

起終点調査にもとづく街路網計画について

正員 米谷 栄二*

A METHOD OF DETERMINING THE ARTERIAL STREET SYSTEM BY MEANS OF O-D DATA ANALYSIS

(Trans. of JSCE, No.34, May 1956)

By Eiji KOMETANI, C.E. Member

Synopsis The author intends to introduce a method of investigation in the field of City Planning through the planning of urban street system based on the scientific estimation and distribution of future traffic volume thereon. He proposes that the origin-destination survey is being performed in order to clarify the present traffic pattern in the urban area, and that it is necessary to apply sampling theory, especially the cluster sampling, for the survey practice. The future traffic volumes are to be estimated for the individual block within the considered district from the increase of population and the change of land use pattern in those district.

The author describes an instructive method of distributing these estimated traffic volumes to their inter-zonal and in-zonal traffic volumes which must correspond to the land use of each district of the city.

Then assuming several plans of arterial street system for the future, and computing the total traffic resistance of the street system from thus assigned future traffic volumes, we can decide the most excellent urban street system of the city by choosing the one which has the minimum traffic resistance among them.

要旨 著者は街路網計画を科学的な交通量の推定並びに配分にもとづいて行うことにより、都市計画に新たな科学的考察方法を提示したいと考える。そのためには都市内の現在の交通形態を理解するために起終点調査を行うべきであり、その場合標本調査法を適用すべきこと、特に集落抽出法を採用すべきことを提唱した。

将来交通量は人口の増加および土地利用の変化にもとづいて個々の地区についてべつべつに推定するものとし、この推定された将来交通量がその都市内の各地区の土地利用に応じた地区間交通量および地区内交通量になるように合理的な配分を行う方法を述べた。

つぎに将来の街路網を仮定し、上に配分された交通量から街路幅員を定め街路網の総交通抵抗を算出することにより、若干の街路網計画案のうち総交通抵抗の最小のものをもつて将来の街路網を決定し得ることを述べたものである。

目 次

- | | |
|----------------------------|------------------------|
| §1. 概 説 | b. 交通抵抗の算出 |
| §2. 起終点調査による都市内交通の実態調査 | §6. 京都市山科地区における幹線街路網計画 |
| a. 起終点調査の方法 | a. 調 査 |
| b. 起終点調査への標本調査法の適用 | (1) 土地利用現況 |
| §3. 集落抽出法による起終点調査の精度の検証 | (2) 人口調査 |
| a. 集落抽出法の精度に影響を与える諸要素 | (3) 交通に関する調査 |
| b. 種々の抽出率による計算例とその精度 | b. 将来計画 |
| c. 調査に先立ち母分散および変動係数を推定すること | (1) 土地の開発度 |
| §4. 土地利用にもとづく街路交通の推定 | (2) 人口の推定 |
| a. 街路の将来交通量の推定 | (3) 地区別交通端の推定 |
| b. 街路の交通形態の決定法 | (4) 交通形態の決定 |
| §5. 街路の交通抵抗 | (5) 街路網計画案の作成 |
| a. 交通抵抗の要因 | (6) 交通抵抗の計算およびその比較 |
| | §7. 結 語 |

§1. 概 説

国土計画ないし地方計画として考察せられる国道網または都道府県道網のごとき道路網は、一国の交通政策または一地方の産業政策によつて決定せられることが多いので、その路線が位置する土地の性格との結びつきはあまり強くない。これに反して街路は交通中心を連絡するばかりでなくその沿線の土地に奉仕する利用度のきわめて高い交通路線で、地方道路とはその性格を異にしている。したがつてその土地との結びつきはなほ密接であるから、街路網計画にあつては土地利用に立脚してこれを行うべきである。

* 京都大学助教授，工学部土木工学教室

著者は街路網計画を理論的根拠にとぼしい従来の経験的方式から脱却して、科学的な交通量の推定並びに配分にもとづいて行うことにより、都市計画に新たな科学的考察方法を提示したいと考えるものである。すなわち著者の提唱しようとする考察方法によつて街路網計画を行うためには以下の各段階について考究する必要がある。

- 1) 人および物資の移動に関する現在の都市内の交通形態を理解するために起終点調査を行つて希望路線図を作成する。その場合標本調査法を適用すべきこと、特に集落抽出法による標本調査法を採用すべきことを提唱する。
- 2) 人口の増加および土地利用の変化にもとづいて将来交通量を推定する。都市内の地区によつて土地の性格を異にし、そのように土地利用が異なれば交通の量および質に差異を生ずることはもちろんであるから、将来交通量の推定は個々の地区の土地利用に応じて個々別々に推定しなければならない。
- 3) 前項によつて推定した将来交通量は、その都市内の各地区の土地利用に応じた地区間交通量および地区内交通量になるように適当に配分する。この配分を後述するごとく合理的に行うことによつて、計画すべき将来の希望路線図を描くことができる。
- 4) 前項によつて作成した将来の希望路線図にしたがつて、将来の交通需要に適合した街路網の個々の路線位置を決定する。この場合注意すべきことは、その都市が好ましい土地利用形態を維持し発展せしめるのに矛盾しないように路線の位置を選ぶことである。
- 5) 将来の街路網の配置を決めたならば、個々の路線の規模すなわち街路幅員等は配分された交通量から算出する。著者が後述する街路の交通抵抗に関する科学的考察は、将来の交通需要に適合する街路の計画並びに設計にとつてきわめて重要である。

要するに街路網計画は上述のごとく土地利用を基盤として行うことができるが、そのためにはここに述べた街路の交通抵抗がはなはだ重要な計画要素であるから、著者はその解析を行うとともに実験を行つて抵抗値を決定した。なお任意の街路について交通抵抗の算出を容易ならしめるためには、同様の実験を各種の街路についてくり返して必要な図表を作成しておくことが必要である。さらにこの著者の提唱する街路網計画法が実際の計画地域に対して適用され、しかもきわめてすぐれた街路網を与えうことは、小さな一例であるが京都市山科地区について計算例を試みることによつて明らかにされた。

§2. 起終点調査による都市内交通の実態調査

今後わが国で起終点調査を実施する場合に最も採用されやすいのは、警察官の協力を得て行う路側質問法であろうと思われる。調査にあつては全数調査を行うこともあるが、労多くしてかえつて十分の精度を期待できないので、標本調査法を適用して少数標本から精度の高い結果を推定する方法をとるべきであると思う。それには集落抽出法が適当である。

標本調査法の理論的根拠をなすものは無作為標本(Random sample)の理論であるが、これに裏づけられながらも調査単位の無作為抽出を行う各種の抽出法を導入することにより、その応用が各分野に拡がってきた。このように今日では統計調査はすべて一応は標本調査としてとり上げ、費用、労力、所要時間および要求される精度の考慮のもとに、最も有利なように標本設計をするのが合理的なあり方であり、全部調査はある条件のもとにおいてこれと同じ方針のもとに導かれる一つの特殊な解答にほかならないとされるに至つた。

一般に標本調査にかぎらず統計をもつて一般的集団に関する推定とするかぎり、その推定の誤差は避けられない。標本調査では標本誤差が入ってくるかわりに非標本誤差は概して小さくなる。しかもこの標本誤差は新しい標本抽出法によればその程度が推定できるのであるが、非標本誤差についてはその程度を論じがたい。このように程度の不明瞭な誤差を排除するという意味でも、著者は標本調査法の有利さを認めるものである。

起終点調査について見るとき、従来の古い意味での標本調査すなわち全数調査の代用として行う、直観的に適当と判断される範囲の調査は非科学的といわねばならない。この意味で著者は標本調査理論を起終点調査に適用することを提唱するものである。

起終点調査の各方法についての標本誤差を論ずるに先立つて、その調査単位および抽出単位の定義を述べると次のようである。すべての方法を通じてある車がなす一つの交通すなわち起終点の一对を調査単位とし、その調査単位である交通についてそれがA地区 \longleftrightarrow B地区間のものであるという性質すなわちその交通の属性を調べるのである。その性質の数は、地区の数を N とすれば N^2 とおりあるわけである。また抽出単位は路側質問法では一般にとらえた自動車に現になしつある交通、戸別訪問法では0ないし数個の交通をなす自動車になる。標本調査理論はすでに数多くの研究者によつて確立せられており、著者はこの理論を都市計画のための基本調査と

しての起終点調査に用いうることを明らかにしたにすぎないが、著者が京都市での全数調査の資料からその精度を検証することのできた集落抽出法に関する理論式を引用すると次のようである¹⁾。

(1) 路側質問法における標本誤差

(a) 集落抽出法による場合 起終点調査において真の意味での無作為抽出を行うことはむづかしく、たとえできるとしても非常な手数を要する。そこで実施上の要求からここに述べる集落抽出法を採用すべきであると思う。集落抽出法とは、抽出すべき標本を個々とらずに一定のワク、すなわち時間または台数で区切り、そのワクの中の資料群を一つの集落とみなす方法である。起終点調査においては、集落としては次の二つが考えられる。

- i) 調査時間を一定時間に区切り、そのうちのいくつかを選び出して調査するもの。
- ii) 全交通を一定台数ごとに区切り、そのうちのいくつかを選ぶもの。

このうち i) においては一つの集落内に含まれる台数はもちろん一定ではない。それに反し ii) の方法ではすべての集落に含まれる調査単位すなわち交通の数が等しい。以下この i), ii) について標本の精度を考察する。

いま路側質問法による起終点調査の一つの調査地点をとり、そこを通る自動車のうち調査しようとする特定の属性、例えば $A \leftrightarrow B$ なる交通をなすという性質をもつものに 1、そうでないものに 0 を対応させる。j 番目の集落においてある属性をもつ交通の総数を $X_j = \sum_{k=1}^{N_j} x_{jk}$ 、調査時間全体におけるその属性をもつ交通の総数を X とすると、

$$X = \sum_{j=1}^M X_j = \sum_{j=1}^M \sum_{k=1}^{N_j} x_{jk} \dots \dots \dots (1)$$

ただし M は集落の総数、 N_j は j 番目の集落における交通の総数、 x_{jk} は 0 または 1 である。標本集落の数を m とすれば、この X の不偏推定値 X' は

$$X' = \frac{M}{m} \sum_j X_j = \frac{M}{m} \sum_j \sum_{k=1}^{N_j} x_{jk} \dots \dots \dots (2)$$

ここで $\sum_{j=1}^m X_j$ と書かないで $\sum_j X_j$ と書いたのは、ここの X_j は母集団の X_1, X_2, \dots, X_M のうちのいずれかの m 個の値をとる m 個の確率変数であつて、この和 \sum はその m 個の確率変数の和を意味するからであり、必ずしも

$$X_1 + X_2 + \dots + X_m$$

を意味するのではないことを示すものである。その分散は

$$V(X') = M^2 \frac{M-m}{M-1} \cdot \frac{\sigma_e^2}{m} \doteq M^2 \left(1 - \frac{m}{M}\right) \frac{\sigma_e^2}{m} = \frac{1-f}{f^2} m \sigma_e^2 \dots \dots \dots (3)$$

ただし $f = \frac{m}{M}$ は抽出率である。

また X_j の分散 σ_e^2 は

$$\left. \begin{aligned} \sigma_e^2 &= \frac{1}{M} \sum_{j=1}^M (X_j - \bar{X})^2 = \frac{1}{M} \sum_{j=1}^M (N_j \bar{x}_j - \bar{N} \bar{x})^2 \\ \left[\bar{X} &= \frac{X}{M}, \bar{x} = \frac{X}{N}, \bar{x}_j = \frac{X_j}{N_j}, \bar{N} = \frac{N}{M} \right] \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots (4)$$

特に台数で区切つた集落の場合は集落の大きさが均一であるから、式 (3) は

$$V(X') = N^2 \frac{M-m}{M-1} \cdot \frac{\sigma_b^2}{m} \doteq N^2 \left(1 - \frac{m}{M}\right) \frac{\sigma_b^2}{m} = \frac{1-f}{f^2} m \bar{N}^2 \sigma_b^2 \dots \dots \dots (5)$$

ここに σ_b^2 は母集団における集落間の分散であつて、

$$\sigma_b^2 = \frac{1}{M} \sum_{j=1}^M (\bar{x}_j - \bar{x})^2 \dots \dots \dots (6)$$

集落抽出法において母集団の集落のうちいくつかを抽出することのために生ずる推定の誤差はこの σ_b^2 に起因し、 σ_b^2 の値の大小によつてこの種の誤差の大きさが支配される。また c_b を集落間変動係数とすれば、 X' の変動係数 $C_{X'}$ は次式で与えられる。

$$(C_{X'})^2 = N^2 \frac{M-m}{M-1} \cdot \frac{1}{m} \left(\frac{\sigma_b^2}{X}\right)^2 = \frac{M-m}{M-1} \cdot \frac{1}{m} \left(\frac{\sigma_b}{\bar{x}}\right)^2 \doteq (1-f) \frac{c_b^2}{m} \dots \dots \dots (7)$$

