道路横断方向への分割

図11は、単路部を横断方向へ等分割して微小道路要素を作成する流れを示している。まず、図11 a)に示すように、式(1)により計算した単路部の平均道路幅 $L_W$ と $L_{Lmax}$ との比 $R_W$ を求める(式(4))。

$$R_W = L_W / L_{Lmax} \quad (4)$$

単路部の横断方向への分割数 $M$ は、 $R_W$ が1未満の場合は1とし、 $R_W$ が1以上の場合は、単路部分割要素を道路中心線で分割するため、 $R_W$ に最も近い2の倍数として設定する。そして、図11 b)に示すように、単路部分割要素を横断方向に $M$ 分割して(図11 c))微小道路要素を作成する(図11 d))

### 5. 交差部の微小道路要素への分割

3. で分離された多くの交差部は、面積が小さく単純形状となるので、そのまま微小道路要素とする。一方で、4. 2において道路横断方向に分割された単路部(以下、横断分割単路部とよぶ)が隣接する交差部については、さらに交差部を分割し、微小道路要素を作成することとする。

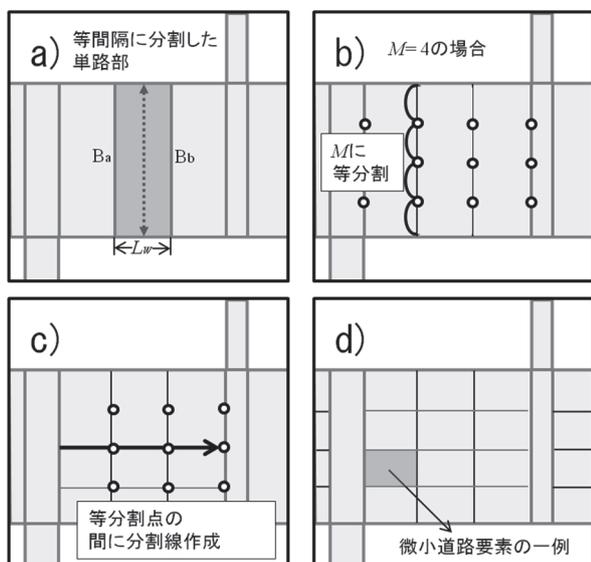


図11 幅の広い単路部の道路横断方向への分割

図12は、交差部の微小道路要素への具体的な分割手順を示している。まず、図12 a)のように、横断分割単路部と隣接する交差部を要分割交差部として抽出し、図12 b)のように、交差部分離線の中点をむすぶ線分を作成する。交差部を直進する道路では、作成した線分と交差部分離線とがなす角度 $\theta_{c1}$ および $\theta_{c2}$ が垂直に近くなる。そこで、交差部を挟んで向き合う道路進行方向のずれに関する許容値 $\theta_c$ を定め、 $\theta_{c1}$ 、 $\theta_{c2}$ の両角が $90 \pm \theta_c$ 度以内となる場合に2つの交差部分離線をペアとし、図12 c)のように、横断分割単路部にあわせて線分を発生させ、交差部を分割する。図12 d)のように、ペアが見つからない場合、横断分割単路部にあわせて、交差部分離線から垂線を発生させ、交差部を分割し、微小道路要素とする(図12 e))。

