

航空写真を利用した高速道路上の旅行時間の推定方法について*

On a Travel Time Estimation Method

Based on Aerial Photographs

巻 上 安 爾**・林 昌 親***

By Yasuji Makigami and Masachika Hayashi

In almost all the big cities, traffic congestion occurs widely on their expressway networks. In order to cope with the situation, it is often required to make traffic surveys which cover a fairly long section of expressways. In this study, a mathematical method was developed to estimate the travel time along the long study section based on series of aerial photographs and traffic volume measurements on two or more road side video camera recordings making use of three dimensional representation of traffic flow. The method was applied to the results of traffic surveys conducted on the Hanshin Expressway as well as the Meishin Expressway.

1. はじめに

大都市周辺の高速道路では交通渋滞が頻発し、渋滞の規模も年々拡大してきている。このため高速道路のネットワーク上で広範囲に渡って交通の状況を把握していく必要が生じている。特に各ルート上の旅行時間を計測しておくことは、渋滞の程度を具体的に把握し、対策を検討するうえで非常に有効である。現在高速道路上の旅行時間の観測方法としては試験走行法と車両番号照合法が用いられているが、前者は時間の推移に伴う交通需要の変動に対応して観測値を広範囲の路線に渡って得ようとするれば、多大の人力と車両数を要し、調査員の安全上の対応も必要となってくる。また車両番号照合法は渋滞し

ている各地点の走行速度の変動状況が把握できず、また調査区間が広がっていった場合、車両番号の照合も困難となってくる。また、1分間交通量の計測とサイン車の走行時刻の追跡をすることにより、平均旅行時間を求める入出量法も高速道路上の短路区間では簡略法として用いられているが、入出路のある長い延長の路線に適用するには無理がある。このため本研究では、航空写真と地上で撮影したビデオ画面を基礎資料とし、さらに時間、距離・累加台数の3軸から構成される交通流の三次元表示法によって想定できる立体的な交通平面の特性を利用して、広域交通流解析の手法について検討を行なったものである。

2. 交通流の三次元表示法と交通平面

すでに文献5)で詳しく報告したように時空平面上で描かれた、道路上の個々の車両の走行軌跡図の上に、第三の軸として累加台数を想定することにより、

* キーワーズ；交通実態調査，航空写真

** 正会員 工博 立命館大学教授 理工学部

〒603 京都市北区等持院北町

*** 学生会員 立命館大学大学院理工学研究科

交通流を時間(t)、距離(x)および累加台数(n)の直交軸からなる立体空間に階段状の平面として表示することができる。また通常解析で対象とするような100台あるいは1,000台オーダーの累加台数を想定した場合、1台1台の軌跡を示す一段一段のステップの高さは微小なものと見なして、滑らかな曲面に褶り付けていくことを想定し、この立体的な曲面を交通平面と呼ぶことにする。いま時空平面、すなわち図-1に示すような $x-t$ 平面上の領域 A_n で規定される交通平面を A とする。交通平面 A の $n-t$ 平面への投影面積を A_x 、 $n-x$ 平面への投影面積を A_t とすれば、領域 A_n における平均交通量(q)、平均交通密度(k)および平均交通速度(v)は次式で示される。

$$q = A_t / A_n, \quad k = A_x / A_n, \quad v = A_t / A_x \quad (1)$$

この三次元交通平面の理論を、広域的な交通流の解析に適用していくにあたって想定した交通と道路の条件と調査手法は次のとおりである。

i) 道路は上下線分離で出入制限された高速道路の一定区間を想定し、対象とする交通流はこのうち問題のある一方向の交通のみとする。

ii) 交通実態調査の手段は航空写真撮影と交通量計測の2つを想定する。各撮影飛行において調査区間を走行する車両はもれなく撮影されているものとする。また交通量の計測については、調査区間の任意の複数地点における本線交通量、および全ての流出入ランプで交通量の計測が行われているものとする。なお、本線交通量観測点のうち少なくとも2ヶ所は全ての車両の到着時刻が計測されているものとする。

以上のような航空写真の撮影と交通量の計測が行なわれることにより、図-2に示すように、調査実施の区間と時間帯で規定される交通平面上に飛行軌跡と交通量計測線の位置を確定することができる。すなわち、交通量計測の結果より、交通平面上の計測線が確定され、これから飛行線に沿って撮影された走行車両台数を増減させ

