

株式会社 豊田中央研究所 正 高橋 理一

〃 〃 〃 正 辻 敏良

慶応義塾大学 管理工学科 川島 弘尚

1. まえがき この研究は、通産省工業技術院大型プロジェクト「自動車総合管制技術の研究開発」(以下、自総管システムと呼ぶ)の一環として行なったものである。自総管システムの主目的の一つに経路誘導があるが、このためには、市街路の旅行時間について良く知る必要がある。本報では、東京都内における乗用車による走行調査、P/N法による旅行時間調査、写真観測による存在台数(路上密度)調査などから得られたデータをもとに、(1)旅行時間の構造と変動、(2)交差点における待行列長、待回数などから旅行時間を推定するモデル、(3)存在台数から旅行時間を推定するモデル、について一連の基礎的研究を行なった結果について報告する。

2. 調査の概要 (1)乗用車による走行調査。都内に代表路線9ルート、合計距離約100kmを設定し、120回走行した。走行1回ごとに、旅行時間:TT, ルート内の全隣接交差点間*l*(*l*=1~N, N:ルート内の交差点区間数)における純走行時間:(TA)_{*l*}, 信号待時間:(TB)_{*l*}, 交差点渡り時間:(TC)_{*l*}, 信号待行列長:(*l*)_{*l*}を観測した。(図1) (2)P/N法による旅行時間調査と存在台数の調査。OD距離約1km区間の旅行時間をP/N法で計測すると同時に、複数のカメラを使って、路上存在台数を計測した。

3. 旅行時間の構造と変動について。図2に乗用車による走行調査結果の一例を示した。この図は、旅行時間:TTとその構成要素、 $TA = \sum_{i=1}^N (TA)_i$, $TB = \sum_{i=1}^N (TB)_i$, $TC = \sum_{i=1}^N (TC)_i$ の変動を示したものである。この図から、(1)TTとTBのパターンはほぼ相似であること、(2)TCはほぼ一定で、TAの変動も小さいことがわかる。このことから、旅行時間:TTの変動は、信号待時間:TBの変動に大きく依存していると言える。

つぎに、旅行区間(OD間)を、いくつかの小区間にほぼ等分する交差点を境に分割し、分割区間内の旅行時間の変動を調べてみた。図3、図4に、5分割、10分割したときの一例を示した。特定区間の変動パターンが、TTの変動パターンとほぼ相似であることがわかる。以上のことは、分割数を変えたときも、他の旅行区間についても成り立った。したがって、旅行時間:TTの推定を行なうには、特定の交差点までの信号待時間:TBを求めることが重要である。

4. 交差点信号待時間推定モデル 交差点で停止したときの待時間の一般式は、①式で表わされる。

$$TB = T_M + T_a + \sum_{j=1}^{n-1} (TR)_j \quad \text{……①} \quad \text{ただし、} T_M: \text{赤信号残時間, } T_a: \text{待行列内の3つの進行時間, } TR: \text{赤信号時間, } n: \text{信号待回数}$$

①式を基礎にして、表1に示した5種のモデル式をつくり、

(M1~M5)、実測データと比較し、適合性を検討した。

図5にM1による結果、図6にM5による比較結果を示した。

もっとも単純なモデル:M1から精密なモデル:M5に向う

ほど、精度が上がる傾向を示した。

5. 存在台数から旅行時間を推定するモデル M5モデルの適合性の良しことに着目し、存在台数から、QUEUE、KWAIT等を求め、M5を基本に、旅行時間を推定するモデル「仮想行列長モデル」をつくった。おなわち、

$$\text{仮想行列長: } L_a = (\text{平均車長}) \times (\text{存在台数: } D_s) / (\text{最大存在可能台数: } CHAX) \quad \text{……②}$$

表1. 交差点信号待時間モデル

モデル名	計算式
M1	$\frac{C}{8} \times \text{LINK}$
M2	$\frac{C}{8} \times \text{LINK} + \text{QUEUE} \times \frac{\text{HWTIME}}{\text{VSCALE}}$
M3	$\frac{C}{4} \times \text{KSTOP} + \text{QUEUE} \times \frac{\text{HWTIME}}{\text{VSCALE}}$
M4	$\frac{C}{4} \times \text{KWAIT} + \text{QUEUE} \times \frac{\text{HWTIME}}{\text{VSCALE}}$
M5	$\frac{C}{4} \times \text{KSTOP} + \text{QUEUE} \times \frac{\text{HWTIME}}{\text{VSCALE}} + \frac{C}{2} \times (\text{KWAIT} - \text{KSTOP})$
ただし、C: 信号サイクル, LINK: 交差点数	
KSTOP: 停止回数, VSCALE: 有効車線, KWAIT:	
待回数, QUEUE: 待行列長, HWTIME: 乗進車頭間隔時間	

自由走行時間: $t_1 = (\text{自由走行区画: DIST}) / (\text{自由走行速度: } v) \dots\dots\dots ③ \quad v = v_{\max} \log_e (C_{\max}/D_s) \dots\dots\dots ④$

信号待ち時間: $t_2 = [(L_v / (\text{青信号1回でさばける行列長})) \times (\text{赤信号時間})] \dots\dots\dots ⑤$