これらは一つの観測地点における結果についてであつて、それを全観測地点について求めると、

$$i) \text{ の場合: } V\left(\sum_i X'_i\right) = \sum_i [V(X'_i)] = \sum_i \left(\frac{1-f_i}{f_i^2} \cdot m_i \sigma_{bi}^2\right) \dots \dots \dots (8)$$

$$\text{ii) の場合: } V(\sum_i X'_i) = \sum_i \left(\frac{1-f_i}{f_i^2} \cdot m_i \bar{N}_i^2 \sigma_{bi}^2 \right) \dots \dots \dots (9)$$

同種の調査について過去の資料、予備調査の結果等から $\sigma_e^2, \sigma_b^2, c_b^2$ 等の値が推定できるならば、以上の諸公式を用いて集落抽出法による合理的な調査推定が可能となる。しかし路側質問法による起終点調査の場合には、交通の性質はその地点により決定的な影響を受けるから、それらの $\sigma_b^2, \sigma_e^2, c_b^2$ 等について過去の資料から一般的な値を求めて使用することには疑問がある。やはり予備調査を行つてこれらの値を推定して標本設計に用いるのが合理的である。以下にそのための公式を導くが、これは調査の結果である調査票の一部から母集団を推定する場合の誤差の推定を行う場合にも用いる。いま予備調査において抽出される集落を m' 個 ($m > m'$) とし、その m' 個の集落の分散を s_e^2 とすれば、 σ_e^2, σ_b^2 は次式で与えられる。式中の \approx は不偏推定を表す。

$$\left. \begin{aligned} \frac{M-1}{M} s_e^2 &\approx \sigma_e^2 \\ \text{ただし } s_e^2 &= \frac{1}{m'-1} \sum_j^{m'} (X_j - \bar{X}'_s)^2 \\ \bar{X}'_s &= \frac{1}{m'} \sum_j^{m'} X_j \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots (10)$$

$$\left. \begin{aligned} \frac{M-1}{M} s_b^2 &\approx \sigma_b^2 \\ \text{ただし } s_b^2 &= \frac{1}{m'-1} \sum_j^{m'} (\bar{x}_j - \bar{x}'_s)^2 \\ \bar{x}'_s &= \frac{1}{m'} \sum_j^{m'} \bar{x}_j \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots (11)$$

式 (10), (11) を式 (3), (5) に代入すると、

$$V(X') \approx M^2 \frac{M-m}{M} \cdot \frac{s_e^2}{m} = \frac{1-f}{f^2} m s_e^2 \dots \dots \dots (3')$$

$$V(X') \approx N^2 \frac{M-m}{M} \cdot \frac{s_b^2}{m} = N^2 (1-f) \frac{s_b^2}{m} = \frac{1-f}{f^2} m \bar{N}^2 s_b^2 \dots \dots \dots (5')$$

これらの推定のために抽出すべき集落の個数 m' としては、普通 50 ぐらいをとれば標準誤差の推定について変動係数を 15% 以下にとどめうる。

(b) 集落を規則的に抽出する場合 もし集落を k 番目ごとに規則正しく抽出した場合には、その誤差分散は

$$V(X') = \left[1 + \frac{2}{m} \sum_{j=1}^{m-1} (m-j) \rho_{jk} \right] \frac{M^2}{m} \sigma_e^2 \dots \dots \dots (12)$$

ここに ρ_{jk} は相関係数であつて次式で与えられる。

$$\rho_{jk} = \frac{k(m-j)}{\sum_{i=1}^{k(m-j)} \left(X_i - \frac{X}{M} \right) \left(X_{i+jk} - \frac{X}{M} \right)} / k(m-j) \sigma_e^2 \dots \dots \dots (13)$$

もしも集落を無作為に抽出する方法と規則的に抽出する方法の精度が等しくなるときは、両者の誤差分散が等しくなるときである。したがつて式 (3) と式 (12) を等置すれば、

$$\sum_{j=1}^{(m-1)} (m-j) \rho_{jk} = - \frac{m(m-1)}{2(M-1)} \dots \dots \dots (14)$$

となる。式 (14) の左辺が右辺より大であれば無作為抽出法の方が精度が高く、反対に右辺の方が左辺より大であれば規則的抽出法の方が精度が高い。

起終点調査において、全起終点の組合わせに対して式 (14) は平均的に成立することが認められている。特定の起終点をもつた交通が k 番目ごとの集落に集中すること、すなわち k の周期をもつて変動することは少ないと思われるから、規則的抽出法の場合についても誤差分散は式 (3) で計算してさしつかえない。実際の調査に際しては規則的に行う方が便利であり、特に交通量の多い調査地点では両方向を同時に調査すると混雑を生ずる恐れがあるので、最初の集落で一方向のみを調査し、次の集落では反対の方向のみを調査し、以下これをくり返して一方向ずつ交互に調査する方が都合がよい。このように規則的に抽出する方が実際的であるが、交通量が k の周期を有するような特性をもっていることが予備調査その他からわかっている調査地点では、規則的に抽出することは誤差が大きくなるから無作為抽出法によるべきである。

(2) 戸別訪問法における標本誤差

米国で行つている戸別訪問法では抽出単位として住居単位をとつているが、わが国のように自家用自動車の普

及度の低いところでは、一つ一つの自動車を抽出単位にとる方が好都合である。このためには道路運送車輛法によつて各陸運局に設けられている自動車登録原簿を利用すればよい。このように自動車を抽出単位にとると、調査単位はそれらがなす交通であるから、各抽出単位はそれぞれいくつかの調査単位を含んでいることになる。したがつてこの場合の標本抽出は集落抽出法と考えられるから、標本誤差は式(3)で与えられる。しかし実施の基礎となる登録原簿は、車の種別、使用の本拠の位置等で分類されているのが普通であるから、それらの分類のおのおのについてべつべつに抽出を行ういわゆる層化抽出法が適用できる。標本抽出では、母集団における抽出単位間の、問題の標識の面における差異、変動が少ないほど推定が正確になるので、層化抽出法では各層内で問題の標識について相互になるべく等質であるように層化を行えば、標本の精度を高めることができる。また層化抽出法では各層ごとの推定をも与える利点がある。

層化抽出法における標本誤差についての公式を挙げると次のようである。問題の属性すなわち一つの起終点の組をもつ交通の全層にわたる総数 X は

$$X = \sum_{i=1}^L X_i \dots\dots\dots (15)$$

ただし L は層の数、 X_i は第 i 層においてその属性をもつ交通の総数である。 X の不偏推定値 X' は

$$X' = \sum_{i=1}^L X'_i = \sum_{i=1}^L \left(\frac{M_i}{m_i} \sum_j x_{ij} \right) \dots\dots\dots (16)$$

ここに i は第 i 層の値であることを意味し、 j は第 j 番目の自動車における値であることを示す。また M_i は第 i 層における自動車数、 m_i は第 i 層において抽出した自動車数を表わすものとする。式(16)の分散は次の式で表わせる。

$$V(X') = \sum_{i=1}^L M_i^2 \frac{M_i - m_i}{M_i - 1} \cdot \frac{\sigma_{ei}^2}{m_i} \doteq \sum_{i=1}^L M_i^2 (1 - f_i) \frac{\sigma_{ei}^2}{m_i} \dots\dots\dots (17)$$

層化抽出法で最もよく用いられるのは、各層での抽出率 $f_i = \frac{m_i}{M_i}$ が一定であるように抽出するいわゆる比例抽出法である。ここで

$$\frac{m_1}{M_1} = \frac{m_2}{M_2} = \dots\dots = \frac{m_L}{M_L} = \frac{m}{M} = f$$

とおくと、式(16),(17)は一層簡単となる。すなわち X の不偏推定値 X' は式(16)の代りに次の式(18)で表わせる。

$$X' = \frac{1}{f} \sum_{i=1}^L \sum_j x'_{ij} \dots\dots\dots (18)$$

またその分散は式(17)の代りに

$$V(X') \doteq \frac{1-f}{f} \sum_{i=1}^L M_i \sigma_{ei}^2 = M^2 \frac{1-f}{m} \sum_{i=1}^L \frac{M_i}{M} \sigma_{ei}^2 = M^2 \frac{1-f}{m} \sum_{i=1}^L P_i \sigma_{ei}^2, (N \gg X) \dots\dots\dots (19)$$

となる。 $P_i = M_i/M$ は第 i 層の相対的大きさを表わす。

式(17),(19)には σ_{ei}^2 を含んでいるが、標本の設計にあつてはこれらの値は未知であるから推定値を用いなければならない。そのためには予備調査を行つて、第 i 層の標本内の m_i 個の抽出単位、すなわち m_i 台の自動車から m'_i 個を抽出して副次標本を作り次の計算を行う。

$$s_{ei}^2 = \frac{\sum_j^{m'_i} (N''_{ij} b''_{ij} \bar{N}''_i b''_{is})^2}{m'_i - 1} \dots\dots\dots (20)$$

ここに N''_{ij}, b''_{ij} はそれぞれ副次標本内の第 i 層内第 j 番集落の大きさとそのうちで問題の起終点の組をもつ交通の割合であり、 \bar{N}''_i, b''_{is} はそれぞれ第 i 層における N_i の平均および問題の起終点の組をもつ交通の割合である。この式は計算に便利なように、さきの式(10)と同様に次のように書き表わすことができる。

$$s_{ei}^2 = \frac{\sum_j^{m'_i} (x''_{ij} - \bar{x}''_{is})^2}{m'_i - 1} \left. \begin{array}{l} \\ \\ \end{array} \right\} \dots\dots\dots (21)$$

$$\bar{x}''_{is} = \frac{1}{m'_i} \sum_{j=1}^{m'_i} x''_{ij}$$

この s_{ei}^2 は $\frac{M_i}{M_i - 1} \sigma_{ei}^2$ の不偏推定値となるから、

$$\frac{M_i-1}{M_i} s_{ei}^2 \approx \sigma_{ei}^2$$

これを式(17)に代入すると

$$V(X') \approx \sum_{i=1}^L M_i^2 \left(1 - \frac{m_i}{M_i}\right) \frac{s_{ei}^2}{m_i} = \sum_{i=1}^L \frac{M_i}{m_i} (M_i - m_i) s_{ei}^2 = \sum_{i=1}^L \frac{1-f_i}{f_i^2} m_i s_{ei}^2 \dots \dots \dots (22)$$

比例抽出法の場合には最後の式(22)は次のように簡単になる。

$$V(X') = \frac{1-f}{f^2} \sum_{i=1}^L m_i s_{ei}^2 \dots \dots \dots (23)$$

§3. 集落抽出法による起終点調査の精度の検証*

著者は前節において起終点調査に適用すべき標本調査法として集落抽出法が適当であることを述べるとともに、その場合に使用すべき理論式をあげた。ここにはその精度に影響を与える諸要素について考察を行った結果、起終点調査には全数調査を行わなくとも集落抽出法を用いて所要の精度で必要な調査を行いうることを確かめることができた。すなわちこの理論的考察を観測資料によつて実証するために、京都市建設局が全数調査による起終点調査を実施する機会をとらえて、時間による集落に区切つての記録をとることとし、その資料について種々の抽出率による推定を行つた標本調査結果と、全数調査の結果とを比較した。その結果として、従来行われているような全数調査の不必要なことが明らかになつたので、今後の起終点調査の実施上における労力、時間および費用の節約はかなり大なるものがある。

a. 集落抽出法の精度に影響を与える諸要素

推定の精度は変動係数をもつて示すことができる。いま推定誤差を e とすれば

$$e = \frac{|X' - X|}{X} \dots \dots \dots (24)$$

同一抽出率で多数回推定をくり返すとき、母集団が正規分布に従うものであれば $1 C_{X'}$ の中に推定誤差の約 68% が含まれ、 $2 C_{X'}$ をとれば推定誤差の約 95% が含まれ、さらに $3 C_{X'}$ をとるならば推定誤差の約 99.7% すなわちほとんど全部の推定誤差がこの範囲に含まれてしまうことが知られている。母集団が正規分布に従わない場合でも、標本の抽出個数が大きければ正規分布の場合と同じと考えてさしつかえない。母集団が正規分布をせず、標本の抽出個数も少ない場合は、チェビシェフ (Chebycheff) の定理から、 $\lambda C_{X'}$ の範囲内にくり返し抽出の場合の推定誤差の少なくとも $100\left(1 - \frac{1}{\lambda^2}\right)\%$ が含まれる。ここに λ は 1 より大きい任意の正数である。

