

# 交通量収支に基づく交通流円滑性の解析

清水 光\* 小林 正明\*\* 馬屋原 功太郎\*\*\* 石川 洋\*

## Analysis of Traffic Flow Smoothness Based on Volume Balance

Hikaru SHIMIZU\* Masa-aki KOBAYASHI\*\* Koutaro Umayahara\*\*\* Hiroshi Ishikawa\*

### ABSTRACT

This paper studies the analysis of the traffic flow smoothness in urban traffic networks based on the volume balance at each signalized intersection. As the measure of the traffic flow smoothness, the saturation degree, congestion length time, outgoing ratio and travel time are selected in this paper. The threshold of occurring congestion is evaluated using the saturation degree and the outgoing ratio at oversaturated signalized intersections. The congestion length time defined by multiplying congestion length by its duration show the degree of congestion. Travel time consisting of running time and stopping time is a useful measure of traffic flows in traffic networks.

キーワード：交通量収支，飽和度，渋滞長時間，捌け率，旅行時間

Keywords: volume balance, saturation degree, congestion length time, outgoing ratio, travel time

### 1. はじめに

近年，自動車交通は社会経済活動や産業活動をはじめ日常生活においても人や物の移動手段として重要な役割を担っており，我が国の自動車保有台数は毎年直線的に増加してきた。それに伴って交通量が増加し，朝夕のラッシュ時には，主要道路を中心に渋滞が日常的に発生している。交通量の増加に伴って車の走行速度は低下し，渋滞の発生によって出発地から目的地までの所要時間は増加する。

交通工学の分野では道路の交通状況を表すのに混雑度，飽和度あるいは渋滞という指標を用いている<sup>[1]</sup>。また，交通安全施設の整備に伴う円滑性に関する評価に旅行時間や停止時間，停止回数，旅行速度，渋滞長時間などが使われている<sup>[2]</sup>。さらに，安全で円滑な交通秩序を確保する役割をもつ信号制御の評価に旅行時間や停止・発進回数，遅れ時間，捌け量，渋滞長時間などが使われている<sup>[3][4]</sup>。上記の交通流の円滑性の尺度は，道路条件や交通条件，信号制御条件の変動の影響を受けて時々刻々と変動する。

本稿では，都市交通ネットワークにおける交通流の円滑性

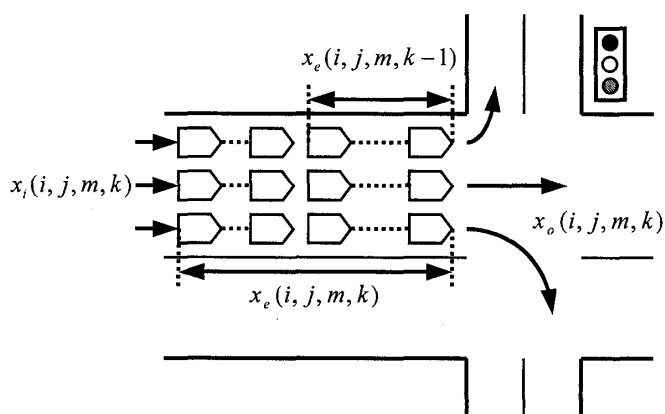


図1 信号交差点の交通量収支

の尺度として，信号制御で重要な役割を果たす飽和度や渋滞長時間，捌け率，また，一般性を有し感覚的に理解し易い旅行時間を選んだ。信号交差点の交通量収支に基づいてこれらの円滑性の尺度をサイクル長単位で解析し，広島県福山市内交通ネットワークにおいて算定した。

## 2. 交通量収支

交通ネットワークの信号交差点の各流入路において、或る時間区間  $\Delta T$  に対して以下の交通量収支が各車線単位で成立する (図1参照)。

$$x_e(i, j, m, k) = x_e(i, j, m, k-1) + x_i(i, j, m, k) - x_o(i, j, m, k) \quad \cdots \cdots (1)$$

$$x_o(i, j, m, k) < c_x(i, j, m, k) \quad \cdots \cdots (2)$$

上式で、 $i$  と  $j$  は信号交差点の位置、 $m$  は信号交差点での車の流入路、 $k=k\Delta T$  ( $k=1,2,\dots,k_f$ ) は時刻をそれぞれ表す。 $x_e(i, j, m, k)$ 、 $x_i(i, j, m, k)$ 、 $x_o(i, j, m, k)$  は、超過流入交通量、流入交通量、捌け交通量をそれぞれ表す。流入交通量  $x_i(i, j, m, k)$  は交通需要や交通条件、信号制御条件の変動の影響を受けて不規則に変動する。また、捌け交通量  $x_o(i, j, m, k)$  は定義より交通処理量  $c_x(i, j, m, k)$  より小さい。