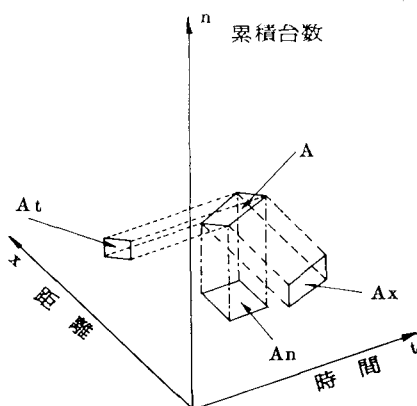


図-1 交通平面とその投影図

ていくことにより交通平面上の飛行軌跡を確定することが可能となる。以後の問題は、時空平面上の任意の部分、たとえば図-2に示す区間($x_1 \sim x_2$)、時間帯($t_1 \sim t_2$)で定められるハッチされた交通平面をどのように推定するかということになる。

3. 交通量の変動限界領域と交通流特性の推定

(1) 交通量の変動限界

道路上の地点 x_1 で任意の時刻 t_1 における累加台数 $n(x_1, t_1)$ が取り得る範囲は、時空平面上の直線

-----: 交通平面上の交通量計測地点の累加台数
 - - - - -: 交通平面上の撮影飛行軌跡

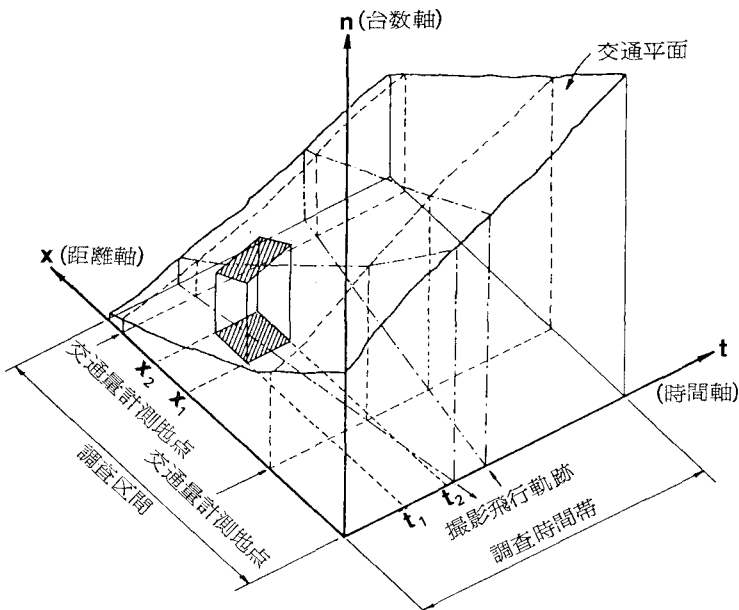


図-2 交通平面と実態調査記録の関係

$x = x_1$ と、時刻 t_1 を挟む形でこれを交わる飛行線から読みとられた累加台数から推定していかざるをえない。いまこの2つの飛行線が第 ℓ および第 $(\ell+1)$ 番目の飛行であったとする。また第 ℓ 番目の飛行線が地点 x_1 を通過する時刻を $t^\ell(x_1)$ 、その時の飛行線上の累加台数を $n^\ell(x_1)$ とする。このとき第 ℓ 飛行線と第 $(\ell+1)$ 飛行線が地点 x_1 を通過する際の時間差 $\Delta t_{\ell}^{\ell+1}(x_1)$ およびその間の時間当りの交通量 $q_{\ell}^{\ell+1}(x_1)$ は次式で与えられる。

$$\left. \begin{aligned} t_{\ell}^{\ell+1}(x_1) &= t^{\ell+1}(x_1) - t^\ell(x_1) \\ q_{\ell}^{\ell+1}(x_1) &= [n^{\ell+1}(x_1) - n^\ell(x_1)] / \Delta t_{\ell}^{\ell+1}(x_1) \end{aligned} \right\} (2)$$

さて、交通密度の推定値 $\{k_{\ell}^{\ell+1}(x_1)\}$ は、第 ℓ 飛行線と第 $(\ell+1)$ 飛行線上で、地点 x_1 を挟んで隣接する点 x_0 と x_2 の間の累加台数の差から、次式を用いて、求めざるをえない。

$$k_{\ell}^{\ell+1}(x_1) = \frac{1}{2} \left[\frac{n^{\ell+1}(x_0) - n^{\ell+1}(x_2)}{x_2 - x_0} - \frac{n^\ell(x_0) - n^\ell(x_2)}{x_2 - x_0} \right] (3)$$