式(3)より変動係数を表わす式として次式をうる。

$$C_{X'} = \frac{\sqrt{V(X')}}{X} = \left[\frac{M^2}{m} \cdot \frac{M-m}{M-1} \cdot \frac{\sigma_e^2}{X^2} \right]^{1/2} = \left[\frac{M^2}{m} \left(1 - \frac{m}{M}\right) \right]^{1/2} \frac{\sigma_e}{X} \\ = \left[\left(\frac{1}{f} - 1\right) M \right]^{1/2} \frac{\sigma_e}{X} \dots \dots \dots (25)$$

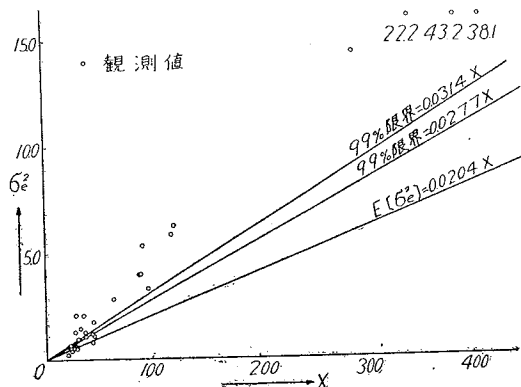
この式(25)からわかるように、 $C_{X'}$ に影響を与える要素は集落の標準偏差 σ_e 、抽出率 f および交通量 X である。

(1) 集落の標準偏差 σ_e

推定の精度は X および f が一定のときは σ_e の大きさに比例する。しかし精度を高める目的で σ_e が小さくなるように集落の大きさ(時間集落の場合は1集落の時間の長さ)を変えることは起終点調査では不可能である。 σ_e が大きくなるのは、特定の起終点をもつ交通が集落間で大きく変動する場合である。しかして特定の起終点をもつ交通はおおむね調査地点の全交通に比例すると考えてさしつかえないから、交通量の変動のはげしい地点では σ_e が大きいと見なすことができ、その場合には推定の精度は低い。 σ_e^2 と X との関係は図-1に示すようにほとんど比例すると考えら

図-1 分散観測値図

Fig.1. Diagram showing the observed variances.



* 第3回日本道路会議(昭.30.11.30)においてその概要を発表した。

図-2 抽出率と変動係数の関係

Fig.2. Relation between the coefficient of variance and the sampling ratio.

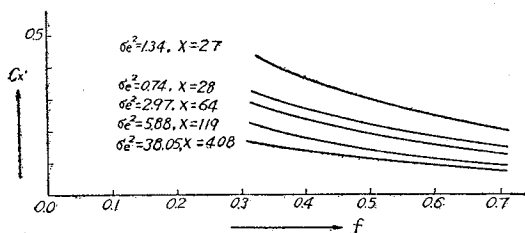


図-3 特定の起終点を有する交通量と変動係数との関係

Fig.3. Relation between the coefficient of variance and the vehicles having a particular O-D.

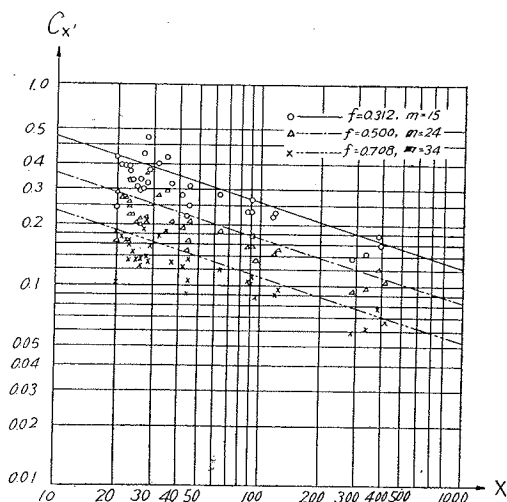
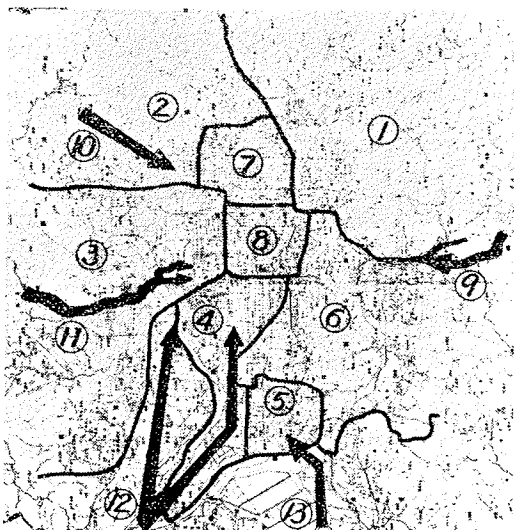


図-4 京都市起終点調査地区区分図

Fig.4. Kyoto area divided into blocks for O-D survey.



れる。このことは後に示す式 (28) からわかることができる。

(2) 抽出率 f

式 (25) からわかるように f が大きくなると $C_{x'}$ が小さくなり、したがって精度が高くなる。このことは図-2 の示すとおりである。 f を大にすると精度は高くなるが、その代りに調査費用、人員等を多く要するので、抽出率は必要な精度、標準偏差、調査人員および費用などを総合的に考えて、最少の費用、労力および時間で所要の精度を得られるように決めるべきである。

(3) 特定の起終点をもつ交通量 X

式 (25) からわかるように X が大きくなると $C_{x'}$ は小さくなり精度が高くなる。このことはさきに述べた京都市での調査資料について図示した図-3 から明らかに見られる。ゆえに調査目的または得られた結果の利用面から基準になる起終点を決定し、その X が所要の精度をもつようにしなければならない。この場合基準になる起終点より大きい X をもつ起終点の組の交通量推定の精度は所要の精度を上まわる。

以上は集落抽出法について述べたが、その他の場合も式 (25) の代りにそれぞれの場合の $C_{x'}$ の公式を用いて同様のことがいえる。

b. 種々の抽出率による計算例とその精度

京都市建設局が 1955 年 3 月 16 日午後 7 時から 17 日午前 7 時まで夜間の 12 時間に、京都市に流入する主要道路上の一点を調査地点として市内と市外の間の夜間交通の実態を調査するために全数調査による起終点調査を行つたので、著者はこの資料を利用して種々の抽出率による推定を行い精度を検討した。

この調査では市内を 図-4 に示す 8 個の調査地区に分け、京都市に流入する 5 本の主要道路 (京阪国道⑩、京津国道⑨、周山街道⑩、山陰街道⑪、奈良街道⑨) 上の一点を調査地点とした。調査対象としては自動二輪車以上の車種をとりあげた。これらの道路を利用して京都市に流入してくる交通は、その調査地点をその交通の起点とし、流出する交通は調査地点を終点として資料を整理した。このようにすれば交通端すなわち起点および終点の種類は 13 となり、その方向をも含めた組み合わせの数は 169 個であるが、この中には起り得ない組み合わせもある。このような起終点の組み合わせの中から $X \geq 20$ のものについて計算を行つた。 $X \geq 10$ のもののみを表に示すと表-1 のようである。

時間集落の長さを 15 分としたから、集落総数は 48 個となり、始めから順に番号を付した。抽出集落

表一 起終点の交通量 ($X \geq 10$ のもの)
Table 1. Vehicles having the O-D ($X \geq 10$)

起 終 点	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1									23			21	
2		(16)					23(12)						
3		32 44	27				20 43	64	(10) (11)	96	28		
4		(13)	23				45				22		
5				35								28	
6					(16)	(14)	90(10)						
7								25			37		
8		(14)	(19)		29			92			121(14)		
9	(15)	26			(10)	(18)	119				408 284 (14)		
10		(11)											
11							(16)						
12		45		(12)	20	88	341 289 (12)						
13				26		24							

註 表中 () は 20 未満で計算に使用せざるもの

数は 15,20,24,29 および 34 の 5 種類で、これらはほぼ 30,40,50,60 および 70% の抽出率に対応している。おのおの抽出率に対応する集落数を乱数表を利用して 4 種類抽出した。特に 50% の抽出率のものは、集落の一つおきに規則的に抽出したものを 1 種類を加えた。その代表的な起終点のみについて示したのが表一2である。

計算に用いた σ_e^2 は母集団の σ_e^2 をそのまま使用した。おのおの起終点の交通量に対する各抽出率の変動係数 $C_{X'}$ は表一3のとおりであり、それを図示したのがさきに示した図一3である。また推定値 X' と観測値 X から推定誤差 e (表一4) を求めて、変動係数 $C_{X'}$ との比較を行った。その結果は推定誤差が $C_{X'}$ 以内に存在するもの 78.4%, $2C_{X'}$ 以内に存在するもの 97.3% となり、 $2C_{X'}$ より大きい誤差をもっているものは 679 個のうちわずかに 19 個 (2.7%) にすぎなかつた。50% の規則的抽出を行ったものについては $2C_{X'}$ を越えるものではなく $C_{X'}$ を越えるものは 18.3% に過ぎなかつた。このことによつて、規則的に抽出を行つても、集落を無作為に抽出するのと同様の精度が得られることを確か

めることができた。

以上のような計算を行つた結果を検討して次のように言うことができる。

表一2 特定の起終点をもつた交通量の変動

Table 2. Fluctuation of traffic volumes which have the particular O-D.

起終点		12→9				9→12				12→3				8→4				5→13				
		0 15	15 30	30 45	45 60	0 15	15 30	30 45	45 60	0 15	15 30	30 45	45 60	0 15	15 30	30 45	45 60	0 15	15 30	30 45	45 60	
時	午後 7																					
	8	7	8	4	14	5	6	5	3	7	5	7	1	5	4	5	1	1	4	1	1	1
	9	11	3	5	7	3	4	1	1	2	6	2	3	1	1	4	2	1	0	2	0	0
	10	13	16	10	13	2	4	5	6	5	3	1	2	2	1	0	2	0	2	0	0	2
	11	17	15	5	23	3	6	2	3	5	2	1	0	0	1	3	0	0	1	0	0	0
	午前 0	11	20	15	11	9	2	4	3	0	0	1	1	2	0	0	0	0	1	0	0	2
	1	12	23	19	10	1	2	6	11	2	2	0	1	2	2	0	1	1	0	1	0	1
	2	12	16	1	9	1	12	4	4	0	2	2	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0
	3	13	5	5	4	4	8	6	10	1	0	2	2	1	0	0	0	0	0	0	1	0
	4	4	8	6	3	6	8	8	11	2	4	2	4	0	0	0	0	0	0	1	0	0
	5	3	3	1	1	12	6	6	5	1	0	1	4	0	0	0	0	0	0	1	0	0
	6	5	4	2	1	14	4	11	9	2	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
7	4	1	0	5	11	12	17	3	1	2	3	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	
総計	408				289				96				45				26					
平均	8.50				6.00				2.00				0.94				0.54					

表一3 各種抽出集落数による変動係数

Table 3. Coefficients of variance corresponding to the several clusters sampled.

起終点		12→9	9→12	12→8	8→9	12→3	8→12	9→3	8→4	3→12	12→7	5→5	13→5	4→3	5→13	8→3
総数	\bar{X}	408	289	121	119	96	88	64	45	45	37	35	28	27	26	20
	σ_e^2	38.05	14.35	6.62	5.88	3.33	4.01	2.97	1.82	1.15	1.14	2.16	0.74	1.34	0.66	0.70
標準誤差 $\sqrt{V(X')}$	$m=15$	64.1	39.3	26.7	25.2	18.9	20.8	17.9	14.0	11.1	11.9	15.3	8.9	12.0	8.5	8.7
	$m=20$	51.1	31.4	21.3	20.1	15.1	16.6	14.3	11.2	8.9	8.8	12.2	7.1	9.6	6.8	6.9
	$m=24$	43.2	26.5	18.0	17.0	12.8	14.0	12.1	9.4	7.5	7.5	10.3	6.1	8.1	5.7	5.8
	$m=29$	34.9	21.5	14.6	13.7	10.3	11.4	9.7	7.6	6.1	6.1	7.7	4.9	6.6	4.6	4.8
	$m=34$	27.7	17.0	11.5	10.9	8.2	9.0	7.7	6.1	4.8	4.8	6.6	3.9	5.2	3.6	3.7
変動係数 $C_{X'}$	$m=15$	0.157	0.136	0.221	0.212	0.197	0.236	0.280	0.311	0.247	0.322	0.437	0.318	0.444	0.327	0.435
	$m=20$	0.125	0.109	0.176	0.169	0.157	0.189	0.223	0.249	0.198	0.238	0.349	0.254	0.355	0.262	0.345
	$m=24$	0.106	0.092	0.148	0.143	0.133	0.159	0.189	0.209	0.167	0.203	0.294	0.218	0.300	0.219	0.290
	$m=29$	0.086	0.074	0.121	0.115	0.107	0.130	0.152	0.169	0.136	0.165	0.220	0.175	0.244	0.177	0.240
	$m=34$	0.068	0.059	0.095	0.092	0.085	0.102	0.120	0.136	0.107	0.130	0.189	0.139	0.192	0.138	0.185

表-4 異なる抽出集落数による推定誤差

Table 4. Relative errors of estimate due to the different numbers of cluster sampled.

