

交通ネットワークにおけるOD旅行時間の解析と算定

小林 正明⁺ 清水 光⁺⁺ 馬屋原 功太郎⁺⁺⁺ 石川 洋⁺⁺

⁺福山大学 工学部 機械工学科

⁺⁺福山大学 工学部 情報処理工学科

〒729-0292 広島県福山市学園町1番地三蔵

⁺⁺⁺(株)日新システムズ

〒600-8482 京都市下京区堀川通綾小路下ル綾堀川町 293-1

E-mail: ⁺kobayasi@fume.fukuyama-u.ac.jp

⁺⁺{shimizu, h-ishika}@fuip.fukuyama-u.ac.jp

あらまし 本稿では、交通ネットワークにおける出発地から目的地までの平均OD旅行時間を、そのODを構成する各リンクの平均旅行時間の総和より求める。各リンクの旅行時間は走行時間と停止時間の総和より求める。各リンクの走行時間と停止時間は、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車の進行方向を考慮に入れて詳細に解析する。最後に、リンク旅行時間の解析に基づき、福山市内交通ネットワークにおいてシミュレーションを実行し、シミュレーションによる算定値と試験車走行法による測定値を比較し、旅行時間の算定精度について考察する。

キーワード：リンク旅行時間、走行時間、停止時間、試験車走行法、シミュレーション

Analysis and Evaluation of OD Travel Time in Traffic Networks

Masa-aki Kobayashi⁺, Hikaru Shimizu⁺⁺, Koutaro Umayahara⁺⁺⁺

And Hiroshi Ishikawa⁺⁺

⁺Department of Mechanical Engineering

⁺⁺Department of Information Processing Engineering

Faculty of Engineering, Fukuyama University

1 Gakuen-cho, Fukuyama-shi, 729-0292, Japan

⁺⁺⁺Nissin System Co.,Ltd

E-mail: ⁺kobayasi@fume.fukuyama-u.ac.jp

⁺⁺{shimizu, h-ishika}@fuip.fukuyama-u.ac.jp

Abstract Travel time consisting of running time and stopping time is a useful measure of traffic flows in traffic networks. The mean link travel time is analyzed according to the classification of the traffic flow, offset control and moving direction at the downstream signalized intersection in traffic networks. The mean OD travel time from one's origin to his destination is evaluated by summing up the mean link travel time along the route.

Key words link travel time, running time, stopping time, test-car technique, simulation

1. はじめに

近年、自動車保有台数の増加に伴って交通量は増加し、とくに、朝夕のラッシュ時には都市地域の主要道路を中心に交通渋滞が日常的に発生している。渋滞の発生は、車の走行速度の低下や出発地から目的地までの所要時間の増加、燃料消費の増加、さらに排気ガスによる大気汚染などの社会的問題の原因の一つとなっている。

現在、交通渋滞を制御する方法として、動的経路誘導システムや信号制御システムなどが研究開発されている。動的経路誘導システムは、出発地（Origin）から目的地（Destination）までの最短平均 OD 旅行時間とその経路を含む幾つかの推奨経路をドライバーに示すことにより特定リンクへの交通流の集中を防ぎ、交通渋滞を回避、および軽減するシステムである。このシステムでは平均 OD 旅行時間を評価尺度として最適経路を探索する。

現在まで、幾つかの旅行時間推定法が提案されてきた。一つは静的旅行時間推定法で、旅行時間に関する確率密度関数を 3 母数逆ガウス型分布で表現し、その母数を混雑度や信号交差点密度に関して推定している¹⁾。また、旅行速度モデルを停車時間モデルと走行速度モデルより求めている。停車時間は信号交差点密度に関する線形回帰式を用いて定式化し、走行速度は指定速度や市街化率、交通量に関する線形回帰式を用いて定式化している²⁾。他の一つは動的旅行時間推定法で、旅行時間を渋滞の有無により異なった方法で解析している。たとえば、非渋滞時の旅行時間は、車両感知器を中心として分割された区間距離を交通量と占有時間より求めた走行速度で割って計算している