以上は飛行線の時空平面上の位置が確定し、それに沿って与えられる累加台数から、時空平面上の点 (x_1, t_1) の交通量と交通密度の平均値である。以降の問題は、飛行線から外れている地点 (x_1, t_1) の交通量、交通密度等の変動状況をどのようにして推定していくかということになる。いま全車両の到着時刻が記録されているビデオ撮影の再生画面を解析することにより、2秒～5秒といった微小時間(τ)に到着する車の台数の分布関数あるいは確率密度関数が、平均交通量や交通密度に関連して推定が可能であり、時間 τ の間の到着台数の分散も推定できるものと仮定する。このようにして求められる分散の時空平面上の点 (x_1, t_1) における値を $\sigma^2(x_1, t_1)$ とする。またさらに τ 秒間の到着台数の計測数が互に独立であると見なされるとすれば、中心極限定理により、地点の時間 t_1 における累加台数は次式のような正規分布をなすと見なしでよい。

$$\begin{aligned} n(x_1, t_1) &\sim \\ N \left[\{ n^\ell(x_1) + \Delta t_{\ell}^{\ell+1}(x_1) \cdot q_{\ell}^{\ell+1}(x_1) \}, \right. \\ &\quad \left. \sigma^2(x_1, t_1) \cdot \Delta t_{\ell}^{\ell+1}(x_1) / \tau \right] \end{aligned} (4)$$

ただし上式において、

$$\Delta t_{\ell}^{\ell+1}(x_1) = \min [t^{\ell+1}(x_1) - t_1, t_1 - t^\ell(x_1)] (5)$$

であり、(4)式においては $\{t^{\ell+1}(x_1) - t_1 \leq t_1 - t^\ell(x_1)\}$ の場合を想定している。

さていま、信頼度 $\eta\%$ の信頼度係数を α_η としたとき、 $n(x_1, t_1)$ の $\eta\%$ 信頼限界の上・下限値をそれぞれ $\max n_\eta(x_1, t_1)$ および $\min n_\eta(x_1, t_1)$ とすれば、(5)式と同様の条件のものとは、

$$\begin{aligned} &\left. \begin{aligned} \max n_\eta(x_1, t_1) \\ \min n_\eta(x_1, t_1) \end{aligned} \right\} \\ &= n^\ell(x_1) + \Delta t_{\ell}^{\ell+1}(x_1) \cdot q_{\ell}^{\ell+1}(x_1) \\ &\quad \pm \alpha_\eta \sigma(x_1, t_1) \sqrt{\Delta t_{\ell}^{\ell+1}(x_1) / \tau} \end{aligned} (6)$$

上式の関係を交通平面と $x = x_1$ の交線上で幾何学的に示したものが図-3である。

(2) 交通流特性の推定

前節の結果をふまえて、道路上の任意の区間 (x_1, x_2) と任意の時間帯 (t_1, t_2) で定められる時空平面上の領域 $An(x_1 \sim x_2, t_1 \sim t_2)$ に対応した交通平面の三次元表示空間内に占める可能性のある信頼限界領域(以下限界領域という)は、大別して図-4(a)および(b)に示すとおりである。

さて交通平面 $A(x_1 \sim x_2, t_1 \sim t_2)$ の $n-x$ 平面および $n-t$ 平面への投影面積の平面値と上・下限値

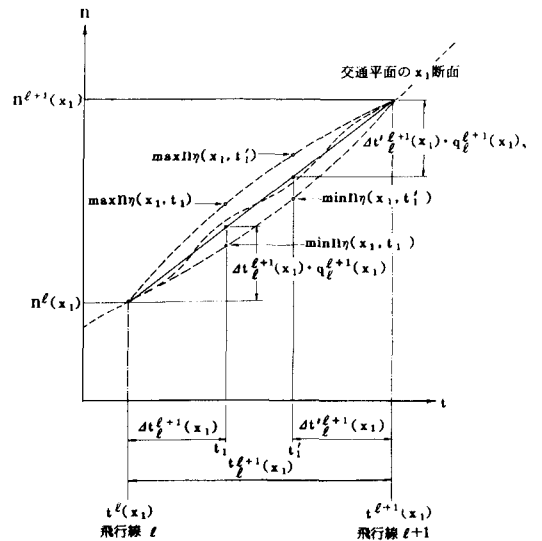


図-3 x_1 地点の任意の時点における累加台数の信頼限界

を、図-1で示された定義に従ってそれぞれ、

$\bar{A}t(x_1 \sim x_2, t_1 \sim t_2)$, $\max A t(x_1 \sim x_2, t_1 \sim t_2)$, および $\min A t(x_1 \sim x_2, t_1 \sim t_2)$, ならびに

$\bar{A}x(x_1 \sim x_2, t_1 \sim t_2)$, $\max A x(x_1 \sim x_2, t_1 \sim t_2)$ および $\min A x(x_1 \sim x_2, t_1 \sim t_2)$ とする。このとき平均交通量 $\bar{q}(x_1 \sim x_2, t_1 \sim t_2)$ は(1)式より

$$\begin{aligned} \bar{q}(x_1 \sim x_2, t_1 \sim t_2) &= \bar{A}t(x_1 \sim x_2, t_1 \sim t_2) / An(x_1 \sim x_2, t_1 \sim t_2) \\ &= \frac{(\{\bar{n}(x_1, t_2) - \bar{n}(x_1, t_1)\} - \{\bar{n}(x_2, t_2) - \bar{n}(x_2, t_1)\})(x_2 - x_1)}{2(x_2 - x_1)(t_2 - t_1)} \end{aligned} \quad (7)$$