信号交差点の交通処理量は、実際の道路、交通及び信号制御条件のもとで、与えられた一定時間内に、車線または車道のある断面もしくは一様な区間を通過することが期待できる車両の最大数と定義される<sup>[1]</sup>。信号交差点の各流入路の交通容量は、車線別に以下のように解析される<sup>[6]</sup>。

$$c_{xl}(i, j, m, k) = s_l n_l(i, j, m) \cdot r_l(i, j, m, k) \cdot r_b(i, j, m, k) \quad \cdots \cdots (3)$$

$$c_{xs}(i, j, m, k) = s_s n_s(i, j, m) \cdot r_l(i, j, m, k) \quad \cdots \cdots (4)$$

$$c_{xsl}(i, j, m, k) = s_s n_{sl}(i, j, m) \cdot r_l(i, j, m, k) \cdot r_b(i, j, m, k) \quad \cdots \cdots (5)$$

$$c_{xr}(i, j, m, k) = s_r n_r(i, j, m) \cdot r_l(i, j, m, k) \quad \cdots \cdots (6)$$

$c_{xl}(i, j, m, k)$ 、 $c_{xs}(i, j, m, k)$ 、 $c_{xsl}(i, j, m, k)$ 、 $c_{xr}(i, j, m, k)$  は左折、直進、直進・左折、右折の各車線の交通容量を表す。つぎに、 $r_l(i, j, m, k)$ 、 $r_b(i, j, m, k)$ 、 $r_r(i, j, m, k)$  は大型車混入率、バス運行頻度、左折率に関する補正率を表す。 $s_l$ 、 $s_s$ 、 $s_r$  は左折、直進、右折車線の飽和交通量を表し、 $n_l(i, j, m)$ 、 $n_s(i, j, m)$ 、 $n_r(i, j, m)$  は各車線数を表す。

以上の各車線の交通容量に青信号スプリットをかけて信号交差点の各流入路に対する交通処理量が求まる。左折、直進、右折車線から構成される流入路の交通処理量は、各車線の青信号スプリット  $r_{gl}(i, j, m, k)$ 、 $r_{gs}(i, j, m, k)$ 、 $r_{gr}(i, j, m, k)$  をかけて以下のように求まる。

$$c_x(i, j, m, k) = r_{gl}(i, j, m, k) \cdot c_{xl}(i, j, m, k) + r_{gs}(i, j, m, k) \cdot c_{xs}(i, j, m, k) + r_{gr}(i, j, m, k) \cdot c_{xr}(i, j, m, k) \quad \cdots \cdots (7)$$

以上のことから、各流入路の交通処理量は或る交通条件のもとで車線数と青信号スプリットに比例する。

各信号交差点の各車線単位の交通量収支に基づいて、交通ネットワークにおける渋滞長の信号制御システムは次式の離散形時変非線形ダイナミックシステムで表される<sup>[7]</sup>。

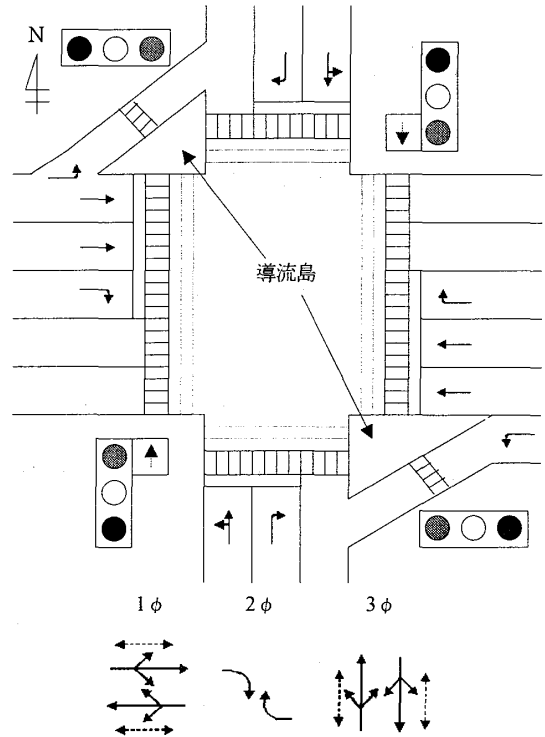


図2 西桜町1丁目信号交差点の道路形状と現示

$$\begin{cases} x_e(i, j, m, k) = x_e(i, j, m, k-1) + x_i(i, j, m, k) - u(i, j, m, k) \\ y_c(i, j, m, k) = l_m(i, j, m, k) x_e(i, j, m, k) \end{cases} \quad \cdots \cdots (8)$$

上式で、 $u(i, j, m, k)$  はサイクル長と青信号スプリット、オフセットから成る三つの信号制御パラメータによる制御入力を表す。渋滞長  $y_c(i, j, m, k)$  は状態変数  $x_e(i, j, m, k)$  に変換係数  $l_m(i, j, m, k)$  を乗じて求められる。なお、変換係数  $l_m(i, j, m, k)$  は待ち車列の平均車頭間隔に相当する。