抽出集落数		起終点		12→9	9→12	12→8	12→3	8→12	8→4	3→12	12→7	5→5	5→13	8→3	
		最大	最小												
推定誤差	15	最大	0.200	0.203	0.190	0.167	0.232	0.351	0.218	0.568	0.371	0.508	0.200		
		最小	0.059	0.119	0.058	0.033	0.055	0.133	0.066	0.123	0.096	0.108	0.120		
	20	最大	0.113	0.138	0.055	0.100	0.091	0.227	0.329	0.233	0.109	0.446	0.160		
		最小	0.005	0.013	0.012	0.025	0.064	0.040	0.013	0.039	0.029	0.077	0.080		
	24	最大	0.186	0.121	0.206	0.146	0.273	0.244	0.244	0.406	0.714	0.462	0.200		
最小		0.020	0.010	0.107	0.021	0.023	0.022	0.022	0.135	0.029	0.077	0.100			
	規*	0.093	0.010	0.206	0.052	0.000	0.378	0.111	0.027	0.200	0.077	0.300			
29	最大	0.066	0.038	0.081	0.124	0.159	0.145	0.189	0.211	0.472	0.250	0.245			
	最小	0.015	0.005	0.054	0.054	0.019	0.033	0.004	0.032	0.089	0.042	0.005			
34	最大	0.086	0.028	0.062	0.177	0.091	0.098	0.184	0.073	0.291	0.185	0.080			
	最小	0.017	0.007	0.008	0.000	0.011	0.004	0.036	0.030	0.009	0.023	0.010			

*規 は規則的抽出を示す

- 1) 推定誤差は大部分が $2C_{X'}$ 以内に含まれており、抽出された集落が特に一方に偏しているのではなく、推定の精度は $2C_{X'}$ としても実際にはさしつかえないと思われる。
- 2) この起終点調査の変動係数は 図-3 の直線で示されると考えてよい。この直線を見ると、15 集落を抽出して $X=400$ であれば $C_{X'}=0.165$ 、 $X=100$ では $C_{X'}=0.250$ 、 $X=50$ では $C_{X'}=0.320$ である。同様に 24 集落および 34 集落を抽出した場合の変動係数を表にすると次の 表-5 のとおりである。

表-5 抽出集落数を異にする場合の交通量と変動係数の関係

Table 5. Relation between the coefficient of variance and traffic volume under the different number of clusters sampled.

抽出集落数	15 (31%)			24 (50%)			34 (71%)		
	X	$C_{X'}$		X	$C_{X'}$		X	$C_{X'}$	
X	400	100	50	400	100	50	400	100	50
$C_{X'}$	0.165	0.250	0.320	0.110	0.170	0.220	0.070	0.110	0.140

米国インディアナ州ココモの例では 50% 抽出して $X=100$ で $C_{X'}=0.100$ 程度であり、これに比べると 表-5 の $C_{X'}$ の値はやや大きい。この $C_{X'}$ が大きいのは σ_e が大きいからであり、その理由とするところはココモの調査が昼間調査であるのに対し、著者の調査を行つた時間が夜間の 12 時間であるため交通量の変動が著しいためである。このように夜間の資料であるため変動がはげしく、精度を検証するのに適当な資料でなかつたことは遺憾であつた。

この計算に使用された資料は、起終点の全交通量が最大 408、最小 20 で起終点の数は 33 個であるが、このうち $X \leq 100$ が 27 個、 $X \leq 50$ が 22 個ある。このような交通量の少ない起終点交通を推定することには実用上の意義は乏しいけれども、さきに示した理論式の実証のために行つたものである。

- 3) 集落抽出を行うことによつて特定の車種のみが多く調査されるような傾向がないかどうかを確かめたところ

表-6 異なる抽出率に対する車種別抽出率 (京阪国道)

Table 6. Observed rates for the classified vehicles under the different sampling ratio (Keihan National Highway).

抽出集落数	車種 総数 f	0	1	2	3	4	5	6	8
		72	803	13	136	42	67	249	9
15	0.312	0.319	0.331	0.062	0.334	0.187	0.299	0.292	0.222
20	0.417	0.431	0.426	0.461	0.412	0.453	0.318	0.425	0.550
24	0.500	0.540	0.510	0.539	0.493	0.571	0.552	0.518	0.550
24規則的抽出	0.500	0.583	0.524	0.617	0.442	0.666	0.567	0.529	0.550
29	0.605	0.598	0.591	0.539	0.588	0.596	0.657	0.621	0.668
34	0.708	0.681	0.680	0.769	0.661	0.858	0.807	0.733	0.890

0:自動二輪車 1:トラック 2:バス 3:普通乗用車 4:小型トラック
5:小型乗用車 6:自動三輪車 8:特殊車

に行われる調査に対して適用するならばさらに高い精度が得られるものである。

c. 調査に先立ち母分散および変動係数を推定すること

集落の総数を M 、特定の起終点をもつた交通量を X とする。 X のうちの 1 台の車が M のうちの一つの集落に含まれることが確率が $1/M$ である独立事象であると仮定すれば、この仮定より集落の期待値は X/M であるか

ろによれば、バスや特殊車等の台数の少ない車種を除けば、集落抽出率と車種別の調査された比率とはよく一致しており、特定の車種にかたよるという傾向は見られない。このことは集落の抽出率と車種別の抽出率を調べてみた 表-6 から明らかに見られる。

ここに示した実証的検討から明らかなように、起終点調査に標本理論を適用することは妥当であり、昼間

ら、式(4)から次式が得られる。

$$\sigma_e^2 = \frac{1}{M} \sum_{j=1}^M \left(X_j - \frac{X}{M} \right)^2 = \frac{X}{M^2} \cdot \frac{\sum_{j=1}^M \left(X_j - \frac{X}{M} \right)^2}{\frac{X}{M}} = \frac{X}{M^2} \chi^2 \dots\dots\dots (26)$$

$$\chi^2 = \frac{\sum_{j=1}^M \left(X_j - \frac{X}{M} \right)^2}{\frac{X}{M}} \dots\dots\dots (27)$$

式(27)は $M-1$ の自由度を有する χ^2 分布に従う。しかして自由度 $M-1$ の χ^2 の期待値は $M-1$ であるから、 σ_e^2 の期待値は、

$$E[\sigma_e^2] = \left(\frac{M-1}{M^2} \right) X \dots\dots\dots (28)$$

同様に $V(X')$ の期待値は、

$$E[V(X')] = \frac{M-m}{m} X = \frac{1-f}{f} X \dots\dots\dots (29)$$

また変動係数の期待値は、

$$E[C_{X'}] = \left[\left(\frac{M-m}{m} \right) \frac{1}{X} \right]^{1/2} = \left[\frac{1-f}{f} \cdot \frac{1}{X} \right]^{1/2} \dots\dots\dots (30)$$

χ^2 分布の 95% の χ^2 の値と χ^2 の期待値 ($M-1$) との比を k_{95} と表わせれば、 σ_e^2 の 95% の確率限界 $[\sigma_e^2]_{95}$ 、 $V(X')$ の 95% 確率限界 $[V(X')]_{95}$ および $C_{X'}$ の 95% 確率限界 $[C_{X'}]_{95}$ はそれぞれ次式で与えられる。

$$[\sigma_e^2]_{95} = \frac{M-1}{M^2} k_{95} \cdot X \dots\dots\dots (31)$$

$$[V(X')]_{95} = \frac{M-m}{m} k_{95} \cdot X = \frac{1-f}{f} k_{95} \cdot X \dots\dots\dots (32)$$

$$[C_{X'}]_{95} = \left[\frac{M-m}{m} k_{95} \cdot \frac{1}{X} \right]^{1/2} = \left[\frac{1-f}{f} \cdot k_{95} \cdot \frac{1}{X} \right]^{1/2} \dots\dots\dots (33)$$

もし確率限界を 99% とするときには k_{99} を用いばよい。著者が前項 b. に述べた例では $M=48$ であるから、

$$k_{95} = 1.36, \quad k_{99} = 1.54$$

である。

さきに示した図-1を見ると、分散は X に比例しているが、99% 確率限界よりもかなり大きい。これを見ても著者の用いた資料は分散が大きすぎるのがわかる。このように $[\sigma_e^2]_{95}$ あるいは $[\sigma_e^2]_{99}$ をもつて分散の大小を判定する基準としうるとともに、調査に先立つて分散を推定することができる。

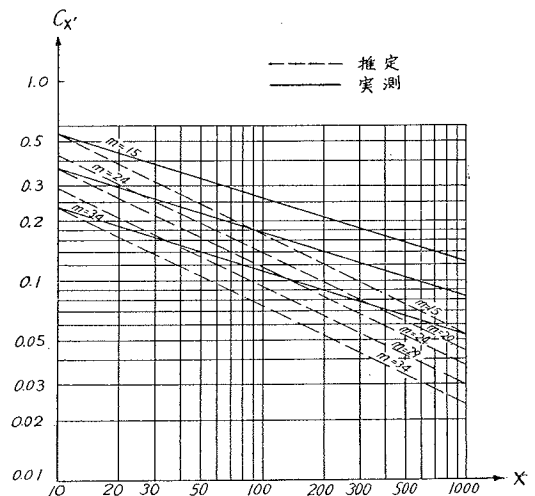
次に変動係数は式(33)からわかるように $[1/X]^{1/2}$ に比例している。さきに示した図-3においてもほぼ同じ傾向を持つことが見られるが、 $1/X$ の指数は $1/2$ よりやや小さいことが認められる。 $M=48$ 、 k_{95} について計算した $[C_{X'}]_{95}$ と著者の観測値とをあわせて図示すれば図-5のとおりである。調査に先立つて分散を推定できたように、式(33)を用いば調査以前に $C_{X'}$ も推定することができるから、調査計画の立案を合理的に行うことができる。

§ 4. 土地利用にもとづく街路交通の推定

都市内交通問題を解決するためには、都市の諸施設がその都市の土地利用に最もふさわしく施設せられるように総合計画をたてなければならぬ。特に幹線街路網はその一部分を改良すれば直接的には交通量に変化を生ずるほか、間接的には土地の発展の形態に影響を及ぼすから、結局その影響はあらゆる面に及ぼされる。

図-5 変動係数の推定(95% 限界)

Fig. 5. Estimation of the coefficient of variance (95% probability limit).



道路または街路の将来の自動車交通量がいかに増加するかを推定することは極めて困難な問題である²⁾³⁾⁴⁾⁵⁾。中でも街路交通には先に述べたごとく土地利用にもとづく要因が強く作用するので、起終点調査による資料の科学的解析にまたなければならぬ。それには一連の困難な方法論的な問題を含んでいるが⁶⁾⁷⁾⁸⁾、しかし起終点調査とその解析によつて将来の街路の交通形態を推定することはある程度可能であつて、以下にその方法を説明しよう⁹⁾。

a. 街路の将来交通量の推定

(1) 都市内交通の現況調査

将来に拡張するための交通の現況調査としては、何らかの車両を用いて車道を走行する交通のみを記録する起終点調査を行い、希望路線図を描く。

(2) 人口および土地利用の現況調査

物資の移動が交通問題の主要な部分を占めることは明らかであるが、交通を発生せしめる原因はもつぱら人であるといふことができるから、都市内の人口がどこに住んでいるかということ、その人々がどういふ日常生活を営むかということを知る必要がある。前者の人口調査はほとんどすべての都市が行つており、また政府としても5年ごとに国勢調査を行うから、都市内の人口分布に対しては十分の精度をもつた資料が得られる。

土地利用の現況調査を行うためには、都市内の家屋1戸ごとに、またその他の建築物は1棟ごとに、その用途を調査してこれを地図に移すことによつて、土地利用現況図を作成する。すでに用途地域図が作成してあれば、土地利用の現況調査を行わなくても直ちに土地利用を理解できるので好都合である。

(3) 都市内交通施設の現況調査

現存の街路網の効率を調査する。すなわち起終点調査によつて知つた希望交通量と現在の街路の交通容量を比較することによつて、将来の改良計画の指針をうるためである。

(4) 土地利用と交通の関係式

人口がつねに変動し、それに依つて土地利用も変化しつゝあるので、それに相当して交通量も変化する。いま人口密度をもつて土地利用を代表し得る一つの変数と考え、これに従属して変る交通量との関係式が立てられるならば、将来のある時点に対してその一方を推定することができれば、もう一方をも同じ時点に対して推定が可能ではなはずである。すでに人口を推定することは可能であるから、現在の資料から土地利用と交通の関係を確立しておけば、将来の計画年に拡張した人口から同年の交通形態を推定できることになる。