さて限界領域内の交通平面として、 $A t(x_1 \sim x_2, t_1 \sim t_2)$ を最大にする位置は時間軸方向に累加台数の勾配を最大にする位置を想定すればよく、また $(x_1 \sim x_2, t_1 \sim t_2)$ を最小にする位置についてはその逆を考えればよいから、交通量の上・下限値はそれぞれ、

$$\left. \begin{aligned} \max q(x_1 \sim x_2, t_1 \sim t_2) &= \max A t(x_1 \sim x_2, t_1 \sim t_2) / An(x_1 \sim x_2, t_1 \sim t_2) \\ \min q(x_1 \sim x_2, t_1 \sim t_2) &= \min A t(x_1 \sim x_2, t_1 \sim t_2) / An(x_1 \sim x_2, t_1 \sim t_2) \end{aligned} \right\} \quad (8)$$

として求めることができる。なお(8)式においては(7)式の三段目で示したような具体的な算定式は省略してある。同様の関係式を交通密度について示せば次のとおりである。

$$\left. \begin{aligned} \bar{k}(x_1 \sim x_2, t_1 \sim t_2) &= \bar{A}x(x_1 \sim x_2, t_1 \sim t_2) / An(x_1 \sim x_2, t_1 \sim t_2) \\ \max k(x_1 \sim x_2, t_1 \sim t_2) &= \max A x(x_1 \sim x_2, t_1 \sim t_2) / An(x_1 \sim x_2, t_1 \sim t_2) \\ \min k(x_1 \sim x_2, t_1 \sim t_2) &= \min A x(x_1 \sim x_2, t_1 \sim t_2) / An(x_1 \sim x_2, t_1 \sim t_2) \end{aligned} \right\} \quad (9)$$

一方、旅行時間の推定に直接関係する走行速度の平均値は、(1)式を参考に、(7)式と(9)式の第一式から、

$$\begin{aligned} \bar{v}(x_1 \sim x_2, t_1 \sim t_2) &= \bar{A}t(x_1 \sim x_2, t_1 \sim t_2) / \bar{A}x(x_1 \sim x_2, t_1 \sim t_2) \quad (10) \end{aligned}$$

として求めることができる。一方平均走行速度の上・下限値は、交通平面の限界領域内での勾配の傾き具合からいって、上限値は分子に $\max A t(x_1 \sim x_2, t_1 \sim t_2)$, 分母に $\min A x(x_1 \sim x_2, t_1 \sim t_2)$ を代入することは現実的ではない。 $A t(x_1 \sim x_2, t_1 \sim t_2)$ を最大とする勾配を限界領域内で交通平面に与えた場合、

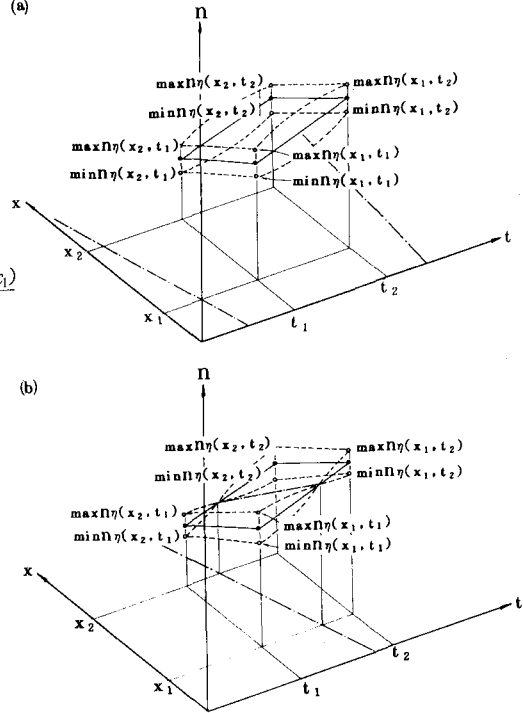


図-4 領域 $An(x_1 \sim x_2, t_1 \sim t_2)$ に対応する交通平面の信頼限界領域

$A x(x_1 \sim x_2, t_1 \sim t_2)$ を最小にするためのひねりを交通平面に加えることは無理になるからである。したがって、次式のようになる。