行列内の3の3進行時間: $t_3 = L_v \times (\text{交差点信号車頭時間間隔}) / (\text{平均車長}) \dots\dots\dots ⑥ \quad \text{ペナルティ時間: } t_4 = \frac{1}{2} (\text{赤信号時間}) \dots\dots\dots ⑦$

旅行時間 = $t_1 + t_2 + t_3 + t_4 \dots\dots\dots ⑧$ 計算値と実測値の比較結果の一例を図7, 図8に示した。図7は、

碑文谷→目黒郵便局間、図8は、天現寺→西麻布間を対象にしたもので、約12~15%の推定精度が得られた。

6. まとめ 以上、主体マクロ的解析結果についてのべたが、整理すると、(1)旅行時間の構造と変動についてマクロ的把握ができた。(2)実測データとよく一致する、交差点信号待ち時間推定モデル、旅行時間推定モデルをつくった。(3)今後、実用的見地からは、感知器データを入力とする推定方法への展開が必要であるが、その試みの一部については、当学会第34回年次講演会で報告した。おわりに、当研究を進めるに当たり、豊田中央研究所森本英武博士をはじめ、第22研究室の方々、および慶大管理工学科林研究室、トヨタ自動車交通問題調査室の方々から、多くの有益な教示、示唆等をいただいたことに深く感謝いたします。

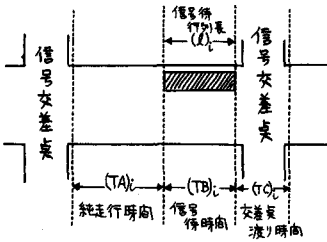


図1 旅行時間の構成要素

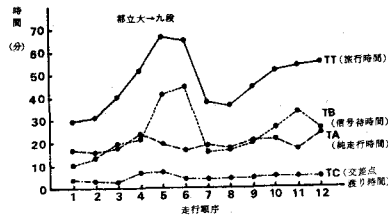


図2 旅行時間の構造と変動パターン

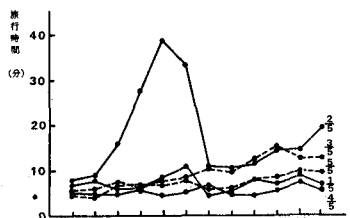


図3 分割区間の旅行時間変動 (I)

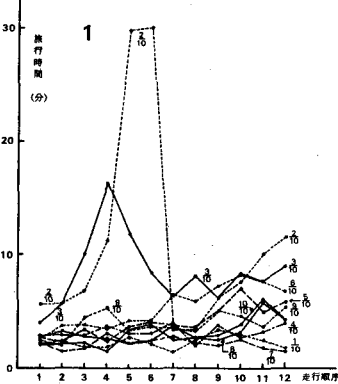


図4 分割区間の旅行時間変動 (2)

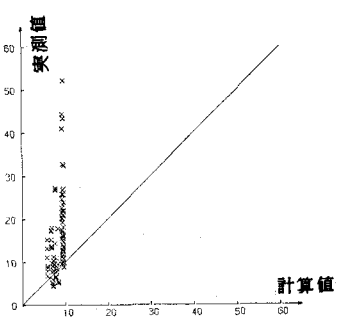


図5 M1 モデル

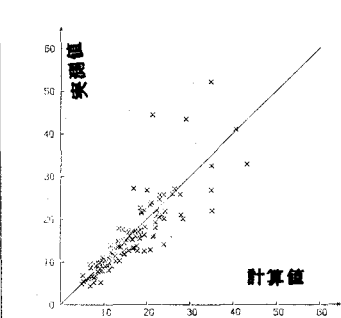


図6 M5 モデル

交差点待ち時間モデル 計算値と実測値の比較結果

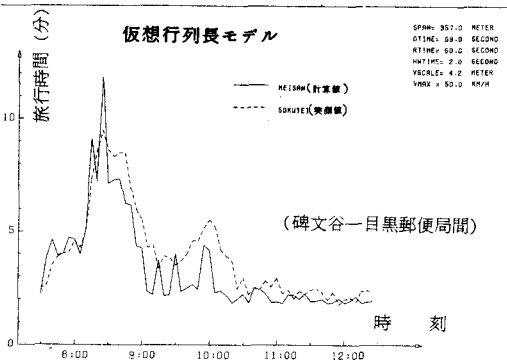


図7 旅行時間計算値と実測値の比較結果 (1)

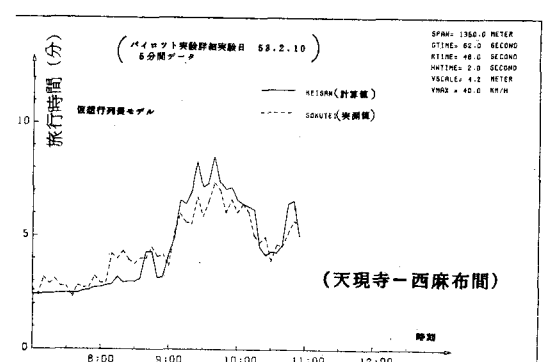


図8 旅行時間計算値と実測値の比較結果 (2)