しかしながら土地利用と交通の関係は都市の性格を反映して著しい差異を示すばかりでなく、同一の都市についても時の経過とともに変化し開発度に応じて差異を示す。したがつて現在の資料から土地利用と交通の関係を確立し得たととしても、それを将来の計画年に拡張しようとは限らない。また人口密度をもつて土地利用を代表せしめることが可能か否かにも疑問があり、さらに将来交通量は人口密度に正比例して増加すると仮定することにも難点があると思われる。現在解明されていないこれら数々の問題点を解決しなければ、将来交通量の推定は不可能であるが、著者は計画年における交通量は同年の人口数の n 乗に比例するものと考えている。

人口を P 、自動車登録台数を R とし、 $y=R/P$ と年次 t の関係を半対数方眼紙上に描けば、人口推定に用いられる logistic curve¹⁰⁾ に類似するので、次式をあてはめることにする。

$$\left. \begin{aligned} \log y &= \log L \left(1 + e^{-\frac{\beta-t}{\alpha}} \right) \\ \text{ここに、} L &: R/P \text{ の収束値} \\ \alpha, \beta &: \text{常数} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (34)$$

式 (34) はその都市の人口と自動車登録台数の実際の動態を表わす式であるから、最小自乗法を適用してその都市に個々の式を求めることができる。

H.M. Lewis は任意の街路における1日交通量はその街路の所在する地区(郡)の登録台数の n 乗に比例することを明らかにしており¹¹⁾、わが国でもこの方式により街路の交通量を登録台数から算出されている¹²⁾。その関係は一般に次式で示される。

$$\left. \begin{aligned} X &= kR^n \\ \text{ここに、} X &: 1 \text{ 日交通量} \\ k, n &: \text{常数} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (35)$$

式 (34) および式 (35) で示したように、交通量および人口はいずれも自動車登録台数の函数として与えらるゝので、自動車登録台数を媒介として交通量と人口の関係が求められることになるが、その形は一般に次のようになる。

$$X=K \cdot P^n \dots\dots\dots (36)$$

(5) 将来の計画年の交通量の推定

起終点調査および交通量調査を街路網を計画しようとする地域内の要所で実施し、重複および脱落が極力少ないようにする。この起終点調査結果を交通量調査と同一時の値になおしてから分析し、まず交通量調査を行った現在街路に沿って起終点調査の結果を配分してみることに、この起終点調査からもれた交通の起終点の組および数を推定してこの値を補正值として補う。かくして起終点調査の結果を配分した交通量を交通量調査から得た実数に等しからしめることができるから、そのときの起終点の数によつて各地区の交通端の数を知りうる。その交通端は1日交通量または交通量調査を行った時間例えば8時間の交通量に相当する。このようにして各地区の有する交通端の実数を得たならば、(4)に述べた方法で交通端の数を拡大することにより将来の計画年におけるその地区の交通端の数が得られる。すなわち計画年の各地区内に少なくとも一つの交通端すなわち起点または終点をもつ交通の推定値が得られる。

各地区内の交通端の数を加え合わせると全地域に対する交通端の総数となり、それを2で割れば全交通の数が出る。このようにして計画年における全地域内の交通の総数を推定できる。

(6) 計画年における交通形態の推定と街路網の決定

(5)において求めた各地区内の交通端の数の大小をもつてしては、その都市内全域の交通の動きを描写することはできない。この動きを考慮した交通の有様を交通形態と名づけることにする。われわれの知りたいものは、将来甲地区の交通端のうち乙地区の交通端と結ばれるものが何程であり、丙、丁、……地区の交通端と結ばれるものがいくつであるかと言うことである。すなわち各地区が持つと推測される交通端は、何程の地区内交通および地区間交通から成り立っているかと言うことを知る必要がある。

すでに現在の起終点調査によつて、各地区内の交通端の数および地区内交通、地区間交通の実数がわかつており、将来の計画年の各地区内の交通端の数も知りえた。これらの資料から計画年の地区内および地区間交通を決定するには、計画年におけるいくつかの地区の相対的交通発生力の差異に応じて、現在の交通形態から地区内交通および地区間交通を適正配分すればよい¹⁹⁾。ここに言う交通発生力とは各地区において推定される交通端の数で表わされるものとする。すなわち各地区の現在から将来の計画年までの間の交通発生力の増減をもとにして、すべての地区内交通および地区間交通が計画年の各地区の交通吸引力のあらわれとしての最終交通形態になるように交通を逐次調整配分して行くのである。この場合地区間交通の配分にあたり、そのような交通の発生に対する抵抗が作用することを考えなければならない。その主なものは地区間の距離の大小および交通所要時間の大小で表わされるが、将来のこのような摩擦項を適確に表現することは困難である。もし将来の計画年の交通量が現在とはほぼ同程度の交通しやすさを持ち続けるように街路の改良および増設が必要な範囲で行われていくものと仮定するならば、摩擦項は現在の交通形態をつくり出したときと等しいと考えられるから、人口密度の変化にもとづく地区内交通端の変化のみによつて現在の地区間交通形態を修正すれば、計画年の地区間交通形態が得られる。

現在の交通形態を修正して計画年の交通形態を求めるには、将来の摩擦項を適確に表現することが困難なので、幹線街路網の形状をまず仮定し、その個々の路線に(5)で求めた推定交通量を配分する。この配分は上に述べたとおり配分過程における過不足分を交通発生力に応じて配分し、くり返し試算法を適用すれば容易に行うことができる。このようにして仮定された街路網に推定交通量が配分されたならば、その交通量を負担するのに適当と思われる街路幅員を決定する。それには配分された交通量は普通は1日交通量であるからその15%をもつてピーク時1時間交通量とし、街路の交通容量としては将来の行きづまりを防ぐための余裕を見込んでやや少なく見積り1車線あたり450 v.p.h.として必要な幅員を算出すればよい。かくしてかりに定められた将来の街路網について、後に述べる方法によつてその総交通抵抗を算出する。将来の街路網としては総交通抵抗の最小のものが最も適切であることは明らかであるから、幹線街路網の形状を仮定し直すとか、または同一街路網についても推定交通量の配分を改めることによつて、別個の交通形態を決定できるので、これについても街路幅員を定めて総交通抵抗を算出する。このような試算を数多くくり返して、総交通抵抗の最小となる案を採用して将来の計画年の交通形態を決定すると同時に街路網の形状をも決定するものである。推定交通量を配分して将来の交通形態を決定する方法は次のようにやればよい。

b. 街路の交通形態の決定法

上述のように将来の計画年の各地区内の交通端の数を知りえた場合、交通形態の決定は次のようにして行うことができる。すなわち起終点調査により各地区内の交通端の数と地区内交通および地区間交通の実数がわかるから、この現在の起終点調査の結果から求められた交通端の総数と計画年における交通端の総数の比を取つて、交

通端全体としての増加割合すなわち交通量の平均増加割合を求める。この増加割合を現在の各起終点交通量に乗ずると、計画年の平均増加起終点交通量が求められるが、各地区の交通端の増減の状態が等しくないために、このようにして求めた地区交通端はすでに算出してある地区交通端とは等しくならないので、この差を適正配分して計画年の交通端に等しくなるようにすればよいわけである。この配分の方法は次のようにすればよい。

起終点調査の結果から得られた任意の地区内 および地区間の交通端、すなわち任意の起終点を有する交通量の現在値を $O_i D_j$ で表わし、計画年のそれは—を付して $\bar{O}_i \bar{D}_j$ で示すことにすると、調査済みの任意の地区の交通端の総数 t_i および計画年のその地区の交通端の総数 \bar{t}_i はそれぞれ次のようになる。

$$\left. \begin{aligned} t_i &= \sum_{j=1}^n O_i D_j \\ \bar{t}_i &= \sum_{j=1}^n \bar{O}_i \bar{D}_j \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (37)$$

ここに、 n は終点の存在する地区の数である。

同様に現在および将来の全地区に存在する総交通端の数を T_i および \bar{T}_i で表わせば、次式で示される。

$$\left. \begin{aligned} T_i &= \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n O_i D_j \\ \bar{T}_i &= \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \bar{O}_i \bar{D}_j \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (38)$$

ここに、 m は起点の存在する地区の数である。

起終点調査は起終点を区別せずに起点と終点との組み合わせとして資料を集計することが多いから、一般に次の関係が成立する。

$$\left. \begin{aligned} O_i D_j &= O_j D_i \\ \bar{O}_i \bar{D}_j &= \bar{O}_j \bar{D}_i \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (39)$$

したがって一般には $m=n$ と考えてさしつかえない。

現在の総交通量と計画年の総交通量との比 p は次の式で求められる。

$$p = \frac{1/2 \bar{T}_i}{1/2 T_i} = \frac{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \bar{O}_i \bar{D}_j}{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n O_i D_j} \dots\dots\dots (40)$$

この p を計画年に対する起終点交通量の平均増加係数と呼ぶことにする。

(1) 第1次修正における起終点交通量

計画年において任意の起終点を有する交通量の概略値としては、一応現在の起終点交通量に平均増加係数 p を乗じたものを第1次の仮定起終点交通量とし、 $Q_{ij}^{(1)}$ で表わす。 $Q_{ij}^{(1)}$ は任意の起終点の各組合せについて次式で求められる。

$$Q_{ij}^{(1)} = p \cdot O_i D_j = \frac{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \bar{O}_i \bar{D}_j}{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n O_i D_j} \cdot O_i D_j \dots\dots\dots (41)$$

しかし各地区の交通端の増減の割合はその地区の性格および開発の度合いに左右されるから、一般には式(41)で求めた仮定起終点交通量の任意の地区に集まる交通端、すなわち起点または終点の総数 $\sum_{j=1}^n Q_{ij}^{(1)}$ は、あらかじめ求めてあるその地区の交通端の総数 $\bar{t}_i = \sum_{j=1}^n \bar{O}_i \bar{D}_j$ とは一致しない。ゆえにこの差を現在の各起終点交通量の大きさに応じて配分すれば第1次の修正項 $\Delta Q_{ij}^{(1)}$ が求められる。それには現在のその地区の交通端の総数に対するその地区に一方の交通端を有する任意の起終点交通量の百分率 q_i を求めて、この q_i の大きさに応じて配分すればよいから、 q_i および $\Delta Q_{ij}^{(1)}$ はそれぞれ次式で与えられる。

$$q_i = \frac{O_i D_i}{\sum_{j=1}^n O_i D_j} \dots\dots\dots (42)$$

$$\Delta Q_{ij}^{(1)} = q_i \left(\sum_{j=1}^n Q_{ij}^{(1)} - \sum_{j=1}^n \bar{O}_i \bar{D}_j \right) \dots\dots\dots (43)$$

この修正項 $\Delta Q_{ij}^{(1)}$ をさきに求めた $Q_{ij}^{(1)}$ に加えれば、第1次修正における修正起終点交通量が算出される。

(2) 第2次修正およびそれ以後における起終点交通量

第2次の仮定起終点交通量は第1次修正における修正起終点交通量から求められる。すなわち起終点交通量は一般に式(39)の関係を満足しなければならないが、第1次修正における修正起終点交通量においては、任意の起終点を持つ交通量 $Q_{ij}^{(1)} + \Delta Q_{ij}^{(1)}$ はその両端が存在する地区の q_i の値が等しくないために式(39)の関係を満足せず、

$$Q_{ij}^{(1)} + \Delta Q_{ij}^{(1)} \neq Q_{ji}^{(1)} + \Delta Q_{ji}^{(1)}$$

となる。しかしてその求める値 Q_{ij} は $Q_{ij}^{(1)} + \Delta Q_{ij}^{(1)}$ と $Q_{ji}^{(1)} + \Delta Q_{ji}^{(1)}$ の中間に存在すると考えられるから、式(39)の関係を成立せしめるために第2次修正における仮定起終点交通量としてはその相加平均をとり、次式で求めればよい。

$$Q_{ij}^{(2)} = \frac{1}{2} [(Q_{ij}^{(1)} + \Delta Q_{ij}^{(1)}) + (Q_{ji}^{(1)} + \Delta Q_{ji}^{(1)})] \dots\dots\dots (44)$$

この第2次仮定起終点交通量の任意の地区における交通端の総数 $\sum_{j=1}^n Q_{ij}^{(2)}$ は、第1次修正におけるごとく一般には $\sum_{j=1}^n Q_{ij}$ に等しくならないので、第2次の修正項

$$\Delta Q_{ij}^{(2)} = q_i \left(\sum_{j=1}^n Q_{ij} - \sum_{j=1}^n Q_{ij}^{(2)} \right)$$