$$\left. \begin{aligned} \max v(x_1 \sim x_2, t_1 \sim t_2) &= \max \left\{ \begin{aligned} &\max A t(x_1 \sim x_2, t_1 \sim t_2) / \bar{A}x(x_1 \sim x_2, t_1 \sim t_2) \\ &\bar{A}t(x_1 \sim x_2, t_1 \sim t_2) / \min A x(x_1 \sim x_2, t_1 \sim t_2) \end{aligned} \right\} \\ \min v(x_1 \sim x_2, t_1 \sim t_2) &= \min \left\{ \begin{aligned} &\min A t(x_1 \sim x_2, t_1 \sim t_2) / \bar{A}x(x_1 \sim x_2, t_1 \sim t_2) \\ &\bar{A}t(x_1 \sim x_2, t_1 \sim t_2) / \max A x(x_1 \sim x_2, t_1 \sim t_2) \end{aligned} \right\} \end{aligned} \right\} \quad (11)$$

4. 都市高速道路調査結果への適用

(1) 調査の概要

これまで示した交通流特性推定の理論を、ここでは阪神高速道路下り線の西大阪線合流部～津守入路間で実施された交通実態調査の結果に適用し、旅行時間算定方法の評価を試みる。本調査は昭和57年8月26日(木曜日)午前9時15分から同10時15分迄

の1時間に渡って行なわれたもので、ヘリコプターからの上空固定地点スチールカメラによる航空写真撮影を主に、精度チェックのための路側ビデオ撮影とフローティングによる走行時間調査を実施したものである。調査区間の路線の概要と航空写真撮影範囲を図-5に示す。調査の実施内容と解析の方法については、すでに文献(5)で報告しているが、主たる内容は次のとおりである。航空写真は図-5に示す撮影地点の上空750mでホバリング中のヘリコプターから、35mmスチールカメラによって5秒に1枚づつ延長800mの調査区間全域を撮影したもので、この航空写真に撮影された個々の車両の撮影時点における存在位置をスライドで投射した画面上で読み取り、集計整理したデータを磁気テープに収録し、これをデータベースとして交通量、交通密度および走行速度の変動状況を追跡したものである。航空写真から得られた交通密度のコンター図を図-6に、また路側ビデオ撮影の再生ビデオ画面から読みとった5分間交通量の時間変動状況を図-7に示す。

(2) 旅行時間の観測値との比較

以上で示したような観測データをもとに、旅行時間の実測値と推定値の比較を行なう。ただし、3章で求められた推定方法は、長区間に渡る旅行時間の推定を行なうことを目的として、固定翼機からの連続写真を想定したものであった。しかし、ここでは、推定の基礎となる小区間内の走行速度とその変動範囲を示す式(10)および(11)の妥当性を評価するため、区間長の短い単一区間を対象に、ヘリコプターから、5秒間隔で撮れた航空写真から、固定翼機の飛行線に対応する計測値を求めて、以下に示すような検討を行なったものである。検討の対象とする区間は、西大阪線から合流交通が完全に本線と合流し終える3.5キロポストから、津守入路上流の3.9キロポスト間の400mとし、時間帯としては渋滞発生後、交通量が安定している9時46分以後の24分間とし、この間を3分間隔の距離軸に平行な飛行線を想定する。すなわち

旅行時間の推定対象範囲として区間長400m、時間間隔3分の領域を想定する。飛行線上の存在台数および検討領域上下流端における通過台数は、磁気テープから電算処理され得られた時空平面上的走行軌跡図から読みとることができるので交通平図が確定されていく。したがって、飛行線を中心に前後1分半の検討領域を想定すれば(11)式を適用して走行速度の限界値を求めることができ、400m間の旅行時間