## 3. 円滑性の尺度

本稿で交通流の円滑性の尺度として用いる飽和度や渋滞長時間、捌け率、旅行時間の定義と特性について以下にまとめる。

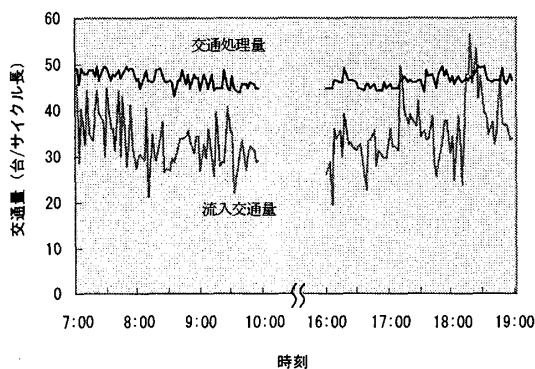
信号交差点の一つの流入路における飽和度  $\lambda(i, j, m, k)$  は、或る現示で流入交通量  $x_i(i, j, m, k)$  をその流入路の交通処理量  $c_x(i, j, m, k)$  で除した値で定義され<sup>[8]</sup>、次式

$$\lambda(i, j, m, k) = \frac{x_i(i, j, m, k)}{c_x(i, j, m, k)} \quad \cdots \cdots (9)$$

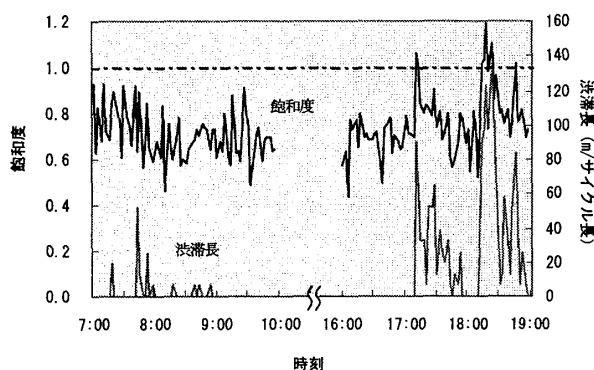
で表される。 $\lambda > 1.0$  の状態を過飽和とよび、渋滞によって円滑性は著しく低下する。

信号交差点の或る流入路における渋滞長時間  $T_c(i, j, m)$  は、渋滞長とその継続時間の積の総和で定義され、次式

$$T_c(i, j, m) = \sum_{k=1}^{k_f} y_c(i, j, m, k) C_y(i, j, m, k) \quad \cdots \cdots (10)$$



(a)直進車線の交通処理量と流入交通量



(b)直進車線の飽和度と渋滞長

図3 西桜町1丁目信号交差点東行き流入路の直進車線における飽和度と渋滞長の変動特性

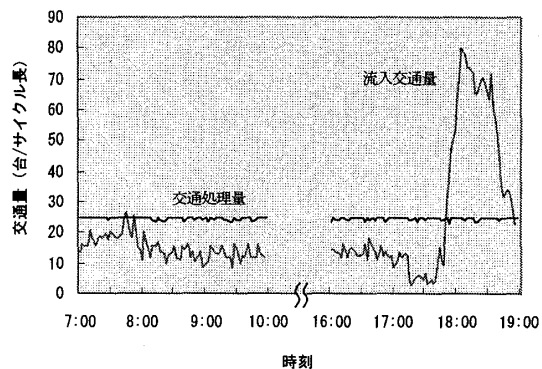
で表される。ここで、 $C_v(i,j,m,k)$ はサイクル長を表す。渋滞長時間は渋滞の一つの定量的表現であり、信号制御の評価関数として用いることができる。

信号交差点の一つの流入路において、捌け率 $\xi(i,j,m,k)$ を次式で定義する。

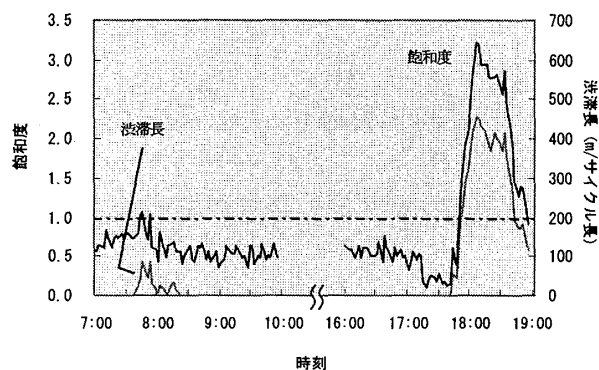
$$\begin{cases} \xi(i,j,m,k) = \frac{x_o(i,j,m,k)}{c_x(i,j,m,k)} \\ 0 \leq \xi(i,j,m,k) < 1.0 \end{cases} \quad (11)$$

