

航空写真による交通流の計測方法について

立命館大学理工学部 正員 巻上安爾

立命館大学理工学部 学生員 〇林昌親

1. はじめに

本研究は、航空写真撮影調査・ビデオ撮影調査を基礎資料として、時間・距離・累積台数の三軸から構成される三次元交通平面より、交通特性の推定および交通実態の把握を実施する一手法を示している。

2. 交通流の三次元表示

道路の個々の自動車の動きを逐一追跡し、表示していくため一般的に行なわれる方法は自動車の軌跡を時間・空間平面上にプロットしていくことである。今、観測開始地点の観測開始時刻を原点に取り図-1に示すような時空平面を考える。道路上の走行車両はそれぞれの速度で走行しており、追越しなどで始めに付けた番号は下流側になると順不同になりかねない。しかしこの場合でも図-1に示すように追越しが起こるたびに先に出た車に番号を付けかえていくと、どの観測地点においても先頭車から来た順番に1号車、2号車……と到着することを想定することができる。このように番号付けされた交通流を時間(t)、距離(x)および累積台数(n)の三つの直交軸にとり、た立体空間に階段状の平面として表示することができる。また通常交通流の解析で取り扱うような100台あるいは1000台単位の累積台数を想定した場合、1台1台の軌跡を示す1段1段は微少なものと考え、1平面を滑らかな曲面にすりつけて考えていくことも可能である。いき領域 A_n で規定される交通平面を図-2に示すように 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

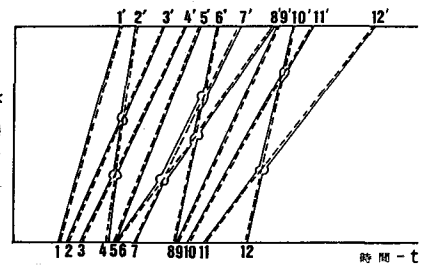


図-1 走行軌跡と順番の振替え

A_t とすれば、平均交通量(q)、平均密度(k)および平均速度(v)は次式で示される。

$$q = A_t / A_n \quad k = A_x / A_n \quad v = A_t / A_x \quad \text{--- (式-1)}$$

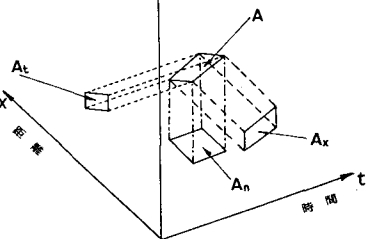


図-2 交通平面とその投影図

3. 広域交通流の三次元交通平面への適用

1) 前提条件と仮定 理論を展開するにあたって想定した交通と道路の条件および調査手段は次の通りである。

i) 道路は上下分離・出入制限された高速道路の一定区間を想定し、調査の対象となるのはこのうち問題のある一定方向の交通のみとする。

ii) 交通実態の手段としては航空写真撮影と交通量計測とし、それぞれ下記に示す条件を満たすものとする。(a)航空写真撮影：固定翼機による写真撮影を想定する。撮影飛行の

時間間隔は任意のものとするが、1回目の撮影において調査区間が連続的に撮影され走行車両がもれなく視認される画面が得られているものとする。(b)交通量計測：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入ランプ交通量の計測が行なわれるものとする。計測は観測時間帯を通して5分間単位で車線別に行なうものとするが、本線交通観測地点のうち少なくとも2カ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。

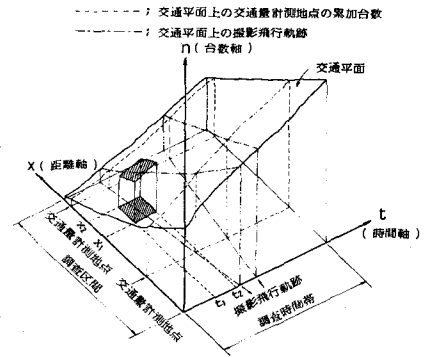


図-3 交通平面と実際の観測記録の関係

上記の(a)と(b)の前提条件のもとで撮影飛行の軌跡を時空平面上に求めることが可能になる。このような交通量計測と航空写真撮影の実施により、図-3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計測線の位置を確定することが可能である。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、そして飛行軌跡に沿って撮影された道路上の車両台数を増減させ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である。

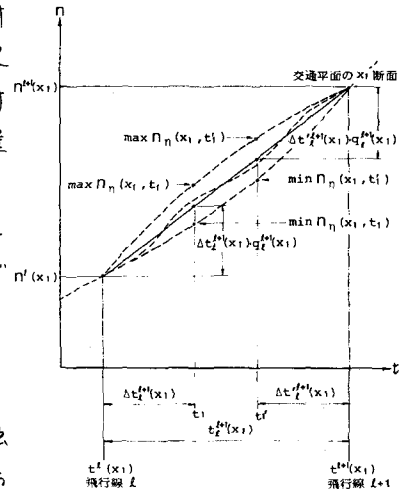


図-4 x_1 地点の任意の時点における累加台数の信頼限界

2) 交通量変動の限界領域と交通流特性の推定

飛行線の第 l 番目と第 $l+1$ 番目の時間間隔 $t_l^{th}(x_i)$ 、時間当りの交通量 $g_l^{th}(x_i)$ とする。この3秒間通過交通量が互いに独立であるを見なした場合、パラメータが k の一ラン分布に従うとしても無理がないので、中心極限定理により、地点 x_i の時間 t_i における累積台数 $n(x_i, t_i)$ は平均が $[n^l(x_i) + \Delta t_l^{th}(x_i) \cdot g_l^{th}(x_i)]$ 、分散が $\sigma^2(x_i, t_i) = 3600 \Delta t_l^{th}(x_i) / 3$ の正規分布するを見なしてよい。いま信頼度 $\eta\%$ の信頼係数 α_η とした場合、 $n(x_i, t_i)$ の $\eta\%$ 信頼限界の上・下限値をそれぞれ $\max n_\eta(x_i, t_i)$ および $\min n_\eta(x_i, t_i)$ とすれば

$$\left. \begin{aligned} \max n_\eta(x_i, t_i) \\ \min n_\eta(x_i, t_i) \end{aligned} \right\} = [n^l(x_i) + \Delta t_l^{th}(x_i) \cdot g_l^{th}(x_i) \pm \alpha_\eta \sigma(x_i, t_i) \sqrt{3600 \cdot \Delta t_l^{th}(x_i) / 3}]$$

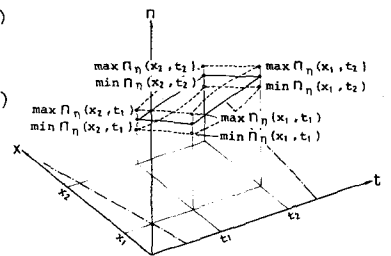


図-5 領域 $An(x_1-x_2, t_1-t_2)$ に対応する交通平面の信頼限界領域

上記の式より、交通平面を幾何学的に示せば図-4のようになる。以上によ、て時空平面上の任意の点 (x_i, t_i) に対応する交通平面上の信頼限界を航空写真撮影とビデオ撮影からの読み取り結果から求めていくことが可能となる。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 $An(x_1-x_2, t_1-t_2)$ に対応する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の一例を図-5に示す。この信頼限界領域の $n-t$ 平面および $n-x$ 平面への投影面積を求めることで式-1により、交通流特性の推定が可能となる。