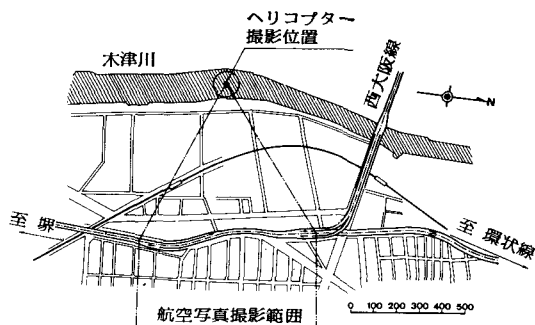


図-5 堺線交通実態調査位置図

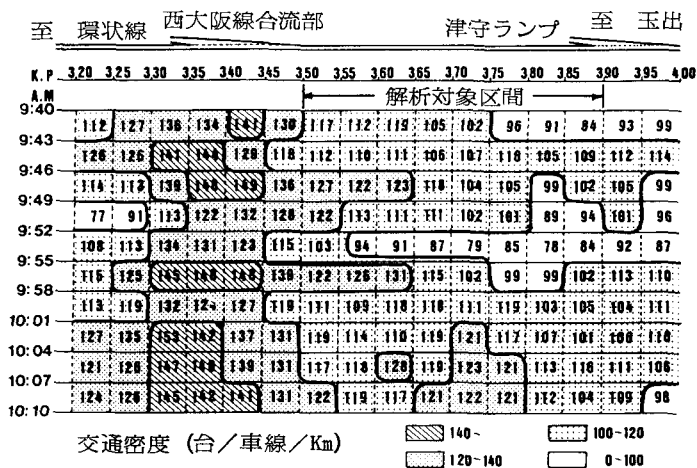


図-6 実測値による密度コンター図

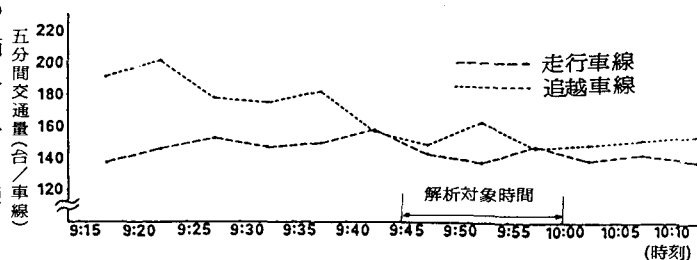


図-7 ビデオ撮影調査地点における5分間交通量変動図

の平均値と限界値を求めることができる。なお、Ⅲ式の適用にあたって必要となる交通量の分散は対象区間の上・下流端における1分間交通量の計測値から求めたものである。一方これに対して、この400m区間の旅行時間の実測値としては、各車両の走行軌跡を追跡し、検討対象区間の上下流端の通過時刻の差を読みとることにより求めていくことができる。ここでは約5台に1台のサンプリングにより各時間帯の走行時間を求めた。各時間帯の計測数、平均値および分散と、推定値の上・下限値に対応する平均値 $\pm 1.96\sigma$ の値も併せて求め推定結果を対比して示したものが表-1である。この表よりⅢ式から求めた旅行時間の推定値は、実測値とほぼ一致していることが示された。なお第2時間帯において推定値と実測値の差異が目立つがこれは路上作業者が低速走行をした時間帯で、特殊な場合であった。この第2時間帯を除く6つの時間帯について、推定値と実測値の間の相関係数を求めると0.89と、かなり相関性もよいことが示されている。

表-1 旅行時間(秒)の比較

時間帯	推定値	実測値	σ
9:47.30- 9:50.30	42.0 35.2 30.1	39.3 34.2 29.2	(2.59)
9:50.30- 9:53.30	38.2 32.1 27.8	55.1 39.1 23.1	(8.17)
9:53.30- 9:56.30	44.9 37.4 32.0	48.2 36.1 24.0	(6.17)
9:56.30- 9:59.30	51.8 43.0 36.6	67.3 46.3 25.3	(10.71)
9:59.30- 10:02.30	55.7 46.5 39.8	53.8 45.4 37.0	(4.30)
10:02.30- 10:05.30	60.2 49.9 42.7	53.5 47.0 40.4	(3.33)
10:05.30- 10:08.30	59.6 49.7 42.5	54.2 47.0 39.9	(3.64)
上 段	上限値	平均値 $\pm 1.96\sigma$	
中 段	推定平均値	平均値	
下 段	下限値	平均値 -1.96σ	

5. 地方部高速道路への適用

(1) 調査の概要

3章で展開した理論をここでは実際に長区間に渡る交通実態調査の結果に適用することを試みる。対象とした調査は、昭和56年8月26日(水曜日)午前9時30分から11時30分の3時間にわたって名神高速道路上り線京都南IC~茨木IC間について、ビデオ撮影、フローティングおよび航空写真撮影の3つの調査手段を用いて行なわれた。実施内容と結果の概要を示すと次のとおりである。

- ①ビデオ撮影調査：交通量の時間変動の把握と交通容量の推定を目標に、登坂車線中間部、登坂車線終端合流部、平坦部、梶原・天王山両トンネル抗口の5地点でビデオカメラによる録画を実施した。
- ②フローティング調査：旅行時間と走行速度の時間変動の把握を目的とし、調査区間をフローティング法によって、200m毎の通過時刻をストップウォッチで計測した。
- ③航空写真撮影調査：交通密度の時間的・空間的変動の把握を目的とし、セスナ機により連続写真撮影を行なった。