ここで、捌け交通量 $x_o(i,j,m,k)$ は実際の道路条件（流入路の形状、幅員、勾配等）や交通条件（車種構成、右左折車混入率、バス停の位置、駐車車両、など）、信号制御条件のもとで、一定時間に流入路の停止線を通過する車両台数を表す。捌け交通量は交通需要の変動の影響を受けて一般に広範囲で不規則に変動するため、渋滞か非渋滞かの判別は交通量収支に基づいて行う必要がある。

旅行時間は、或る区間の走行に要した時間で、停止およびそのほかの遅れを含めた総所要時間と定義される。ただし休憩、宿泊など、路線を離れた時間を除く<sup>[5]</sup>。交通ネットワークの或る出発地（Origin）から目的地（Destination）までのOD旅行時間を、そのODを構成する各リンクの旅行時間の



(a)直進車線の交通処理量と流入交通量



(b)直進車線の飽和度と渋滞長

図4 府中分かれ信号交差点南行き流入路の直進車線における飽和度と渋滞長の変動特性

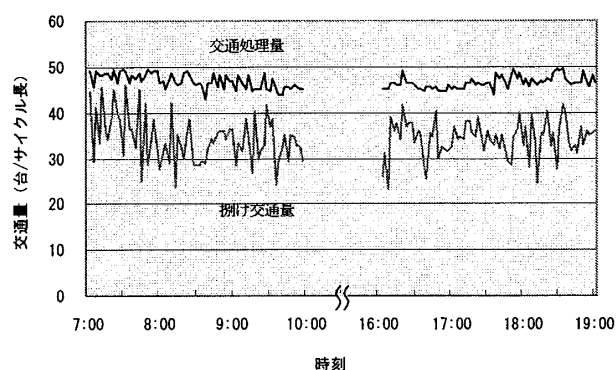
総和より求める。各リンクの旅行時間は走行時間と停止時間の和より求められる。ここで、走行時間は車が実際に動いている時間であり、停止時間は赤信号や渋滞、右折待ちなどにより車が静止している時間である。

#### 4. 円滑性の解析

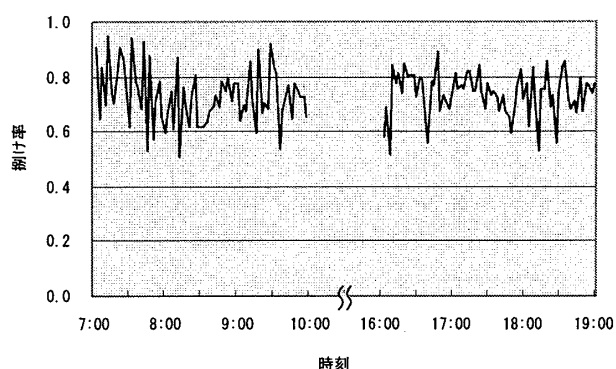
都市交通ネットワークにおける交通流円滑性の尺度として選択した飽和度や渋滞長時間、捌け率、旅行時間について解析し、広島県福山市内の交通ネットワークにおけるそれらの算定結果について考察する。

##### 4. 1 交通量の測定

ここでは、福山市内国道2号線上の過飽和信号交差点である西桜町1丁目信号交差点（図8の信号交差点2.1）と府中分かれ信号交差点（図8の信号交差点2.4）を対象に流入交通量や超過流入交通量、捌け交通量を測定した。交通量がピークとなる午前と午後のラッシュ時の7:00~9:00と17:00~19:00について、信号交差点全体が見える場所にビデオカメラを設置して測定した。国道2号線の東行き交通に対して、西桜町1丁目信号交差点で2車線から3車線に増加し、府中分かれ信号交差点では逆に3車線から2車線に減少する。この車線数の変化によって交通容量が大きく変動し、交通流