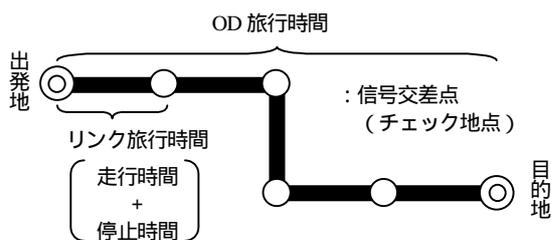


図1 OD旅行時間とリンク旅行時間

³⁾。また、渋滞時の旅行時間は、対象区間の渋滞長と交通流量を用いた砂時計モデルにより解析している⁴⁾。これらの方法は、いずれも直進経路を対象に車両感知器間の距離に依存した区間について旅行時間を解析している。動的経路誘導システムでは OD 旅行時間をリアルタイムで算定するため、信号交差点での信号制御や車の進行方向、交通流の変動などによる影響を考慮に入れ、旅行時間を精度良く解析することが必要である。

本稿では、出発地から目的地までの平均 OD 旅行時間を、その OD を構成する各リンクの平均旅行時間の総和より求める（図1参照）。各リンクの旅行時間は走行時間と停止時間の総和より求める。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。各リンクの走行時間と停止時間は、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車の進行方向を考慮に入れて詳細に解析する。最後に、リンク旅行時間の解析に基づき、福山市内交通ネットワークにおいてシミュレーションを実行し、シミュレーションによる算定値と試験車走行法による測定値を比較し、旅行時間の算定精度について考察する。

2. リンク旅行時間の解析

各リンクの走行時間と停止時間は、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車の進行方向により異なるので、図2に示すような場合分けに基づいて解析する⁵⁾。

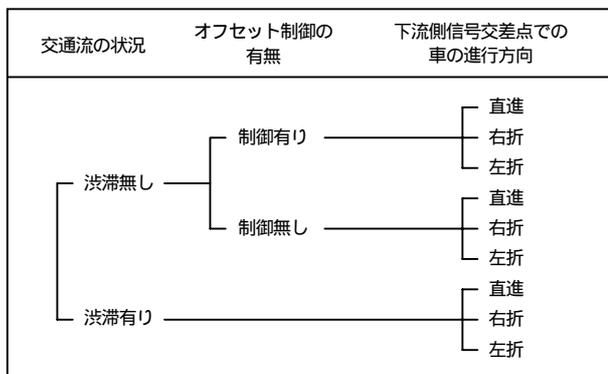


図2 リンク旅行時間解析の場合分け

2.1 渋滞無し・オフセット制御有りの場合

オフセット制御により車は下流側信号交差点を青信号で通過し、最も円滑に走行できる。

-) 下流側信号交差点を直進
- ・ 走行時間
- リンク走行時間 t_{run} のみとなる。

$$T_r(i, j, m, k) = t_{run} \quad (1)$$

ここで、リンク走行時間 t_{run} はリンク距離 d や待ち車列長 y_k 、リンク走行速度 v を用いて次式で求められる。

$$t_{run}(i, j, m, k) = (d - y_l) / v \quad (2)$$

ここで、 i と j は交通ネットワークにおける信号交差点の位置、 m は車の流入路 (図3参照) $k=k$ ($k=1, 2, \dots, k_f$) は時刻をそれぞれ表す。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。また、解析に用いる変数の意味を表1に示す。

・ 停止時間

オフセット制御有りの場合でも全ての車が信号交差点で停止することなく通過できるわけではない。黄信号で交差点に到着した場合の停止時間と赤信号で到着した場合の停止時間の和に交差点停

表1 変数の意味

変数	意味	単位
T_r, t_{run}	リンク走行時間	(s)
T_s	リンク停止時間	(s)
P_s	交差点停止割合	
t_{cs}, t_{cr}, t_{cl}	直進・右折・左折待ち車列捌け時間	(s)
t_g, t_y, t_r	青・黄・赤信号時間	(s)
C_y	サイクル長	(s)
P_g, P_y, P_r	青・黄・赤信号の確率	
q_s, q_r, q_l	直進・右折・左折車線の待ち車列台数	(台)
s, r, l	直進・右折・左折車線の交通処理量	(台/s)
t_{dr}, t_{dl}	直進青現示から右折・左折青現示までの遅れ時間	(s)
t_s	発進遅れ	(s)
r, l	青信号で下流側信号交差点を右折・左折できない確率	

止割合 P_s を掛け、次式で求める。

$$T_s(i, j, m, k) = P_s \{ P_y (t_y / 2 + t_r + t_s) + P_r (t_r / 2 + t_s) \} \quad (3)$$