上記調査の結果について、その一部を示すと次の

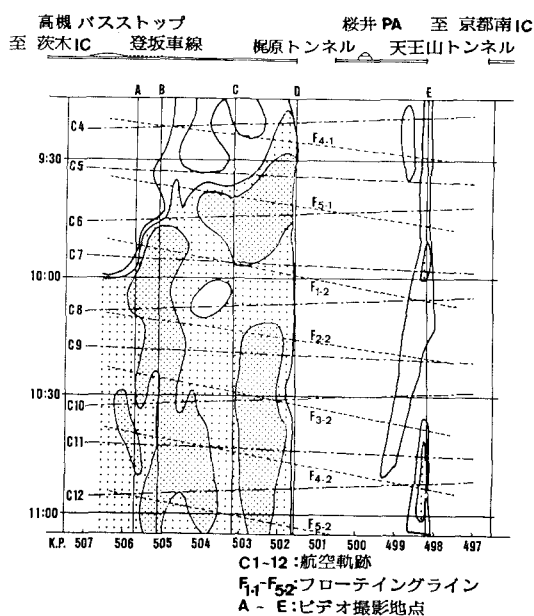


図-8 解析対象区間と時間帯

とおりである。まず交通密度の時間的空間的分布状況を航空写真撮影調査の結果より密度のコンター図で示し渋滞の変遷を表わしたものが図-8である。これより主たる渋滞の発生時点は梶原トンネル抗口であることが示されている。なお図中のA, B, C, D, Eの各点はビデオ撮影地点を示し、また一点鎖線で航空写真撮影の飛行線を、点線でフローティング調査の試験車の走行軌跡をそれぞれ示している。

(2) 諸係数の決定

i) 交通平面の決定

交通平面を確定するために、時空平面上で正確な飛行線の位置を定める必要がある。このため、各飛行毎の航空写真のうちビデオ撮影地点を写しているものを選定し、録画時刻を秒単位で記録したビデオ再生画面と航空写真が一致する時刻から各ビデオ撮影地点の通過時刻を正確に追跡することができた。次に航空写真をスライドで投影し、50m毎の車の台数を計測し、これを最上流から累加していくことにより、飛行コース上の累加台数を得る。さらに再生ビデオ画面より、車の台数を計測し累加していくことにより、ビデオ撮影地点における時間軸方向への累加台数を得ることができる。以上の二系統の累加台数より、交通平面を確定することができる。ただし、現実には航空写真撮影においてできるだけ撮影範囲を拡大するため写真のオーバーラップを最小限10%程度に止めたが、交通流と順行で撮影された写真では、存在台数の計測に重複があり、また逆行の場合は計測漏れの場合もあったので、順行・逆行での計測数の差異のないようにするため、ビデオ撮影地点の最上流および下流端すなわちA点とE点の間で差異を均等に配分して調整を行なっている。

ii) 交通量変動特性の推定

ある地点を一定時間内に通過する車の台数(n)の分布は一般ポアソン分布がよく適合することが知られている。この一定時間内に通過する車の台数の平均値をm、ポアソン項の数を k_p で示すとすれば、一般ポアソン分布は次式で示される。

$$P(n) = \sum_{i=0}^{k_p} \frac{e^{-\lambda T} \cdot (\lambda T)^{n \cdot k_p + i - 1}}{(n \cdot k_p + i - 1)!}$$

ただし $\lambda = m \cdot k_p + \frac{1}{2} (k_p - 1)$

上式において平均交通量に相当するmは、時空平

面上の対象とする領域の近傍を走る飛行線上の累加台数から求めることができる。したがって k_p を定めれば上式の分布形が定まり式(4)にある分散も求めることができる。しかし交通量の変動状況は、調査の前定条件のもとではビデオの録画地点以外は把握できず、したがって任意の地点で実測値との適合性から k_p を定めることはできない。このため再成ビデオ画面から到着台数の分布状況を実測し、 χ^2 検定により適合度が最もよい k_p を順次求めていき、解析対象時間帯の密度コンター図から渋滞、非渋滞の区別をつけた後、 k_p と平均交通量の関連性を求めることを試みた。解析は全ての録画地点について行ない、解析対象時間帯は8時30分から10時20分の50分間とし、ビデオタイマーによって画面上に捜入された秒単位の録画時刻を基準にストップウォッチで各車の到着時刻を求め、これより3秒間交通量を連続100回すなわち5分間についての計測分布から、それぞれ最も適合度の良い k_p を求め、この k_p の最適値を計測時の交通量/交通容量比毎に整理し、判別関数を用いて、交通量/交通容量比の境界値を求めた。結果を図-9に示す。図において渋滞・非渋滞の区別は交通密度で30台/km/車線を区分の目度としている。

(3) 旅行時間の推定方法とその結果

3「交通流の変動限界と交通流特性の推定」で示した推定方式を用い、前項の結果を用いて、図-8に示すフローティングラインのうち、ビデオ撮影の時間帯と航空写真の飛行線で完全に取り囲まれているフローティングラインの F_{12} と F_{42} を比較対象に旅行時間の推定を試みた。