(a)直進車線の交通処理量と捌け交通量



(b)直進車線の捌け率

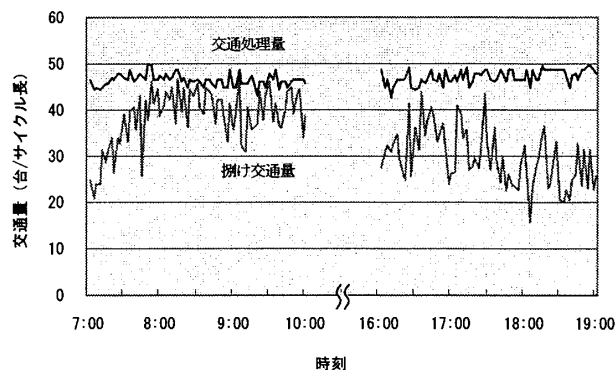
図5 西桜町1丁目信号交差点東行き流入路の直進車線における捌け交通量の変動特性

の円滑性の観点から重要な信号交差点となる。

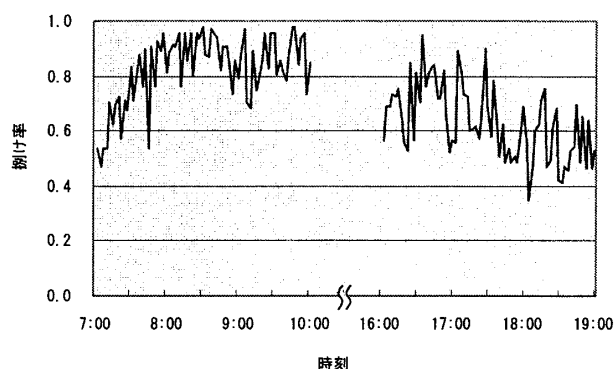
西桜町1丁目信号交差点の平成12年度現在における道路形状と現示を図2に示す。東西方向の国道2号線では、右折車線と導流島が設けられ右左折の交通流の円滑化を図っている。この信号交差点では東西方向の国道2号線のみならず南北方向の右折交通量も多く、全ての流入路に右折車線が設けられている。現示は3現示で、国道2号線の右折車に対し第2現示2φで専用現示を設けている。破線の矢印は歩行者の現示を示す。

#### 4. 2 飽和度

飽和度  $\lambda(i,j,m,k)$  は交通処理量に対する流入交通量の比で定義された。西桜町1丁目信号交差点の東行き流入路の直進車線における交通処理量と流入交通量のサイクル長単位の変動を図3(a)に示す。交通処理量は43(台/サイクル長)から50(台/サイクル長)の小さい範囲で不規則に変動しているのに対し、流入交通量は20(台/サイクル長)から57(台/サイクル長)の広範囲で不規則に変動している。とくに、17時過ぎと18時過ぎには流入交通量が交通処理量を上回り、図3(b)に示されるように飽和度の値が1.0を越えている。この信号交差点では、飽和度の値は0.43から1.19の広範囲で流入交通量に類似して不規則に変動し、渋滞発生時の飽和度



(a)直進車線の交通処理量と捌け交通量



(b)直進車線の捌け率

図6 西桜町1丁目信号交差点西行き流入路の直進車線における捌け交通量の変動特性

の値は0.52から0.92の広範囲に及び、渋滞消滅時のその値は0.64から0.78の範囲となっている。

府中分かれ信号交差点の南行き流入路の直進車線における交通処理量と流入交通量のサイクル長単位の変動を図4(a)に示す。交通処理量は23(台/サイクル長)から25(台/サイクル長)の狭い範囲で変動しているのに対し、流入交通量は3(台/サイクル長)から81(台/サイクル長)の非常に広い範囲で不規則に変動している。とくに、18時前から流入交通量が急増し、図4(b)に示されるように飽和度の最大値は3.22に及んでいる。この信号交差点においても、飽和度の値は流入交通量に類似して不規則に変動し、渋滞の発生時や消滅時のその値は広範囲で変動している。

#### 4. 3 渋滞長時間

渋滞が発生すると車の走行速度は低下し停止時間は増加する。このような渋滞による交通流円滑性の低下を定量的に表現する尺度として渋滞長時間が考えられた。

西桜町1丁目信号交差点の東行き流入路の直進車線における渋滞長は、図3(b)に示されるように午前に最大52mと小さいのに対し、午後には最大136mで渋滞の継続時間も長くなっている。(10)式で定義される渋滞長時間  $T_c(i,j,m)$  の値は午前が  $21.3 \times 10^3 \text{ m} \cdot \text{sec}$ 、午後が  $244 \times 10^3 \text{ m} \cdot \text{sec}$  と午後の渋滞の

大きいことがわかる。

府中分かれ信号交差点の南行き流入路の直進車線における渋滞長は、図 4(b)に示されるように午前に最大 84m であるのに対し、午後には最大 459m までに達している。渋滞長時間

$T_c(i, j, m)$  の値は、午前が  $77.5 \times 10^3 \text{ m} \cdot \text{sec}$ 、午後が  $1.32 \times 10^6 \text{ m} \cdot \text{sec}$  と午後に大渋滞の発生していることを表している。

#### 4. 4 捌け率

信号交差点の各流入路における捌け交通量の変動特性についてサイクル長単位で解析する。ここでは、最初に車線単位の交通処理量の変動特性について解析し、つぎに、捌け交通量の変動特性について解析する。

西桜町 1 丁目信号交差点の東西方向流入路における直進車線の交通処理量と捌け交通量、並びに、交通処理量に対する捌け交通量の比で定義される捌け率  $\xi(i, j, m, k)$  について解析する。サイクル長は 150 秒一定である。図 5(a)に示されるように交通処理量は 43 (台/サイクル長) から 49 (台/サイクル長) の範囲で不規則に変動するのに対し、捌け交通量は 23 (台/サイクル長) から 46 (台/サイクル長) の広範囲で不規則に変動する。捌け率  $\xi(i, j, m, k)$  は、0.51 から 0.95 の範囲で捌け交通量に類似して不規則に変動する。つぎに、西行き流入路の二つの直進車線の捌け交通量の変動特性について図 6(a), (b)に示す。解析より、夕方の 17 時 30 分以降において比率  $\xi(i, j, m, k)$  の値が大きく減少し、交通の流れが低下し、渋滞が発生していることを表している。