を加えて、修正起終点交通量 $Q_{ij}^{(2)} + \Delta Q_{ij}^{(2)}$ を求めればよい。

一般に k 次修正については式(45)のようになる。

$$\left. \begin{aligned} Q_{ij}^{(k)} &= \frac{1}{2} [(Q_{ij}^{(k-1)} + \Delta Q_{ij}^{(k-1)}) + (Q_{ji}^{(k-1)} + \Delta Q_{ji}^{(k-1)})] \\ \Delta Q_{ij}^{(k)} &= q_i \left(\sum_{j=1}^n Q_{ij} - \sum_{j=1}^n Q_{ij}^{(k)} \right) \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (45)$$

これらから k 次修正における修正起終点交通量は $Q_{ij}^{(k)} + \Delta Q_{ij}^{(k)}$ として求める。

いま k 次修正まで行つてその修正項 $\Delta Q_{ij}^{(k)}$ が実用上省略されうる程度に充分小さな値となれば、 k 次修正までで将来の計画年における任意の起終点交通量の値、すなわち交通形態が求められたことになる。このようにして計画年の任意の起終点を有する交通量は式(46)により決定される。

$$Q_{ij} = Q_{ij}^{(k+1)} = \frac{1}{2} [(Q_{ij}^{(k)} + \Delta Q_{ij}^{(k)}) + (Q_{ji}^{(k)} + \Delta Q_{ji}^{(k)})] \dots\dots\dots (46)$$

実際の起終点調査の結果および土地利用の状態から算出した計画年の地区別交通端の総数を基にして、ここに述べた配分法の計算を実施し、交通形態を決定するのみでなく計画した街路網の優劣を判定するためには、街路交通を阻害する要因としての摩擦項を解明しなければならない。しかるにこの摩擦項についてはいまだ見るべき研究がなされていないので、著者は次節においてこの摩擦項としての交通抵抗を解析するとともに必要な実験を行つた考察結果を述べる。最後に著者は京都市山科地区の幹線街路網計画を例にとり、起終点交通量の配分と交通抵抗の算出にもとづく街路網の決定の具体的な算定例を示す。

§5. 街路の交通抵抗

街路を交通車両が走行する場合、その街路の状態および交通状態にもとづく種々の原因によりある程度の障害を受ける。交通を流れとして取り扱う以上は、この障害すなわち交通抵抗を明らかにしなければ、街路網を合理的に計画し設計することはできない。この意味で交通抵抗を解析することはきわめて肝要であるにもかかわらず、いまだその研究に見るべきものがない現状である。著者は交通抵抗をこのような障害による交通輸送力の低下をもつて表わすこととして、以下に若干の考察を行うことにした。

a. 交通抵抗の要因

交通抵抗を生ずる要因として考えられる主要なものは次のごときものである¹⁴⁾。

- 1) 路面の状態(舗装の有無およびその状況)、
- 2) 屈曲部の半径とその数、
- 3) コウ配の度合いとその長さ、
- 4) 極限交通量と実際交通量との関係(混雑の度合い)、

- 5) 街路の幅員,
- 6) 交サ点の処理能力とその数,
- 7) その他の要素 (操縦者の性格, 路側駐車その他路上障害物の影響, 天候など)。

これらの諸要素はそれぞれ交互に影響し合うのであるが, 各要素を個々に抵抗係数として取り扱い, 交通流に対する影響の程度を考えて交通抵抗を与える式を導くものとする。ここに各係数の記号を次のように定める。

路面係数	.....	α_s
曲線係数	.....	α_e
コウ配係数	.....	α_g
交通量係数	.....	α_x
幅員係数	.....	α_b
交サ係数	.....	α_c
その他の要素に起因する係数	.....	α_0

このほか路線延長は最も大きな要素であることは明らかであるが, 著者がここに考えている交通抵抗は路線長の函数として求められるものであり, 上記の各係数のうち交サ係数を除くほかはすべて距離に比例するので, 距離について積分することによつて求められるから, ここには延長係数として導入する必要がないのである。以上の記号を用いると, 街路の単位距離あたりの交通抵抗 F' は次式で与えることができる。

$$F' = (\alpha_s + \alpha_e + \alpha_g + \alpha_b + \alpha_0) x + \mu \alpha_x f(x) + \sum_{i=1}^{n_0} \alpha_{ci} \cdot x \dots \dots \dots (47)$$

ここに, x : 交通量 (v.p.h.),

μ : 常数,

n_0 : 街路の単位距離の中に存在する交サ点の数。

この式 (47) の第1項にあげた5つはいずれも交通量に正比例する値と考えてよいが, 交通量係数の項は交通量の函数として交通量の変化に応じて相当大きく変動するものと考えて第2項に區別して示した。この第1項および第2項は交通車両が街路を走行することにより生ずる交通抵抗, すなわち交通量のこうむる損失であり, 第3項は交サ点での停止信号その他により車が停止させられることにより生ずる損失である。この式からわかるように, ある街路について交通抵抗 F を考えるときは式 (47) の第1, 第2項を路線長について積分し, 第3項についてはその街路の全延長に含まれる交サ点の数だけの総和をとればよいから次のようになる。

$$F = \int_0^l [(\alpha_s + \alpha_e + \alpha_g + \alpha_b + \alpha_0) x + \mu \alpha_x f(x)] dy + \sum_{i=1}^n \alpha_{ci} \cdot x \dots \dots \dots (47')$$

ここに, l : 街路延長

n : 街路延長 l の間に含まれる交サ点数。

実際には式 (47') の第1項の走行による交通抵抗については, 各要素の個々の大きさを求めることはむづかしい。各要素のうちの一つを取り上げ他の要素を一定とした条件のもとで実験を行い, この方法を順次各要素について行うならば, それらの値を実験的に決めることができるが, 大規模の実験を必要とする。ただ実際の街路においては路面, 曲線, コウ配などによる交通抵抗は交通量および街路幅員による交通抵抗に比べて小さいので, ここでは簡単のために式 (47') の第1項に記すごとく一括して走行に起因する交通抵抗とし, これと第2項の交サ点による交通抵抗とを合わせて総交通抵抗とすれば, 式 (47') は次のようになる。

$$F = \int_0^l af(x) dy + \sum_{i=1}^n \alpha_{ci} \cdot x \dots \dots \dots (47'')$$

b. 交通抵抗の算出

式 (47'') の第1項については単位距離あたりの交通抵抗を, 第2項については一交サ点あたりの交通抵抗を算出しておけば, 式 (47'') をただちに実際の街路に適用できることになる。第1項の走行による交通抵抗については, 街路を走行する交通量 x の函数 $f(x)$ に交通抵抗係数 a を乗じて街路延長について積分したものであり, その交通量の函数 $f(x)$ の形は未知であるが, 著者が 1955 年 11 月 29 日に第3回日本道路会議において発表した時間損失率による混合交通容量の算定法¹⁵⁾を街路の場合に適用するならば, 次に示すごとく時間損失率を交通量 x の1次式で表わすことができるので, ここでは $f(x) = x$ と仮定しておく。

(1) 混合交通における街路の時間損失率

いま単位距離を走行する場合の時間損失率を ρ とし, 次のように定義する。

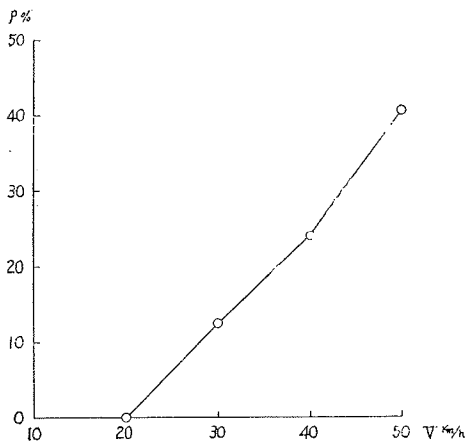
$$\text{時間損失率} = \frac{\text{実際に単位距離を走行するのに要した時間}}{\text{単位距離を所定速度で走行するのに要する時間}} - 1 \dots\dots\dots (48)$$

軌道を有しない二車線街路の時間損失率は、すでに発表した二車線地方道路の場合¹⁵⁾と全く同様に考えることができる。ただ街路の場合は、

$$\left. \begin{aligned} \rho &= \rho_0 + \rho' \\ &= \rho_0 + \rho_1(x) + \rho_2(x') + \rho_3 \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (49)$$

- ここに、 ρ_0 ：追い越し不能による時間損失率、
- ρ' ：追い越し不能以外の障害による時間損失率、
- ρ_1 ：追い越しを考えたときの交通量 x に関する項、
- ρ_2 ：二輪車、荷車、歩行者などの交通量 x' に関する項、
- ρ_3 ：曲線、コウ配、幅員、路面状態などの道路の状態によつて定まる常数項。

図-6 二車線街路における時間損失率と走行速度の関係
Fig. 6. Relation of traveling speed and the rate of time loss in the two-lane street.



において $\rho_2(x')$ および ρ_3 が大となり、したがつて $k = \rho'/\rho_0$ が地方道路に比べて著しく大きくなるものと考えられる。例えば 1955 年 10 月 14 日に京都市三条街道太秦嵯峨間 2,450 m、平均幅員 7.0 m について実測した結果を見ると 図-6 のよ

うであり、これから走行速度 $V=50$ km/h のときの k を算出すると $k=47.6$ を得る。完全二車線地方道路である国道1号の草津瀬田間では $k=3.52$ であつた。このことを考慮に入れて、

$$\left. \begin{aligned} \rho &= (1+k)\rho_0 \\ \rho_0 &= \psi\theta x(\mu-1)(1-\mu') \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (50)$$

なる関係から ρ を求めることができる。この式 (50) の ψ は低速車比で 低速車数/全台数 で求められる。また $\mu = V/v$, $\mu' = v/V$ であり、 θ は後続時間函数で次式で与えられる¹⁵⁾。

$$\theta = \frac{1}{1 - e^{-t\tau}} \sum_{\nu=1}^{\infty} \frac{(t\tau)^{\nu} e^{-t\tau}}{\nu!} (\nu\tau_1' + \zeta)(e^{\tau\nu x} - 1)$$

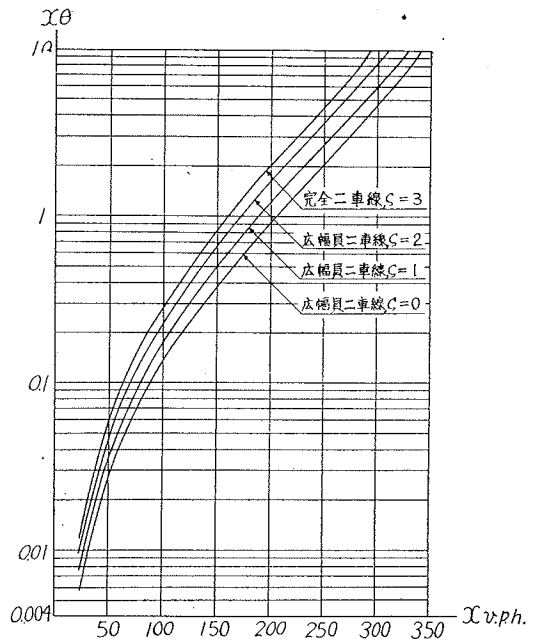
式 (50) を用いて交通量 x から ρ を求めるには、すでに発表した 図-7 に示す計算図表を用いればよい¹⁵⁾。

次に軌道を有する片側二車線の街路では、追い越しに際し対向車線の車には全然影響されないから、追い越し不能による時間損失率はさきに発表した 不完全二車線道路の場合と同様に考えられるので、次の式がそのまま成立する。

$$\rho = \alpha\psi(\mu-1)x + \rho_3 \dots\dots\dots (51)$$

しかして街路においては不完全二車線道路に比べて路面状態も良好で曲線区間も少ないから、 ρ_3 は主として交差点における損失よりなる。ゆえに 2 交差点間の街路区間を走行する場合の時間損失率を考えると、式 (51) は次

図-7 交通量 x から $x\theta$ を計算する図表
Fig. 7. Diagram to compute the value $x\theta$ from the traffic volume x .



表一7 烏丸通四条五条間の時間損失率実測値
Table 7. Measured values of the rate of time loss in the Karasumaru-Street between Shijō and Gojō.