但し、信号交差点が近接している道路では、赤信号時間が半分以上経過した段階で信号交差点に車が到着することは少なく (上流側信号交差点を右左折で通過した場合や交差街路から流入した場合を除く) 赤信号の初期の段階から停止するケースが多い。このような場合、停止時間は以下のように表せる。

$$T_s(i, j, m, k) = P_s \{ P_y (t_y / 2 + t_r + t_s) + P_r (t_r + t_s) \} \quad (4)$$

) 下流側信号交差点を右折

・ 走行時間

リンク走行時間 t_{run} に右折待ち車列捌け時間 t_{cr} を加え、次式で求める。

$$T_r(i, j, m, k) = t_{run} + t_{cr} \quad (5)$$

ここで、右折待ち車列捌け時間 t_{cr} は、右折車線の待ち車列台数 q_r と右折車線の交通処理量 r を用いて次式で求められる。

$$t_{cr}(i, j, m, k) = q_r / 2r \quad (6)$$

・ 停止時間

対向直進交通量が多い場合、直進青現示から右折青現示までの遅れ時間 t_{dr} の 1/2 と発進遅れ t_s を加え、次式で求める。

$$T_s(i, j, m, k) = t_{dr} / 2 + t_s \quad (7)$$

) 下流側信号交差点を左折

・ 走行時間

下流側信号交差点を右折するときと同様な考えで、リンク走行時間 t_{run} に左折待ち車列捌け時間 t_{cl} を加え、次式で求める。

$$T_r(i, j, m, k) = t_{run} + t_{cl} \quad (8)$$

ここで、左折待ち車列捌け時間 t_{cl} は次式で求められる。

$$t_{cl}(i, j, m, k) = q_l / 2\psi_l \quad (9)$$

・停止時間

横断歩行者が多い場合、直進青現示から左折青現示までの遅れ時間 t_{dl} の 1/2 と発進遅れ t_s を加え、以下のように表せる。

$$T_s(i, j, m, k) = t_{dl} / 2 + t_s \quad (10)$$

2.2 渋滞無し・オフセット制御無しの場合

車は下流側信号交差点で青・黄・赤のいずれかの信号に遭遇する。青信号で交差点に到着した場合はそのまま直進通過できるが、黄または赤信号で到着した場合は一度停止し、次の青信号で通過できる。

) 下流側信号交差点を直進

・走行時間

黄または赤信号で交差点に到着した場合は、リンク走行時間 t_{run} に直進待ち車列捌け時間 t_{cs} を加え、以下のように表せる。

$$T_r(i, j, m, k) = P_g \cdot t_{run} + P_y(t_{run} + t_{cs}) + P_r(t_{run} + t_{cs}) \quad (11)$$

ここで、直進待ち車列捌け時間 t_{cs} は次式で求められる。

$$t_{cs}(i, j, m, k) = q_s / 2\psi_s \quad (12)$$

・停止時間

青信号で交差点に到着した場合の停止時間は 0 である。黄または赤信号で交差点に到着した場合は、各々の停止時間をそれぞれ加え、以下のように表せる。

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

) 下流側信号交差点を右折

・走行時間

リンク走行時間 t_{run} に右折待ち車列捌け時間 t_{cr} を加え、以下のように表せる。青信号で交差点に到着する場合の内、対向直進車や歩行者などにより右折できない場合は右折待ち車列捌け時間 t_{cr} が加わる。

$$T_r(i, j, m, k) = P_g(t_{run} + \alpha_r \cdot t_{cr}) + P_y(t_{run} + t_{cr}) + P_r(t_{run} + t_{cr}) \quad (14)$$

・停止時間

青信号で交差点に到着する場合は、走行通過できる場合と停止する場合の期待値の和より求める。

$$T_s(i, j, m, k) = P_g\{\alpha_r(t_g / 2 + t_y + t_r + t_{dr} + t_s) + t_g(1 - \alpha_r) / 4\} + P_y(t_y / 2 + t_r + t_{dr} + t_s) + P_r(t_r / 2 + t_{dr} + t_s) \quad (15)$$

) 下流側信号交差点を左折

・走行時間

下流側信号交差点を右折するときと同様な考えで、リンク走行時間 t_{run} に左折待ち車列捌け時間 t_{cl} を加え、以下のように表せる。

$$T_r(i, j, m, k) = P_g(t_{run} + \alpha_l \cdot t_{cl}) + P_y(t_{run} + t_{cl}) + P_r(t_{run} + t_{cl}) \quad (16)$$