#### 4. 5 旅行時間

リンク旅行時間は、交通流の状況やオフセット制御の有無、下流側信号交差点での進行方向などによって異なるため、図 7 のように場合分けして解析する。走行時間や停止時間の解析で使用される待ち車列台数は、サイクル長単位の交通量収支に基づいて求められる。

##### 4. 5. 1 渋滞無し・オフセット制御有りの場合

###### i) 下流側信号交差点を直進

・走行時間

$$T_r(i, j, m, k) = t_{run} \quad \dots\dots\dots (12)$$

・停止時間

$$T_s(i, j, m, k) = P_s \cdot \{P_y(t_y/2 + t_r + t_s) + P_r(t_r + t_s)\} \quad \dots\dots\dots (13)$$

###### ii) 下流側信号交差点を右折

・走行時間

$$T_r(i, j, m, k) = t_{run} + t_{cr} \quad \dots\dots\dots (14)$$

・停止時間

$$T_s(i, j, m, k) = t_{dr}/2 + t_s \quad \dots\dots\dots (15)$$

###### iii) 下流側信号交差点を左折

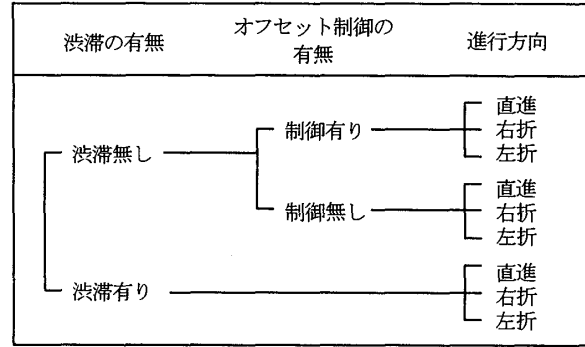


図 7 リンク旅行時間解析の場合分け

・走行時間

$$T_r(i, j, m, k) = t_{run} + t_{cl} \quad \dots\dots\dots (16)$$

・停止時間

$$T_s(i, j, m, k) = t_{dl}/2 + t_s \quad \dots\dots\dots (17)$$

##### 4. 5. 2 渋滞無し・オフセット制御無しの場合

###### i) 下流側信号交差点を直進

・走行時間

$$T_r(i, j, m, k) = P_g \cdot t_{run} + P_y(t_{run} + t_{cs}) + P_r(t_{run} + t_{cs}) \quad \dots\dots\dots (18)$$

・停止時間

$$T_s(i, j, m, k) = P_y(t_y/2 + t_r + t_s) + P_r(t_r + t_s) \quad \dots\dots\dots (19)$$

下流側信号交差点を右折、左折する場合も同様に解析する。ここで、

$$t_{run}(i, j, m, k) = (d - y_l)/v \quad \dots\dots\dots (20)$$

$$t_{cs}(i, j, m, k) = q/2c_x \quad \dots\dots\dots (21)$$

$$P_g(i, j, m, k) = t_g/C_y \quad \dots\dots\dots (22)$$

$$P_y(i, j, m, k) = t_y/C_y \quad \dots\dots\dots (23)$$

$$P_r(i, j, m, k) = t_r/C_y \quad \dots\dots\dots (24)$$

上式で、 $T_r$  と  $t_{run}$  はリンク走行時間、 $T_s$  はリンク停止時間、 $P_s$  は交差点停止割合、 $t_{cs}$  は直進待ち車列捌け時間、 $t_g$ ,  $t_y$ ,  $t_r$  は青・黄・赤の各信号時間、 $P_g$ ,  $P_y$ ,  $P_r$  は各信号時間の確率、 $d$  はリンク距離、 $y_l$  は待ち車列長、 $v$  はリンク走行速度、 $q$  は待ち車列台数、 $t_{dr}$  は直進青現示から右折青現示までの遅れ時間、 $t_{dl}$  は直進青現示から左折青現示までの遅れ時間、 $t_s$  は発進遅れをそれぞれ表す。なお、式を簡潔に表現するために右辺の変数についてはこれらの添字を省略した。