片側車道幅員	5.5 m	x v.p.h.	122	158	194	366	422	564	—
		x' v.p.h.	56	108	290	776	688	1 147	—
	ρ %	2.48	0.33	6.83	20.0	12.0	15.9	—	
8.5 m	x v.p.h.	120	164	184	270	352	418	583	
	x' v.p.h.	80	144	322	416	618	596	1,254	
	ρ %	0	0	0.36	7.6	10.4	3.85	—	

のようになる。

$$\rho = \alpha \psi (\mu - 1) x \dots \dots \dots (52)$$

京都市 烏丸通四条 五条間 840 m において 1955 年 10 月 15 日および 12 月 8 日に測定した結果は表一7 および 図一8 のとおりである。この場合は試験車の走行速度は $V=50$ km/h で行つた。表一7 の x' は自転車、スクーターおよびオートバイの交通量である。この表一7 の実測値から最小自乗法によつて式 (52) の ρ を求めると次のようである。

$$\left. \begin{aligned} \text{幅員 5.5 m に対し } \rho &= 0.03255 x \\ \text{幅員 8.5 m に対し } \rho &= 0.01191 x \end{aligned} \right\} \dots (53)$$

このようにして街路における時間損失率は交通量 x と線型関係にあることが明らかにされた。

また試験車の速度を種々に変えてみたとき時間損失率がどのように変化するかについても実測を行つたが、実測値と計算値はよく近似しており、式 (52) ひいては式 (53) の妥当性を確かめることができた。

(2) 走行による交通抵抗

走行により交通量のこうむる抵抗損失は前述のごとく時間損失という形で示すことができる。すなわち上に述べた時間損失率の定義から、

$$\rho = \frac{t'}{t} - 1$$

ここに、 t : 単位距離を所定速度で走行するのに要する時間、

t' : 実際に単位距離を走行するのに要した時間。

したがつて単位距離を走行する間の時間損失量 ($t' - t$) は次式によつて求められる。

$$t' - t = \rho t \dots \dots \dots (54)$$

損失時間が求められれば、これに平均走行速度 \bar{v} と交通量 x を乗ずることによつて、走行による交通抵抗が求められる。

$$\int_0^{l-1} \rho x dy = \rho t \cdot \bar{v} \cdot x \dots \dots \dots (55)$$

すなわち交通抵抗は (交通量 × 走行距離) の損失という形で示され、単位は台キロ/時となる。

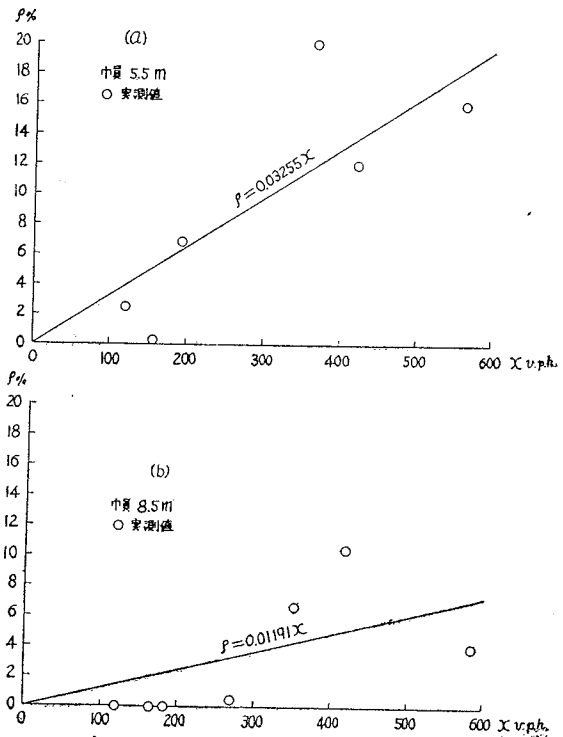
(3) 信号交サ点に起因する交通抵抗

式 (47'') の第 2 項の交サ点による交通抵抗は、停止信号時間および停止信号による滞留車が発車するまでの反応時間の累加によつて青信号がでているのかかわらず停止せしめられるということによる損失時間と、交サ点における停止または減速動作に起因する減速度損失ならびに加速度損失とよりなる。これらはいずれも時間損失の形で与えられるが、走行速度および交通量を考慮に入れることによつて走行による交通抵抗と同じく台キロ/時の単位で表わすことができる。

信号交サ点に起因する交通抵抗は交サ点の交通処理能力に関する問題であり、厳密な解析は困難であるが、式 (47'') の第 2 項からおおむね次のように考えることができる。

図一8 軌道を有する街路における ρ と x の関係

Fig. 8. Relation between the rate of time loss and the traffic volume in a street with tramways.



$$\sum_{i=1}^n \alpha_{ci} \cdot x = \sum_{i=1}^n [\bar{t}_{si} + \gamma] x \dots (56)$$

ここに、

\bar{t}_{si} : 交通量の1台あたり平均停止時間

γ : 交差点で停止または減速動作をさせられた車が減速および加速することによる平均損失時間

n : 任意の街路延長 l の間にある交差点の総数

式(56)はその街路に存在する全交差点の交通抵抗であるが、これは個々の交差点による損失を総和したものであるから、任意の交差点についての単独の交通抵抗がわかれば、交差点による全損失量は明らかになる。著者はこの交差点による損失を実験的に求めるために、1955年11月24日に京都市四条通祇園四條大宮間2.510km、烏丸通三條五條間1.500kmにおいて試験車を種々の速度で走行せしめて損失時間を測定した。その測定結果を表一8および表一9に示す。また1955年12月11,12日に京都市内の若干の交差点において停止信号により停止を余儀なく

表一8 烏丸通(三條一五條)における交通抵抗実測値
Table 8. Measured values of the traffic resistance in the Karasumaru-Street between Sanjō and Gojō.

走行速度 (km/h)	車道幅員 および 進行方向	実験 番号	交差点による停止時間			交差点1 カ所あた りの平均 停止時間	全所要 時間	所定速度 で走行す るに要す る時間	全損失 時間
			四 条	五 条	計				
30	5.50 m (北行)	1	33.4"	1.0"	34.4"	17.2"	3' 40.5"	3' 00"	40.5"
		2	27.0	10.5	37.5	18.8	3 50.3	"	50.3"
		3	53.1	27.0	80.1	40.1	5 03.0	"	2' 03.0"
		平均	37.8	12.8	50.7	25.4	4 11.3	"	1' 11.3"
	8.50 m (南行)	1	14.9	4.0	18.9	9.5	3 20.0	3' 00"	2' 00.0"
		平均	0	0	0	0	2 59.0	"	-01.0"
40	5.50 m (北行)	1	27.0	27.7	54.7	27.4	3 39.0	2' 15.0"	1' 24.0"
		2	14.6	17.0	31.6	15.8	3 24.1	"	1' 09.0"
		3	17.6	7.8	25.4	12.7	3 20.3	"	1' 05.3"
		平均	19.7	17.5	37.2	18.6	3 27.8	"	1' 12.8"
	8.50 m (南行)	1	0	0	0	0	2 27.0	2' 15.0"	12.0"
		平均	23.0	0	23.0	11.5	2 51.5	"	36.5"
50	5.50 m (北行)	1	55.9	0	55.9	28.0	3 53.6	1' 48.0"	2' 05.6"
		2	40.4	0	40.4	20.2	3 33.2	"	1' 45.2"
		3	26.7	32.3	59.0	29.5	3 35.8	"	1' 47.8"
		平均	41.0	10.8	51.8	25.9	3 40.9	"	1' 52.9"
	8.50 m (南行)	1	0	41.5	41.5	20.8	2 58.3	1' 48.0"	1' 10.3"
		平均	13.9	5.4	19.3	9.7	2 53.8	"	1' 05.8"

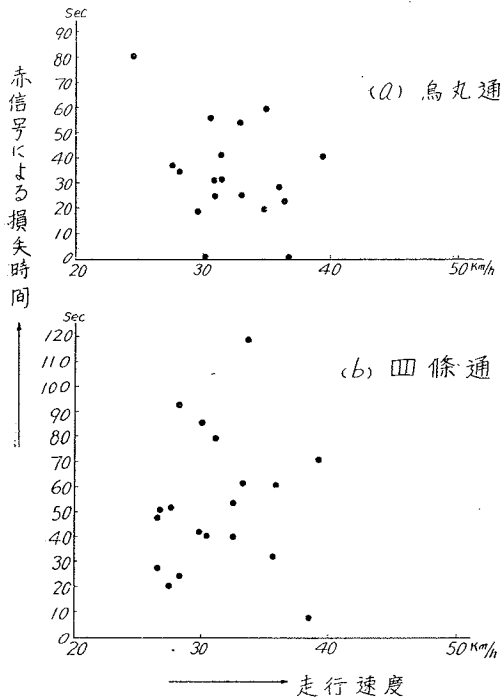
表一9 四條通(祇園一四條大宮)における交通抵抗実測値

Table 9. Measured values of the traffic resistance in the Shijō-Street between Gion and Shijō-Ōmiya.

走行速度 (km/h)	車道幅員 および 進行方向	実験 番号	交 差 点 に よ る 停 止 時 間							交差点1 カ所あた りの平均 停止時間	全所要 時間	所定速度 で走行す るに要す る時間	全損失時間
			京 阪	河原町	寺 町	烏 丸	西洞院	大 宮	計				
30	4.5 m (西行)	1	0"	27.4"	0	0	0	0	27.4"	4.6"	6' 07.0"	5' 01.2"	1' 05.8"
		2	0	6.4	0	20.9	18.7	5.3	51.3	8.6	6 18.3	"	1 17.1
		3	0	0	15.8	37.8	14.1	24.6	1' 32.3	15.4	6 53.3	"	1 52.1
		平均	0	11.3	5.3	19.6	10.9	10.0	57.0	9.5	6 26.2	"	1 25.0
	6.0 m (東行)	1	0	24.4	0	26.0	0	0	50.4	8.4	6 30.1	5' 01.2"	1 28.9
		平均	0	3.6	9.3	32.2	2.4	0	47.5	7.9	6 27.1	"	1 25.9
40	4.5 m (西行)	1	0	25.1	0	29.2	17.8	13.5	1 25.6	14.3	6 26.4	3' 46.2"	2 40.2
		2	0	0	13.0	7.2	0	0	20.2	3.4	5 48.1	"	2 01.9
		3	0	0	17.0	9.5	13.5	0	40.0	6.7	5 18.3	"	1 32.1
		平均	0	8.4	10.0	15.3	10.4	4.5	48.6	8.1	5 50.9	"	2 04.7
	6.0 m (東行)	1	0	0	0	32.0	0	0	32.0	5.3	4 46.0	3' 46.2"	3 59.9
		平均	0	0	0	41.4	12.4	0	53.8	9.0	5 32.2	"	1 46.0
50	4.5 m (西行)	1	0	0	0	3.9	0	3.8	7.7	1.3	4 02.4	3' 01.2"	1 01.2
		2	0	23.9	0	25.3	5.2	6.7	1 01.1	10.2	5 33.1	"	2 31.9
		3	27.3	7.5	0	30.7	19.0	34.2	1 58.7	19.8	6 27.4	"	3 26.2
		平均	9.1	10.5	0	20.0	8.1	14.9	1 02.5	10.4	5 21.0	"	2 19.8
	6.0 m (東行)	1	3.8	29.9	5.3	37.4	2.9	0	1 19.3	13.2	6 11.1	3' 01.2"	3 09.9
		平均	0	0	0	27.1	13.4	0	40.5	6.8	5 37.0	"	2 35.8

図-9 交通信号により停止せしめられた時間と走行速度の関係

Fig. 9. Relation between the traveling speed and the loss time of vehicles stopped by the signal light.



される車の全交通量に対する比率を調査した結果次のことがわかった。

i) 停止信号により停止させられた時間と車の走行速度との関係は図-9に示すように相関がほとんど認められない。すなわち信号により停止せしめられる時間は走行速度に無関係である。

ii) 交差点で停止信号のためおよび停止していた車の反応時間の累加により停止せしめられる車の全交通量に対する百分率 ϕ と交通量 x の関係は、表-10 および 図-10 に示されるように線型関係を有する。ただしある境界値までは比較的コウ配の緩な直線で示され、その境界値をこえると停止せしめられる車の割合が急増するためコウ配の急な別の直線で表わされる。特に幅員 4.5~5.5 m

については交通量 x の大なる部分の観測値が少なく、コウ配の急な直線を算出できなかつたのでその推定位置を破線で示しておく。なお 図-10 の実測値はほとんどすべて停止信号時間 $r \approx 25 \sim 32$ sec の交通信号について求めたものであり、特に車道幅員の大きいものほど停止信号時間が長い傾向がある。図-10 の直線は等しい停止信号時間のもののみについて求めるのが正しいのであるが、観測資料不足のため停止信号時間に若干差異のあるものを一括して解析したから、さらに詳細な研究を行えば少しく直線のコウ配が是正されるものと考えている。ここに述べたところから考えて、図-10 を用いて後に描く 図-11 は停止信号時間 $r \approx 30$ sec 前後の場合にのみ使用可能であることに注意する必要がある。

iii) 平均停止時間 \bar{t}_s は交通量と信号周期の関係から求められる。この値は停止による遅滞を受ける車の全部が1信号周期だけの停止遅滞でその交差点を通過できるときは、

表-10 交通信号により停止せしめられる車の百分率 ϕ と交通量 x の観測値

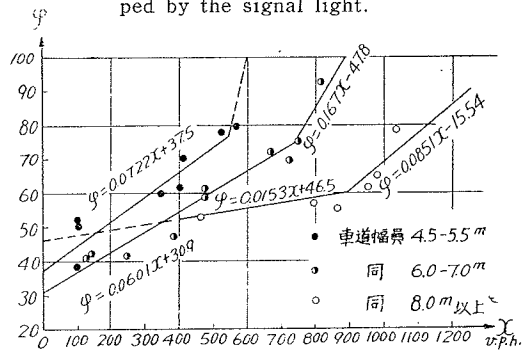
Table 10. Observed traffic volumes and the percentage of vehicles stopped by the Signal light.