対象とした区間はキロポスト506.0から501.6の

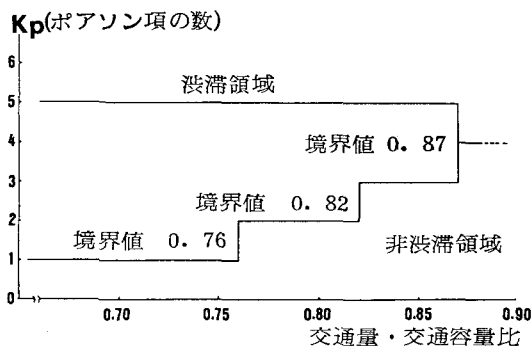


図-9 k-q(A-E地点 合計車線) K_p 値判別結果

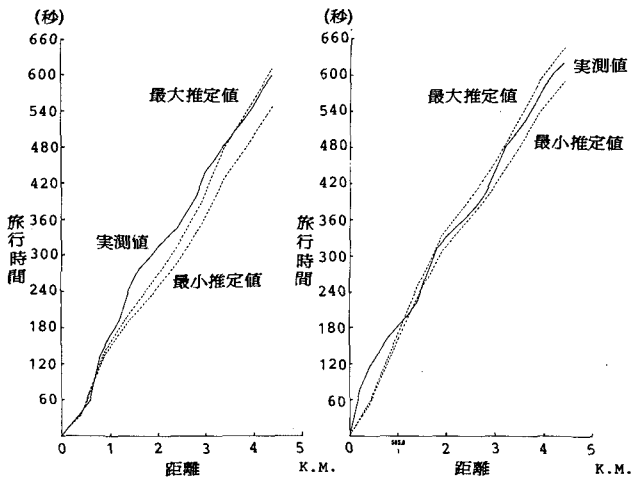


図-10 旅行時間に関する理論的推定値と実測値との比較

4.4 キロメートルの区間で、この区間を上流側一区間を400 m、残りの区間は500 mの小区間に分け、旅行時間の計算対象時間帯を10分とした。すなわち各フローティング車が最上流端の506.0キロポストを通過する時間を中心に10分間の時間帯を設定し、第1小区間の旅行時間の平均値、および最大・最小を式(9)～(11)で求められる速度を用いて計算する。次に下流側隣接小区間へ移り、時間帯を先に計算した平均旅行時間だけ遅らせて同様の計算を行なう。以下、順次計算を最下流端まで続け、全小区間の旅行時間を合計して全体区間の旅行時間を求めた。このようにして求めた各小区間の旅行時間を累加していく、比較対象のフローティングライン F_{12} および F_{42} の走行軌跡と併せて示したものが図-10である。各小区間の旅行時間としては累加していくためかなり差異が生じてはいるものの、交通平面決定の際指適した、飛行コース上の累加台数を調整した506.0から501.6キロポストの間、すなわち対象区間全体の旅行時間は範囲内におさまリ、当初の目的には一応達したものと考えられる。なお推定走行軌跡とフローティングラインのそれぞれの差異はかなりあるが、これはフローティング車がキロポスト読み取りの便から主として走行車線を走行したことにもよるものと考えられる。

6. 結 語

航空写真と路側からの交通量測定の結果から比較的長区間に渡る高速道路上の旅行時間の推定を、交通流の三次元表示法の理論を利用して試みた結果はほぼ妥当な結果を得たわけであるが、路上作業車による交通流の乱れが起こった場合、あるいは航空写真が完全に走行車両の全台数を撮影しているとは限らない状況等があり、まだ理論と実際の照合が完全に行なわれているとは言い難い状況である。今後はこの種の調査をさらに積み重ね、推定方法の改良をしていく必要があると考えられる。

参 考 文 献

- 1) Yasuji, Makigami, G. F. Newell;
Three-Dimensional Representation of Traffic, Flow, Transportation Science, Vol.5, No. 3, p302-313, August 1971.
- 2) 阪神高速道路公団； 阪神高速道路の交通渋滞対策に関する調査研究報告書、(社)交通工学研究会、昭和56年3月
- 3) 首都高速道路公団； 首都高速道路6号線二期及び葛飾川線の部分供用に伴う交通状況調査に関する報告書、昭和56年3月
- 4) 卷上安爾, 林 昌親； 航空写真による交通流の計測方法について、第38回土木学会概要集、昭和58年9月
- 5) 卷上安爾, 坂本破魔雄, 林 昌親； 航空写真にもとづく交通流解析の一手法について、土木学会論文集第347号、昭和59年7月、p153～162