##### 4. 5. 3 渋滞の場合

###### i) 下流側信号交差点を直進

・走行時間

$$T_r(i, j, m, k) = P_g(t_{run} + t_{cs})$$

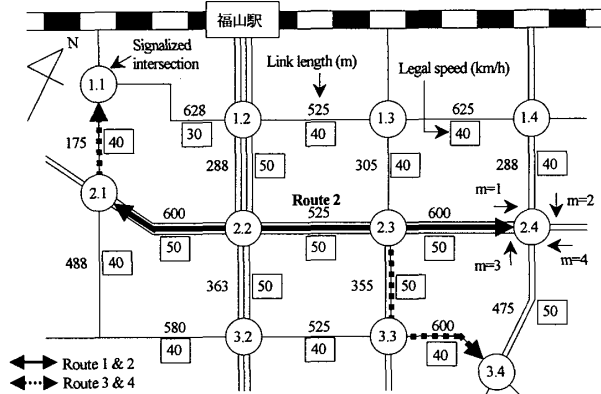


図8 福山市内交通ネットワーク

$$+ P_y(t_{run} + t_{cs}) + P_r(t_{run} + t_{cs}) \cdots \cdots (25)$$

・停止時間

$$T_s(i, j, m, k) = P_g(t_g / 2 + t_y + t_r + t_s) + P_y(t_y / 2 + t_r + t_s) + P_r(t_r + t_s) \cdots \cdots (26)$$

下流側信号交差点を右折、左折する場合も同様に解析する。ここでは、信号制御は適切に行なわれ、渋滞時に青信号で交差点に進出した場合、青信号を1回見送ると仮定した。

交通ネットワーク内の或る出発地から目的地までの平均OD旅行時間  $T_{OD}(k)$  は、その経路に沿った平均リンク旅行時間の総和より求められる。

・平均OD旅行時間

$$T_{OD}(k) = \sum_i \sum_j \sum_m \{T_r(i, j, m, k) + T_s(i, j, m, k)\} \cdots \cdots (27)$$

#### 4. 5. 4 旅行時間の算定結果

提案した平均OD旅行時間の解析精度を、福山市内交通ネットワークにおけるシミュレーションによる算定値と測定値の比較に基づいて考察する。測定は、交通流がほぼ等しいとみなせる表1の6つの時間帯に分けて、平成11年9月から11月までの平日に福山市内交通ネットワークで試験車走行法を用いて行った。シミュレーションは、図8に示す4つの経路に対し、各時間帯毎に15分単位で行った。

経路1, 2, 3, 4の6つの時間帯A, B, C, D, E, Fの旅行時間について算定した誤差の平均値を表2～表5に示す。経路1と経路2は片側3車線の国道2号線をそれぞれ東西方向に直進走行する。車の走行速度の測定値を用いて走行時間を算定しているので全般的に精度は良い。停止時間は渋滞やオフセット制御の有無などの影響を受けるため、経路1の時間帯B, Eや経路2の時間帯C, Dのように算定精度の悪い時間帯が存在する。信号交差点(1.1)から信号交差点(3.4)までの経路3と信号交差点(3.4)から信号交差点(1.1)までの経路4は直進と合計3回の右左折を含む。走行時間には直進走行時間に右左折の捌け時間が加わり、経路1, 2に比べて算定精度は少し悪くなっている。停止時間については渋滞やオフセット制御の有無の影響に加え、右左折できるまでの停止時間

表1 時間帯の分類

分類	時間帯	測定回数
A	7:30～9:00	10
B	9:00～11:00	10
C	11:00～13:00	10
D	13:00～15:00	10
E	15:00～17:00	10
F	17:00～19:00	10

表2 経路1の旅行時間の算定誤差

		A	B	C	D	E	F
走行時間 (秒)	算定値	246.62	152.25	148.73	164.04	186.69	244.24
	測定値	234.20	150.50	147.50	160.10	179.60	237.50
	相対誤差	5.30%	1.16%	0.83%	2.46%	3.95%	2.84%
停止時間 (秒)	算定値	188.91	56.02	57.83	91.71	126.72	165.61
	測定値	176.50	67.10	61.40	90.90	107.90	168.80
	相対誤差	7.03%	-16.51%	-5.81%	0.89%	17.44%	-1.89%
旅行時間 (秒)	算定値	435.53	208.27	206.56	255.75	313.41	409.85
	測定値	410.70	217.60	208.90	251.00	287.50	406.30
	相対誤差	6.05%	-4.29%	-1.12%	1.89%	9.01%	0.87%

表3 経路2の旅行時間の算定誤差

		A	B	C	D	E	F
走行時間 (秒)	算定値	161.10	161.70	155.08	157.96	160.82	216.48
	測定値	155.10	157.80	153.50	155.00	156.90	211.44
	相対誤差	3.87%	2.47%	1.03%	1.91%	2.50%	2.38%
停止時間 (秒)	算定値	70.62	71.33	67.52	72.17	77.60	150.73
	測定値	74.10	79.10	90.40	86.30	85.30	159.11
	相対誤差	-4.70%	-9.82%	-25.31%	-16.37%	-9.03%	-5.27%
旅行時間 (秒)	算定値	231.72	233.03	222.60	230.13	238.42	367.21
	測定値	229.20	236.90	243.90	241.30	242.20	370.55
	相対誤差	1.10%	-1.63%	-8.73%	-4.63%	-1.56%	-0.90%