### 6. 都市域への適用

図13に本研究で対象領域とした神田川上流域の概要を示す。神田川は東京都三鷹市井の頭恩賜公園の井の頭池にその源を発し、杉並区南部を東に流

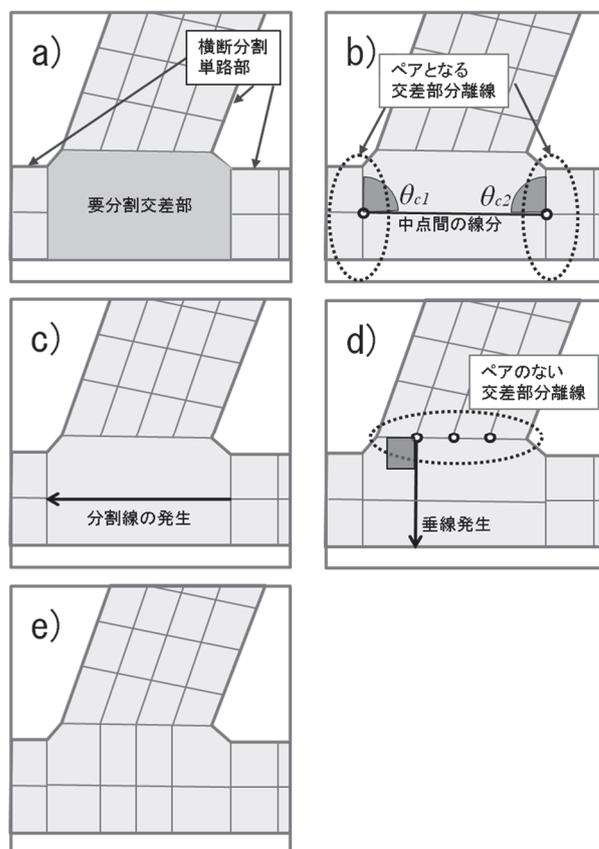


図12 交差部の分割と微小道路要素発生

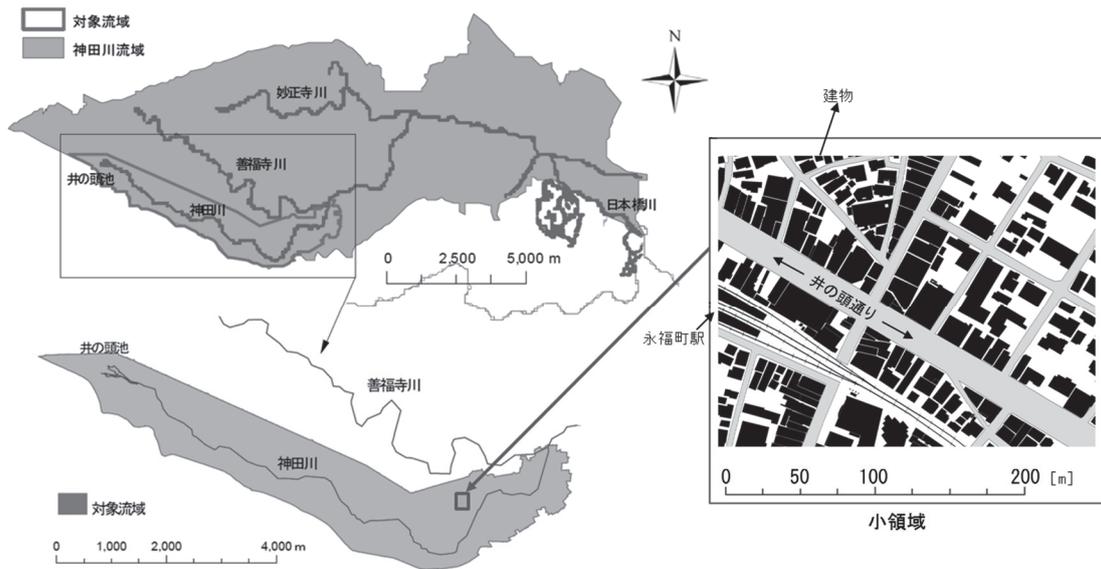


図13 神田川流域の概要と小領域

れ、中野区の区境付近で善福寺池を水源とする善福寺川と合流し新宿区に流入する一級河川である。本研究では井の頭池から善福寺川合流点までの上流域約11.5km<sup>2</sup>（うち道路面積は1.79 km<sup>2</sup>），流路延長9kmを対象領域に設定し、数値地図2500『基盤地図情報』の道路縁・道路構成線から作成したポリゴン型の道路要素から、微小道路要素の自動構築を行った。

表2は、神田川上流域の微小道路要素構築の際に与えたパラメータを示している。ここで、各パラメータは以下の考えに基づき決定した。凹点抽出の基準値 $\theta_0$ としては、目視により道路縁や道路進行方向が明確に屈曲していることが見て取れる角度が約180+15度以上であったので、195度を設定した。隅切りをグループ化する際に用いるグループ化距離 $L_0$ は、建築基準法によって隅切りの最小長さが4mと定められていることと、凹点間の距離が6m以上と

なると、2つの凹点が異なる交差点を構成している場合が多かったことから、6mを設定した。仮分離線の作成で用いる仮分離線の作成範囲角度 $\theta_{Dmax}$ は $\theta_0$ と同様に15度を、交差タイプ分類角度 $\theta_{Dcross}$ は仮分離線の分類結果が良好となる30度を設定した。また短冊状単路部縦横比 $R_{Dmin}$ については、縦横比が0.5以下の単路部を短冊状単路部と考え、0.5を設定することとした。単路部の道路進行方向への分割で用いる最小分割間隔 $L_{Wmin}$ と最大分割間隔 $L_{Wmax}$ は、2.1で述べた通り主要生活道路の最小幅8m，最大幅12mをそれぞれ設定した。また単路部の道路横断方向への分割で用いる分割間隔 $L_{Lmax}$ についても同様に、高規格道路で中央分離帯があるとされる幅12mを設定した。最後に、交差点の微小道路要素への分割で用いた向き合う道路の角度のずれ $\theta_c$ は、 $\theta_0$ と同様に15度を設定した。

