

法政大学工学部 正 田下 清栄 正 大嶋 太市
リモートセンシング技術センター 正 田中 總太郎

1. はじめに

一般に、自動車交通調査は地上で行なわれている。しかし、都市における自動車交通のように交通量が多くなったり車線数が多くなると膨大な労力を必要とし、しかも得られるものは道路のある特定地点の状況である。

これに対し、航空写真はかなりの広い範囲の交通状況をほとんど同時刻に、しかも運転者には負担をかけることなく労力も少なく室内作業で解析できる利点がある。本質的には地上における自動車交通調査は時間的に連続しうが、場所的には限られる調査であり、航空写真は場所的に広いけれども時間的に限られる調査であると言える。航空写真を用いた自動車交通調査は、昭和30年代後半頃から行なわれているが、実用的にはあまり利用されていない。ここでは、改めて適用の可能性を見直し、システム化を行うことを目的としている。

2. 交通流パラメーター

一般に、自動車交通調査における測定すべき交通流パラメーターとは、自動車交通流の特性と計測技術の現状から次のようなパラメーターが測定対象項目となっている。¹⁾

- i) 交通量 ii) 交通密度 iii) 空間平均速度 iv) オキュパンシー(占有率)
v) 渋滞長 vi) 旅行時間(遅れ時間) vii) 車種構成(車長分布)

この内、交通量、交通密度、空間平均速度が道路交通の流れとして表わす基本的な状態量である。

現状では、地点観測によって交通量を調査しているが、交通混雑状態や面的な流れを把握する必要があり、空間的に広い範囲の測定を行うためには航空写真は有力な手法となる。

3. 写真上の交通状況

道路上のある1点から道路の線形に沿って測った距離を x 、ある時刻からの時間を t とし、各自動車の軌跡をプロットすれば図-1のようである。

航空写真は秒単位という短い間隔で断片的に、しかもオーバーラップさせながら撮影していくものである。飛行高度が同じであれば、1枚の航空写真に撮られている範囲は一定である。そして言うまでもなくその写真上の自動車は同一瞬間の状況である。したがって撮影された時刻 t において x 軸に平行なある長さを持った線分で、その時刻と写した範囲とが示される。図-1において矢印で示される線分がこの航空写真の時刻と範囲である。

この航空写真の範囲は飛行機が進むにつれ、図-1のように x 方向にオーバーラップしながら少しずつ進んで行く。いまこの航空写真の撮影時間間隔を Δt とすれば Δt は図に示すごとくである。この Δt 内に自動車の進んだ距離を Δx とすれば $\Delta x / \Delta t$ はその車のその位置における速度である。次に平均速度を考える。一般に、平均速度は道路上の短い区間を定め、その区間を各自動車が走行する時間を測って速度を出し平均する方法が用いられる。つまり道路上のある場所において、時間的には無限に続く方法で平均速度を求めないのである。これを時間平均速度(time mean speed)と言う。これに対し2枚の航空写真から求めた上記の $\Delta x / \Delta t$ を平均して考えられる平均速度が存在する。これを空間平均速度(space mean speed)と呼ぶ。

いま交通量を Q (台/時)、密度を K (台/km)、空間平均速度を V_s (km/時)とすれば次の関係が成立する。

$$Q = K \cdot V_s$$

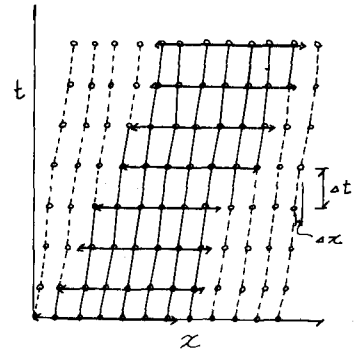


図-1 $x-t$ 線図

航空写真では、この K と V_s を容易に求めることができ、さらに上式により交通量も求めることができる。

4. 測定方法

座標測定にはステレオコンパレーター（精密座標測定機）を用い、1/2倍に拡大して観測を行った。

測定方法としては、1)単眼法 2)自動車を立体視する方法 3)路面を立体視して自動車の位置を単眼視する方法等があるが単眼法は測定は簡単であるが、データ量が多大になり後の処理が煩雑になるため、また自動車を立体視する方法は、いわゆるカメロン効果を用いて速度を求める方法であるが、読み取り誤差が大きくなり正確な測定ができにくくまた、自動車の位置などは別途に求めなくてはならないため上記の方法は本研究では用いず、路面を立体視して自動車の位置を単眼視する方法を用いた。



写真-1. ステレオコンパレーター

この方法は、立体視できる2枚の航空写真を用い、路面そのものを立体視して、1台の自動車は左写真、右写真の別の位置に写っているため、この各々の位置を各写真について単眼視して、その座標を求めるものである。

自動車の測定位置は前面バンパーの位置として測定した。

5. 空間平均速度の航空写真からの推定誤差

ステレオコンパレーターの最小読み取り値は、相応な注意を伴って観測した場合、 20μ ほどであるため、2枚の写真に映った自動車の位置の測定誤差は、和の誤差伝播の法則により、 $20 \cdot \sqrt{2} = 28.2\mu$ となる。

いま、写真縮尺を M 、撮影時間間隔を Δt 、平均速度の推定誤差を ΔV_e とすると $\Delta V_e = 0.0282 \cdot M / \Delta t$ [m/s] と表わすことができる。ここに、縮尺 $M = 1/10,000$ 、撮影時間間隔 $\Delta t = 9$ sとすると $\Delta V_e \div 31.33$ mm/s $\div 0.1$ Km/時 となる。よって、撮影時間間隔を精密測定した場合、本研究の空間平均速度の推定誤差は、約0.1 Km/時と考えることができる。

6. 測定項目

1). 車種区分としては、軽自動車、普通乗用車、バス、小型貨物車、普通(大型)貨物車の5車種とする。

2). 速度；時刻 t_{i+1} と時刻 $t_{i,j}$ の間の自動車 C_j の速度 V_j は、

$$S = \sqrt{(X_{i+1,j} - X_{i,j})^2 + (Y_{i+1,j} - Y_{i,j})^2}, \quad \Delta t = t_{i+1} - t_i$$

から $V_j = S / \Delta t$ として求められる。

3). 交通密度；交通密度は、写真上に存在する自動車の台数を1Km当りについて求める。

7. 結果と考察

ケーススタディーとして、高速道路と一般道が撮影されている地点として中央高速道、調布インターチェンジ付近を選定し、航空写真は国土地理院で撮影した、地図センターで販売されている1万分の1の航空写真を使用した。

解析結果は右の表のようである。

本解析では、撮影時間間隔の測定は、航空写真上に写し込まれた時計の読みを用いたが、この点の精度向上は必要であるが、一般的な交通調査には十分有効なデータが得られた。

参考文献

- 1). 片倉正彦；道路交通量調査と道路交通システムの制御 土木学会誌 41, 68, 11/1983年 2). 京都大学工学会編；土木計測便覧 昭和45年 1巻

写真番号	車 種	高 速 道 路		一 般 道 路	
		交通密度	速 度	交通密度	速 度
C12A-8,9	軽自動車	2	73.0	0	—
	普通乗用車	19	91.8	14	36.2
	バ ス	0	—	0	—
	小型貨物車	3	81.5	2	34.6
	普通貨物車	3	86.6	4	34.9