・停止時間

下流側信号交差点を右折するときと同様な考えで、以下のように表せる。

$$T_s(i, j, m, k) = P_g\{\alpha_l(t_g / 2 + t_y + t_r + t_{dl} + t_s) + t_g(1 - \alpha_l) / 4\} + P_y(t_y / 2 + t_r + t_{dl} + t_s) + P_r(t_r / 2 + t_{dl} + t_s) \quad (17)$$

2.3 渋滞の場合

ここでは、信号制御は適切に行われ、信号交差点に青信号で到着した場合、その青信号を1回見送り、次の青信号で通過できると仮定する。

) 下流側信号交差点を直進

・ 走行時間

青・黄・赤のどの信号で交差点に到着した場合でも、リンク走行時間 t_{run} に直進待ち車列捌け時間 t_{cs} を加え、以下のように表せる。

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

上式を整理して、

$$T_r(i, j, m, k) = t_{run} + t_{cs} \quad (19)$$

・ 停止時間

青・黄・赤の各信号で交差点に到着した場合の停止時間をそれぞれ加え、以下のように表せる。

$$T_s(i, j, m, k) = P_g(t_g/2 + t_y + t_r + t_s) + P_y(t_y/2 + t_r + t_s) + P_r(t_r/2 + t_s) \quad (20)$$

) 下流側信号交差点を右折

・ 走行時間

青・黄・赤のどの信号で交差点に到着した場合でもリンク走行時間 t_{run} に右折待ち車列捌け時間 t_{cr} を加え、以下のように表せる。

$$T_r(i, j, m, k) = P_g(t_{run} + t_{cr}) + P_y(t_{run} + t_{cr}) + P_r(t_{run} + t_{cr}) \quad (21)$$

上式を整理して、

$$T_r(i, j, m, k) = t_{run} + t_{cr} \quad (22)$$

・ 停止時間

青・黄・赤の各信号で交差点に到着した場合の停止時間をそれぞれ加え、以下のように表せる。

$$T_s(i, j, m, k) = P_g(t_g/2 + t_y + t_r + t_{dr} + t_s) + P_y(t_y/2 + t_r + t_{dr} + t_s) + P_r(t_r/2 + t_{dr} + t_s) \quad (23)$$

) 下流側信号交差点を左折

・ 走行時間

下流側信号交差点を右折するときと同様な考えで、以下のように表せる。

$$T_r(i, j, m, k) = t_{run} + t_{cl} \quad (24)$$

・ 停止時間

下流側信号交差点を右折するときと同様な考えで、以下のように表せる。

$$T_s(i, j, m, k) = P_g(t_g/2 + t_y + t_r + t_{dl} + t_s) + P_y(t_y/2 + t_r + t_{dl} + t_s) + P_r(t_r/2 + t_{dl} + t_s) \quad (25)$$

2.4 OD旅行時間

交通ネットワークの或る出発地から目的地までの平均OD旅行時間は、その経路に沿った平均リンク旅行時間の総和より次式で求められる。

$$T_{OD}(k) = \sum_i \sum_j \sum_m \{T_r(i, j, m, k) + T_s(i, j, m, k)\} \quad (26)$$

3 . リンク旅行時間の測定

旅行時間や区間速度の測定には多くの方法があるが、ここでは最も簡単で広く用いられている試験車走行法を用いた⁶⁾。この方法は、あらかじめ定めた道路区間を試験車で繰り返し走行し、旅行時間や停止時間を測るもので、平均テストとフローティングテストの2つの方法がある。ここでは正確で一般性がある平均テストを用いた。

平均テストは、運転者が全交通の平均速度に近いと判断する速度で走行する方法である。測定者は、試験車が測定区間の起点を横切ったとき、ストップウォッチを作動させ、指定経路に従って走行し、途中チェック地点(信号交差点)通過の間

や停止開始、終了の時刻をそのつど読み取り、現地測定用紙に記入する。このとき遅れ（停止や徐行）の位置及び原因、状況を合わせて記録する。この繰り返し作業が一定の測定回数に達したら測定を終了する。