表2 微小道路要素発における各種パラメータ

ステップ	名称	値	単位
交差点・単路部の分離	$\theta_0$	195	[度]
	$L_0$	6	[m]
	$\theta_{Dmax}$	15	[度]
	$\theta_{Dcross}$	30	[度]
	$R_{Dmin}$	0.5	
単路部の微小道路要素への分割	$L_{Wmin}$	8	[m]
	$L_{Wmax}$	12	[m]
	$L_{Lmax}$	12	[m]
交差点の微小道路要素への分割	$\theta_c$	15	[度]

本手法の実装と適用は、CPUにIntel (R) XEON (R) CPU 5520 (2.27GHz) を用いた環境下で、GISソフトのArcGIS Ver.9に付随する共通基盤コンポーネントであるArcObjectsのVisual Basic for applications (VBA) を用いて行った。表3は神田川上流域で作成した交差点、単路部および微小道路要素の数を示している。神田川上流域での本手法の適用では、対象流域の道路要素を読み込み交差点・単路部の分離するのに約4時間、単路部および交差点の微小道路

表3 交差点・単路部数および微小道路要素数

	要素数	微小道路要素数
単路部	12,421	53,514
交差点	5,351	6,971
合計	17,772	60,485

要素への分割にそれぞれ1時間程度を要し、60,485個の微小道路要素を出力した。

図13で併記した250m×200mの小領域には、目視検証で用いる道路分布について示している。神田川上流域では、井の頭通りのような高規格道路と生活道路が錯雑な道路ネットワークを形成していることが見て取れる。本研究で自動構築した小領域の微小道路要素を図14に示す。まずA領域に注目すると、単路部の進行方向に対して垂直な分離線により交差点と単路部が分離されているのが見て取れる。次いでB領域では、単路部の微小道路要素が道路幅程度を1辺の長さとする単純形状になっている。また道路幅の小さなC領域では、道路進行方向への分割細小間隔 $L_{wmin}$ として設定した8m間隔で道路が分割されている。さらに道路幅の大きなD領域では、単路部が道路中心線によって分割され、微小道路要素の大きさが制御されているのがわかる。これらの結果から、本研究で提案した手法により単路部を任意の大きさで分割し、洪水流出解析が可能な微小道路要素を作成できると考えられる。次いで交差点のE, F, G領域に注目すると、単純な丁字路(E領域)、

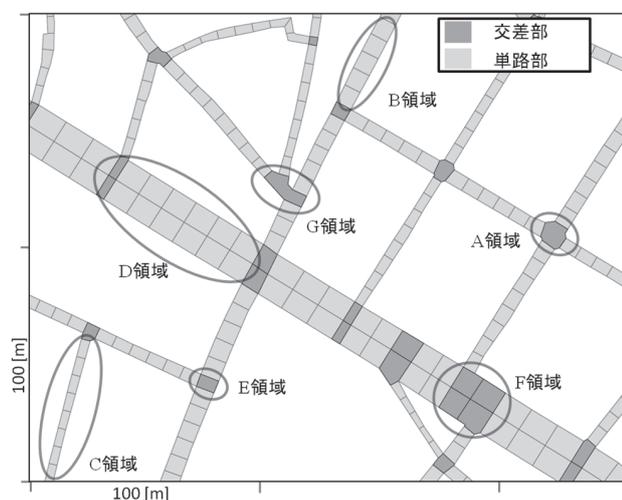


図14 小領域における微小道路要素

広幅員道路の食い違い交差(F領域)では単純形状の要素であるが、2重のY字交差であるG領域では周囲の単路部と比較し微小道路要素が大きい。本手法ではシステムが煩雑になることを避け、交差点においては単路部と整合した分割を行うのみであるため(2.2条件④)、交差角度が直角でなく複雑な交差点では微小道路要素が大きくなるという特性がある。この特性をより詳しく検証するために、図15に高規格道路がY字交差するとともに区画道路も接続する複雑な交差点における本手法の適用結果を示す。まず図15 a)では、5. で示した手法により交差点が道路横断方向に分割線Aにより分離されているものの、微小道路要素が周囲の単路部と比較して大きくなっている。また、図15 b)では幅員が特に広い道路が交差点で湾曲し、図12における向き合う道路の角度のずれ( $\theta_{c1}$ ,  $\theta_{c2}$ )が設定した許容値 $\theta_c$ (=15度)よりも大きく道路横断方向への分割が行われないため、周囲の単路部と比較し交差点の微小道路要素が非常に大きい。こうした交差点が全微小道路要素の中にどの程度含まれるかについて検証するために、分割が不十分な微小道路要素の数を数えることとした。その結果、神田川上流域においては、