表4 経路3の旅行時間の算定誤差

		A	B	C	D	E	F
走行時間 (秒)	算定値	318.59	238.71	237.01	247.09	263.33	334.47
	測定値	293.10	215.30	214.80	227.70	237.60	297.80
	相対誤差	8.70%	10.87%	10.34%	8.52%	10.83%	12.31%
停止時間 (秒)	算定値	225.57	100.86	111.65	141.16	118.44	249.60
	測定値	227.90	87.90	124.70	166.00	142.60	202.10
	相対誤差	-1.02%	14.74%	-10.47%	-14.96%	-16.94%	23.50%
旅行時間 (秒)	算定値	544.16	339.57	348.66	388.25	381.77	584.07
	測定値	521.00	303.20	339.50	393.70	380.20	499.90
	相対誤差	4.45%	12.00%	2.70%	-1.38%	0.41%	16.84%

表5 経路4の旅行時間の算定誤差

		A	B	C	D	E	F
走行時間 (秒)	算定値	247.70	255.77	318.30	278.98	330.01	368.71
	測定値	220.70	233.20	298.40	260.70	310.10	343.80
	相対誤差	12.23%	9.68%	6.67%	7.01%	6.42%	7.25%
停止時間 (秒)	算定値	107.05	128.62	133.97	138.06	144.17	319.82
	測定値	88.10	97.30	140.20	121.20	149.80	289.10
	相対誤差	21.51%	32.19%	-4.44%	13.91%	-3.76%	10.63%
旅行時間 (秒)	算定値	354.75	384.39	452.27	417.04	474.18	688.53
	測定値	308.80	330.50	438.60	381.90	459.90	632.90
	相対誤差	14.88%	16.31%	3.12%	9.20%	3.11%	8.79%

の影響を受けるため経路1, 2に比べて算定精度は悪くなっている。リンク走行時間とリンク停止時間の和より求めたOD旅行時間の算定誤差は、経路1, 2では全ての時間帯で10%以内に納まっている。一方、経路3, 4では右左折の走行時間と停止時間の算定精度がそれぞれ低下するため、10%を越える時間帯がいくつか存在する。

#### 5. おわりに

ここでは、都市交通ネットワークの交通流の円滑性の尺度で

ある飽和度や渋滞長時間、捌け率、旅行時間について解析した。広島県福山市内交通ネットワークでこれらの円滑性の尺度について算定した結果、以下のことが確かめられた。

- ①飽和度は、流入交通量に類似して不規則に変動する。渋滞発生時や消滅時の飽和度の値は広い範囲で変動し、閾値の設定は難しい。
- ②渋滞長時間は、渋滞の時間変動特性グラフ上における面積に相当し、渋滞の一つの定量的表現となる。したがって、信号制御システムの評価関数として用いることができる。
- ③捌け率は、捌け交通量に類似して不規則に変動する。渋滞発生時や消滅時の捌け率の値は、統計的に求めることができる<sup>[6]</sup>。
- ④リンク走行時間は、車の走行速度の測定値を用いて算定され、直進経路では精度良く求まる。一方、右左折を含む経路では、右左折の捌け時間の算定精度に問題がある。
- ⑤リンク停止時間は、直進経路では交通流とオフセット制御の有無を考慮すればよいのに対し、右左折を含む経路では右左折できるまでの停止時間が加わり、算定精度は悪くなる。

今後、信号交差点流入路の各車線の待ち車列長や交通処理量、右左折確率などの算定精度を向上させると共に、算定精度のバラツキ（標準偏差）について考察する必要がある。

#### 参考文献

- [1] 高田邦彦"交通工学入門, 3. 交通混雑(その2)", 交通工学, vol.24, No.3, pp.37-45, (1989-5).
- [2] 斎藤威"第5次交通安全施設等整備事業五箇年計画の評価", 交通工学, vol.33, No.2, pp.11-21, (1998-10).
- [3] 交通工学研究会編"交通信号の手引", (1994-7).
- [4] S. Miyata, M. Noda and T. Usami, "STREAM (Strategic Realtime Control for Megalopolis- Traffic) Advanced Traffic Control System of Tokyo Metropolitan Police Department", Proc. of the 2nd World Congress on Intelligent Transport Systems, Yokohama, vol.1, pp.289-297, (1995-11).
- [5] 埴克郎 他"交通調査マニュアル", pp.39, (1976-5).
- [6] 清水, 小林, 米澤, 馬屋原: 都市交通ネットワークにおける交通流の円滑性の解析, 情報処理学会研究報告, vol.2001, No.47, pp.55-62, (2001-5).
- [7] 清水, 真柴, 傍田, 小林: 幹線道路の渋滞長制御, 情報処理学会論文誌, 第42巻, 第7号, pp.1876-1884, (2001-7).
- [8] A. D. May, "Traffic Flow Fundamentals", Prentice-Hall, pp.116-159, (1990).