4 . 旅行時間の算定

平均 OD 旅行時間の算定精度を、福山市内交通ネットワークを対象にシミュレーションによる算定値と試験車走行法による測定値の比較に基づいて考察する。算定値と測定値の比較は、表 2 に示すように、朝夕のラッシュ時を含む 7:30 から 19:00 までを交通流がほぼ等しいとみなせる 6 つの時間帯 A ~ F に分割して行う。時間帯 A と F がラッシュ時、それ以外が非ラッシュ時となる。7:00 ~ 7:30 では朝のラッシュが始まっていないため、除外している。以下、対象となる福山市内交通ネットワークの状況や経路の特徴、およびシミュレーションによる算定の具体的な内容について述べる。

4.1 福山市内交通ネットワーク

対象となる福山市内交通ネットワークにおける車線数やリンク長、法定速度、信号交差点の位置を図 3 に示す。信号交差点(2.1)の西行きと信号交差点(2.4)の東行きにおいて車線数が 3 から 2 に、また、信号交差点(2.3)の北行きにおいて車線数が 2 から 1 にそれぞれ減少し、交通処理量が低下するため、渋滞が発生しやすい。

また、今回研究の対象とした経路について図 4 ~ 7 に示す。信号交差点(2.1)から(2.4)までの経路 1 と信号交差点(2.4)から(2.1)までの経路 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。信号交差点(1.1)から(3.4)までの経路 3 と信号交差点(3.4)から(1.1)までの経路 4 は、直進と合計 3 回の右左折を含む。

4.2 シミュレーション

シミュレーションは、2 . の解析に基づいて、図 4 ~ 7 の 4 経路について表 2 の各時間帯毎に 15 分単位で行った。リンク走行速度 v と待ち車列台数 q は、各経路、各時間帯におけるリンク毎の測定値の平均値を用いている。待ち車列長 y_l は待ち車列台数 q に待ち車列の平均車頭間隔を掛けることで、発進遅れ t_s は待ち車列台数と発進遅れの散布図から得られた一次式でそれぞれ求めている。

4.3 算定値と測定値の比較

シミュレーションによる算定値と試験車走行法による測定値を、経路 1 ~ 4 に対し走行時間や停止時間、旅行時間の平均値について比較すると表 3 ~ 表 6 のようになる。

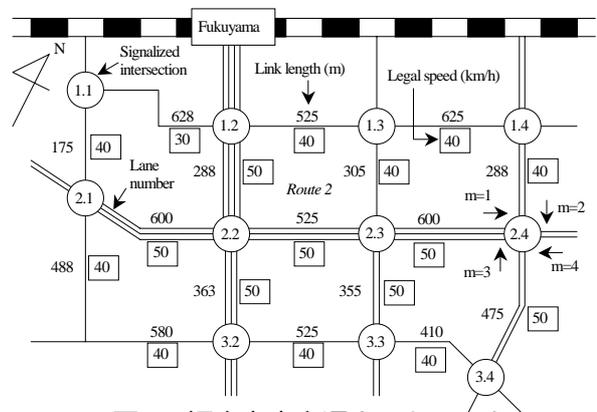


図 3 福山市内交通ネットワーク

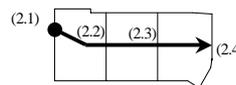


図 4 経路 1

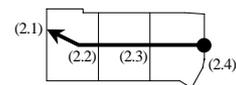


図 5 経路 2

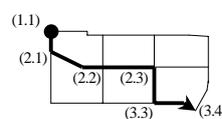


図 6 経路 3



図 7 経路 4

表 2 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

) 経路 1

時間帯 A と F において、走行時間や停止時間、旅行時間が他の時間帯に比べて大きく、朝夕のラッシュの影響が表れている。

走行時間は、リンク走行速度の測定値を用いて算定しているので一般的に精度が良く、全ての時間帯で相対誤差が±2.0%以内に納まっている。それに対し、停止時間は、時間帯 B や E のように相対誤差が±10.0%を越える時間帯が存在する。走行時間と停止時間の和より求めた旅行時間の相対誤差は、全ての時間帯で±10.0%以内に納まっている。

走行時間や停止時間、旅行時間の算定値の標準偏差は、非常に小さい値になっている。そのおもな理由は、使用した交通データの変動範囲を小さく仮定したためである。それに対し、停止時間の測定値の標準偏差が大きくなっている。また、いずれの時間帯においても、走行時間と停止時間の測定値の標準偏差は信号交差点を通過するにつれて大きくなる傾向がある。