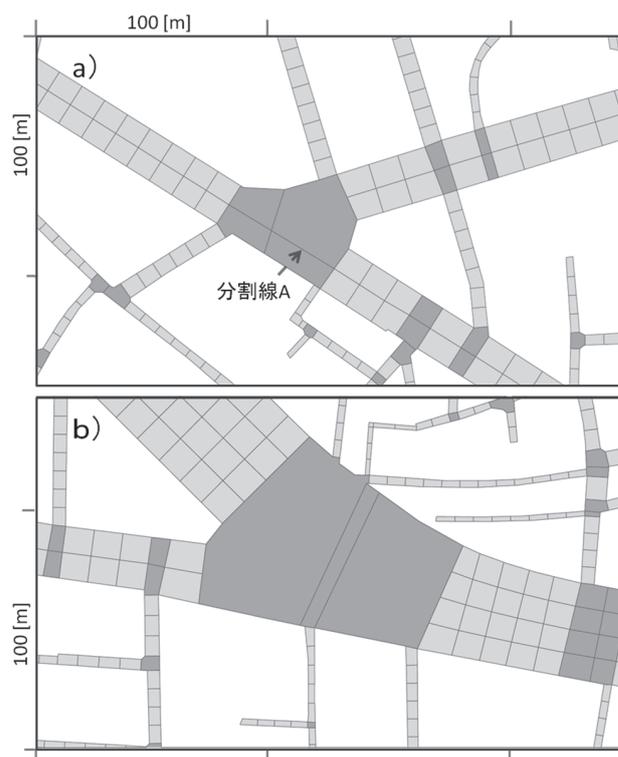


図15 複雑な交差点における微小道路要素

微小道路要素として分割が不十分となった交差部数は50であり、交差部数5,351のうち99.1%の交差部は十分に分割がなされていた。このことから本手法によりほとんどの交差部で分割が十分に行われ、微小道路要素が作成されることがわかる。

## 7. おわりに

本研究では、都市域の洪水流出解析モデルへの入力データであるとともに、従来手作業により多大な労力かけ構築していた微小道路要素を、ポリゴン型の道路要素から自動構築する手法について提案し、それについて検討を行った。また、本手法を神田川上流域に適用し、目視での検証を行った。その結果、本研究で提案した微小道路要素の自動構築手法を適用することで、都市域の洪水流出解析に適した微小道路要素を作成できることが示された。

## 謝辞

本研究を遂行するにあたり、科学研究費(基盤研究(C)、代表:天口英雄、課題番号:25420530)の補助を受けました。ここに記して深謝申し上げます。

## 参考文献

天口英雄・河村明・高崎忠勝(2007)地物データGISを用いた新たな地物指向型都市洪水流出解析モデルの提案「土木学会論文集B」, **63**(3), 206-223.  
伊吹山四朗・多田宏行・栗本典彦(1994)「わかり易い土木講座12 新訂版 道路」, 彰国社。  
内田龍彦・河原能久・木梨行宏・伊藤康(2007)デカルト座標系を用いた市街地氾濫流シミュレータの構築と竹原市の高潮氾濫への適用,「水工学論文集」**51**, 517-522.

川池健司・井上和也・林秀樹・戸田圭一(2002)都市域の氾濫解析モデルの開発。「土木学会論文集」, **698**(II-58), 1-10.

河村哲也(2004)「河川のシミュレーション!」, 山海堂。

古賀達也・河村明・天口英雄(2012)神田川上流域における高度な地物データGISを用いた10mメッシュ土地利用区分の浸透面積率に関する研究,「土木学会論文集B1(水工学)」, **68**(4), I\_505-I\_510.

田内裕人・天口英雄・河村明・中川直子(2013)1/2500地形図標準データファイルを用いた高度な地物データGISの自動構築に関する研究,「土木学会論文集B1(水工学)」, **69**, I\_523-I\_528.

日本機械学会(1986)「計測法シリーズ5 画像処理とパターン計測技術」, 朝倉書店。

黄光偉(2010)道路は氾濫を助長するか,「水文・水資源学会誌」**23**(3), 248-254.

都市計画・建築法制委員会(1992)「要説 改正 都市計画法・建築基準法(平成4年改正)」, 新日本法規出版株式会社。

樗木武(2012)「都市計画 第3版」, 森北出版株式会社。  
福田正・松野三郎(1997)「土木工学ライブラリ9 道路工学」, 朝倉書店。

Amaguchi, H., Kawamura, A., Olsson, J., and Takasaki, T. (2012) Development and testing of a distributed urban storm runoff event model with a vector-based catchment delineation. *Journal of Hydrology*, **420-421**, 201-215.

(2014年6月18日原稿受理, 2014年9月5日採用決定, 2014年10月17日デジタルライブラリ掲載)