) 経路 2

時間帯 F では、経路 1 と同様に走行時間や停止時間、旅行時間が大きく、ラッシュの影響が表れている。それに対し、時間帯 A の走行時間や停止時間、旅行時間は時間帯 B ~ E と同程度で、ラッシュは発生していない。

走行時間は、経路 1 と同様に全ての時間帯で相対誤差が±2.0%以内に納まっている。それに対し、停止時間は、時間帯 B、C、D、E で相対誤差が±10.0%を越えている。旅行時間の相対誤差は、経路 1 と同様に全ての時間帯で±10.0%以内に納まっている。

経路 1 と同様に、走行時間と停止時間の算定値の標準偏差は共に非常に小さいのに対し、停止時間の測定値の標準偏差が大きい。また、走行時間の測定値の標準偏差は、経路 1 と同様に全体的に信号交差点を通過するにつれて大きくなる傾向があるのに対し、停止時間の標準偏差は、時間帯 C ~ F において、信号交差点(2.3)で一度大きくなり、

表 3 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	234.2	148.3	145.6	159.4	179.5	236.6
	測定値	234.2	150.5	147.5	160.1	179.6	239.2
	相対誤差	0.0%	-1.5%	-1.3%	-0.4%	0.0%	-1.1%
停止時間 (秒)	算定値	192.4	56.3	57.8	91.2	125.1	163.3
	測定値	176.5	67.1	61.4	90.9	107.9	167.1
	相対誤差	9.0%	-16.1%	-5.8%	0.3%	15.9%	-2.3%
旅行時間 (秒)	算定値	426.5	204.5	203.4	250.6	304.6	399.9
	測定値	410.7	217.6	208.9	251.0	287.5	406.3
	相対誤差	3.9%	-6.0%	-2.6%	-0.2%	6.0%	-1.6%

表 4 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	154.5	156.6	153.2	153.3	154.6	214.8
	測定値	155.4	157.8	154.7	153.8	155.9	211.4
	相対誤差	-0.6%	-0.8%	-1.0%	-0.3%	-0.8%	1.6%
停止時間 (秒)	算定値	72.6	69.4	70.1	72.9	76.6	152.7
	測定値	74.1	79.1	90.4	86.5	86.3	159.1
	相対誤差	-2.1%	-12.3%	-22.4%	-15.8%	-11.2%	-4.0%
旅行時間 (秒)	算定値	227.1	226.0	223.3	226.2	231.2	367.5
	測定値	229.5	236.9	245.1	240.3	242.2	370.6
	相対誤差	-1.1%	-4.6%	-8.9%	-5.9%	-4.5%	-0.8%

表 5 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	293.3	220.7	229.8	239.7	248.2	302.6
	測定値	294.1	213.5	215.0	226.6	237.6	292.3
	相対誤差	-0.3%	3.3%	6.9%	5.8%	4.5%	3.5%
停止時間 (秒)	算定値	216.7	111.3	115.8	141.9	124.4	235.2
	測定値	226.9	89.7	124.5	167.1	142.6	207.6
	相対誤差	-4.5%	24.1%	-7.0%	-15.1%	-12.7%	13.3%
旅行時間 (秒)	算定値	510.0	331.9	345.5	381.6	372.6	537.9
	測定値	521.0	303.2	339.5	393.7	380.2	499.9
	相対誤差	-2.1%	9.5%	1.8%	-3.1%	-2.0%	7.6%

表 6 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	238.1	241.6	303.3	268.0	314.5	342.7
	測定値	220.1	233.2	297.1	260.5	310.2	343.8
	相対誤差	8.2%	3.6%	2.1%	2.9%	1.4%	-0.3%
停止時間 (秒)	算定値	94.7	137.1	140.8	143.8	148.4	305.4
	測定値	88.7	97.3	141.5	121.4	149.7	289.1
	相対誤差	6.7%	40.9%	-0.5%	18.4%	-0.9%	5.7%
旅行時間 (秒)	算定値	332.8	378.7	444.1	411.8	462.9	648.1
	測定値	308.8	330.5	438.6	381.9	459.9	632.9
	相対誤差	7.8%	14.6%	1.2%	7.8%	0.7%	2.4%

(2.2)で逆に小さくなり、(2.1)で再び大きくなるという傾向がある。

) 経路 3

経路 1 と同様に、時間帯 A と F において走行時間や停止時間、旅行時間が他の時間帯に比べて大きくなっており、ラッシュによる影響が表れている。

走行時間は、経路 1 や経路 2 の直進経路に比べて相対誤差が少し大きくなっているが、全ての時間帯で±10.0%以内に納まっている。一方、停止時間は、時間帯 B、D、E、F で相対誤差が±10.0%を越えている。旅行時間は、全ての時間帯で相対誤差が±10.0%以内に納まっている。

経路1や経路2と同様に、走行時間と停止時間の算定値の標準偏差は非常に小さい値になっているのに対し、停止時間の測定値の標準偏差が大きい。また、走行時間と停止時間の測定値の標準偏差がいずれの時間帯においても信号交差点を通過するにつれて大きくなる傾向がある。とくに、国道2号線を右折する信号交差点(2.3)で大きく増加している。

）経路4

経路2と同様に、時間帯Fで走行時間や停止時間、旅行時間が大きくなっているが、時間帯Aではラッシュの影響はなく、停止時間は逆に最も小さくなっている。

走行時間は、時間帯Aの相対誤差が8.2%と他の時間帯に比べて大きくなっているが、全ての時間帯で $\pm 10.0\%$ 以内に納まっている。一方、停止時間は、時間帯B、Dで相対誤差が $\pm 10.0\%$ 以上になっており、とくに時間帯Bは全経路・全時間帯の中で最も誤差が大きくなっている。その理由は、試験車走行法による旅行時間の測定では、信号交差点(2.1)において短い停止時間で右折できることが多かったためである。また、旅行時間は、停止時間の誤差が大きい時間帯Bを除いて、相対誤差は 10.0% 以内に納まっている。

他の経路と同様に、走行時間と停止時間の算定値の標準偏差は非常に小さい値になっているのに対し、停止時間の測定値の標準偏差が大きい。また、経路1や経路3と同様に、走行時間と停止時間の測定値の標準偏差はいずれの時間帯においても信号交差点を通過するにつれて大きくなる傾向がある。とくに、国道2号線を信号交差点(2.1)で右折する時大きく増加している。

5. まとめ

本稿では、動的経路誘導システムのOD旅行時間をリアルタイムで精度良く算定することを目的に、サイクル長単位の交通流のダイナミクスに基づいてOD旅行時間を詳細に解析した。本研究の内容を要約すると以下ようになる。

OD旅行時間をリンク単位の旅行時間の総和より求めた。リンク旅行時間は走行時間と停止時間に分け、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車の進行方向を考慮に入れて解析した。

走行時間は、測定値から得られた平均走行速度を用いているので精度良く求められる。

停止時間は、信号交差点到着時の信号現示の影響を大きく受け、測定値の変動が大きい。そのため、走行時間に比べて誤差が大きくなっている。

OD旅行時間は、停止時間の誤差の影響を大きく受けるが、経路4の時間帯Bを除いて相対誤差が $\pm 10\%$ 以内に納まっている。

今後の課題として、次のことが挙げられる。

試験車走行法による測定回数をさらに増やし、シミュレーションに用いる交差点データを蓄え、オフセット制御や待ち車列台数の設定を実際の状況に近い値に改善する。

今回研究の対象とした主要信号交差点以外の信号交差点についても、シミュレーションの対象に含める。

参考文献

- 1) 岩瀬晃盛、浦野隆：「都市内道路における旅行速度(時間)の推定手法」、交通工学、Vol.18、No.1、pp.19-25(1983)
- 2) 阿部幸康、荻野治雄：「北海道における信号交差点のある2車線道路の旅行速度」、交通工学、Vol.21、No.5、pp.25-29(1986)
- 3) 織田利彦：車両感知器情報を用いた幹線道路における旅行時間予測、システム制御情報学会論文誌、Vol.10、No.12、pp.647-655(1997)
- 4) 山口、宇佐美、高羽、宮内、羽田：旅行時間予測方式と実験、電気学会、道路交通研究会、RTA-92-18、pp.27-35(1992)
- 5) 小林、清水：交通流の円滑性の解析、計測と制御、Vol.41、No.3、pp.181-186(2002)
- 6) 塙克郎 他：交通調査マニュアル、pp.25-52、鹿島出版会(1976)