片側車道幅員	観測箇所	交通量 x	ϕ
4.5~5.5 m	百万遍北行	156	38.4
	"	165	50.9
	河原町今出川東行	153	52.9
	河原町丸太町南行	351	59.9
	"	414	70.3
	四条河原町西行	416	62.7
6.0~7.0 m	"	528	78.4
	"	579	80.4
	百万遍南行	138	41.1
	"	147	42.8
	河原町今出川北行	255	42.0
	河原町丸太町北行	396	47.6
	"	480	59.3
	四条河原町東行	479	52.0
	河原町三条南行	678	72.1
河原町四条南行	732	70.0	
8.0 m 以上	"	768	74.9
	四条寺町東行	828	93.5
	鳥丸四条南行	459	53.6
	"	534	58.4
	"	801	57.3
	"	878	56.0
	"	963	62.0
	"	990	65.6
	"	1 044	79.3

註：この表中の交差点はすべて独立の信号交差点である。進行式信号交差点では ϕ の値がはるかに小さくなると思われる。

図-10 交通信号により停止せしめられる車の百分率 ϕ と交通量 x の関係

Fig. 10. Relation between the traffic volume and the percentage of vehicles stopped by the signal light.



iii) 平均停止時間 \bar{t}_s は交通量と信号周期の関係から求められる。この値は停止による遅滞を受ける車の全部が1信号周期だけの停止遅滞でその交差点を通過できるときは、

$$\frac{1}{2}(r+mt_r) \geq \bar{i}_s$$

であり、1信号周期以上にわたるときは、

$$\frac{1}{2}(r+mt_r) < \bar{i}_s$$

となる。ここに、 r : 1信号周期の停止信号時間、

m : 1信号周期の停止信号によつて止められた車数、

t_r : 発車可能になつてから発車するまでの反応時間。

平均停止時間 \bar{i}_s を厳密に求めるためには、時間に関しての車輛分布を解析し、交通量と信号周期との関連において求めなければならないが、ここでは次の方法によりその概略の値を求めることにする。交サ点で停止せしめられる車の百分率 φ と交通量 x の関係から、 $\varphi=100\%$ となつたときはちょうど

$$\frac{1}{2}(r+mt_r) = \bar{i}_s \dots \dots \dots (57)$$

であり、 $x=0$ のときは当然 $\bar{i}_s=0$ でなければならない。ここで交サ点に流入する車群が等車頭間隔であると仮定すれば、 \bar{i}_s と φ は線型関係になり、しかも $x=0$ の場合の φ は 図-10 から次の値をとることがわかる。

- 片側車道幅員 4.5~5.5 m の場合; $\varphi=37.5\%$
- ” 6.0~7.0 m の場合; $\varphi=30.9\%$
- ” 8.0 m 以上の場合; $\varphi=46.5\%$

いま信号周期 c が与えられているものとすれば、等車頭間隔の条件から

$$m = x \times \frac{c}{3600} \dots \dots \dots (58)$$

(c : sec, x : v.p.h.)

停止信号時間は $r = \frac{1}{2}c$ と仮定すると既知となるから、反応時間 t_r を適当に与えれば、式 (57) によつて $\varphi=100\%$ のときの \bar{i}_s の境界値が求められる。 $t_r=1.5$ sec として φ と \bar{i}_s の関係を図示したものが 図-11 (a), (b), (c) である。この

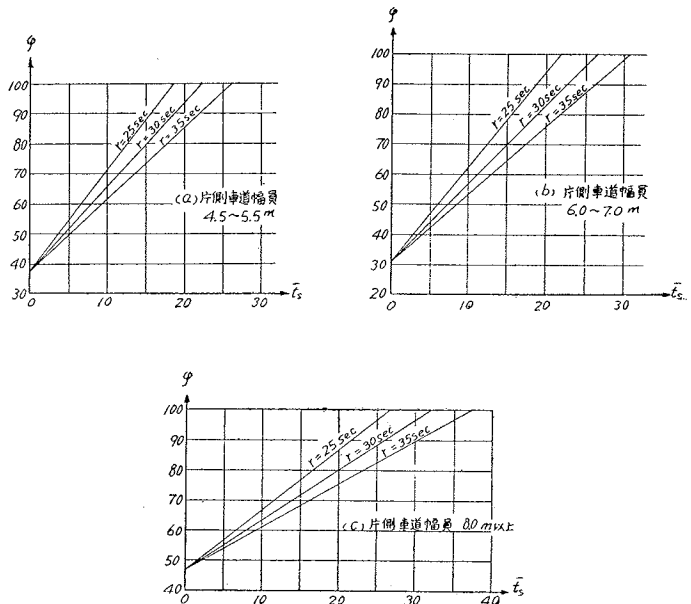
図-11 を用いれば \bar{i}_s を簡単に算出することができる。ただし進行信号時間 g が停止信号時間 r とほぼ等しい場合を示す。

実際の流入車群は等車頭間隔ではないが、そのような不均等流の場合でも、停止時間の平均値を求めるのが目的であるから、式 (58) を用いて求めた m は 1信号周期の遅滞車輛数の 1時間についての平均値を与えることになり、それを式 (57) に代入して \bar{i}_s を算出してさしつかえない。

反応時間 t_r については研究者によつて種々の値が示されており、著者も若干の測定を行つたことがあるが、B.D. Greenshields によれば交通量や街路幅員によつてかなり変動するものである¹⁶⁾。すなわち 0.6~2.9 sec の範囲にあり、平均値は 1.0 sec に近いと述べているが、著者はわが国の混

図-11 交通信号により止められる車の百分率 φ と平均停止時間 \bar{i}_s の関係 ($r=25\sim 32$ sec, $r \doteq g$)

Fig. 11. Relation between the average stopped time and the percentage of vehicles stopped by the signal light. ($r=25\sim 32$ sec, $r \doteq g$)



合交通について実測した結果から 1.5 sec をとることを適当と考える。図-11 はこの理由から $t_r=1.5$ sec として描いたものである。

iv) 交サ点において停止せしめられたりまたは減速させられることによる損失時間は、走行速度 v 、初速度 v_0 と車の加速能力および制動能力（加速度 α で表わす）がわかれば、次式によつて求めることができることを以下の計算例で示す。 S, t などは計算例に示すとおりである。

$$\left. \begin{aligned} S &= vt \\ v &= v_0 + \alpha t \\ S &= v_0 t + \frac{1}{2} \alpha t^2 \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (59)$$

(4) 計算例

(2) および (3) で述べた交通抵抗の算出方法に従い、京都市烏丸通三条五条間 1 500 m の区間で走行速度 50 km/h について計算を行つた結果と実験値との比較は次のようである。交通量は南行（幅員 8.5 m につき）740 v.p.h. 北行（幅員 5.5 m につき）690 v.p.h. である。

a) 走行による交通抵抗

式 (54) から単位区間を走行する間の時間損失量は

$$t' - t = \rho t$$

で求められ、この場合の ρ についてはさきに示したように次式で与えられる。

$$\left. \begin{aligned} \text{幅員 5.5 m に対して, } \rho &= 0.03255 x (\%) \\ \text{幅員 8.5 m に対して, } \rho &= 0.01191 x (\%) \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (53)$$

t は単位区間を所定速度で走行するのに要する時間であるから、単位区間を 1 km とすれば

$$t = 1.2' = 1'12''$$

となる。ゆえに単位区間についての走行による損失時間 ($t' - t$) は

$$\text{幅員 5.5 m に対して, } 72'' \times 690 \times 0.03255 / 100 = 16.2''$$

$$\text{幅員 8.5 m に対して, } 72'' \times 740 \times 0.01191 / 100 = 6.3''$$

ゆえに延長 1.5 km についての損失時間はそれぞれ 24.3 sec および 9.5 sec となる。

b) 交サ点における停止による交通抵抗

式 (56) から停止による交通抵抗はその右辺第 1 項で示される平均停止損失時間 \bar{t}_s であり、 \bar{t}_s と φ が線型関係にあるとみなしうることはすでに述べたとおりであつて、

$$\varphi = a\bar{t}_s + b, \quad \therefore \bar{t}_s = (\varphi - b) / a$$

となる。この関係はすでに 図-11 にて示されているから、これと 図-10 を用いて烏丸通北行および南行の平均停止損失時間は次のように図上から読みとることができる。ただしいずれも $r=30$ sec としたときの値である。

$$\text{幅員 5.5 m に対して, } 22.5 + 2.4 = 24.9 \text{ sec}$$

$$\text{幅員 8.5 m に対して, } 7.4 \text{ sec}$$

このうち北行交通量 690 v.p.h. (幅員 5.5 m) は $\varphi=100\%$ に対する交通量 600 v.p.h. を超過しているので、600 v.p.h. に対して $\varphi=100\%$ に相当す $\bar{t}_s=22.5$ sec を読みとり、超過した 90 v.p.h. に対しては、 $x=90$ v.p.h. に対する φ を求め、その φ に対する $\bar{t}_s=2.4$ sec を読み取つて合計すればよい。

c) 交サ点における走行速度の低下による交通抵抗

交サ点における走行速度の低下による損失は式 (59) から求められるが、この場合車輛の加速能力および制動能力が非常に大きい要素となる。一般街路の交サ点では混合交通であるから、比較的性能の低い車によつて制約される傾向があるので、加速能力および制動能力ともに乗用車の最低値をもつてそこを通る車の平均値とみなすことにし、加速能力 $\alpha=1.0$ m/sec²、制動能力 $\alpha'=3.0$ m/sec² を採用する^{17), 18)}。また交サ点における加速および減速動作はその能力を 100% に使用することは少ないので、加速動作は能力の 80%、減速動作は 50% の値を用いて計算するものとすれば、速度低下による損失時間は次のようになる。

i) 交サ点で一度停止せしめられる車の減速および加速動作による損失時間 t_{is}

加速動作による損失時間を t_i' とする。速度 0 から 50 km/h に達するのに要する時間 t は

$$t = \frac{v - v_0}{\alpha} = \frac{50 \times 1000}{3600 \times 0.8 \times 1.0} = 17.35 \text{ sec}$$

17.35 sec の間に 50 km/h の速度で走行できる距離 S は

$$S = vt = \frac{50 \times 1000}{3600} \times 17.35 = 241.0 \text{ m}$$

初速 0 から加速度 $(1.0 \times 0.8) \text{ m/sec}^2$ で加速しながら 17.35 sec の間に到達しうる距離 S' は

$$S' = \frac{1}{2} \alpha t^2 = \frac{1}{2} \times 0.8 \times 17.35^2 = 120.4 \text{ m}$$

ゆえに $(S - S')$ の距離を速度 50 km/h で走行するのに要する時間が損失時間 t'_l となる。

$$t'_l = (241.0 - 120.4) \div \frac{50 \times 1000}{3600} = 8.69 \text{ sec}$$

同様に減速による損失時間 t''_l は 4.78 sec となる。ゆえに加速および減速による総損失時間 t_{ls} は

$$t_{ls} = 8.69 + 4.78 = 13.5 \text{ sec}$$

ii) 交サ点を通過する場合停車はさせられないが走行速度を落すことによる損失時間 t_{ld}

これも i) の場合と全く同様に求めればよい。いま交サ点を通過する平均走行速度を 20 km/h とすれば、加速動作による損失時間につき i) と同じ記号を用いて速度 20 km/h から 50 km/h に達するのに要する時間は $t = 10.4 \text{ sec}$ 、この 10.4 sec の間に 50 km/h で走行できる距離は $S = 144.4 \text{ m}$ 、初速度 20 km/h から加速度 $(1.0 \times 0.8) \text{ m/sec}^2$ で加速しながら 10.4 sec の間に到達し得る距離は $S' = 101.1 \text{ m}$ 、ゆえに損失時間は $t'_l = 3.1 \text{ sec}$ となる。同様にして減速による損失時間を求めると $t''_l = 1.7 \text{ sec}$ をうる。

次に交サ点内の延長を 30 m とし、この区間を平均走行速度 20 km/h で通過することによる損失時間 $t_{l'''}_l$ を求めると

$$t_{l'''}_l = \frac{D}{v} - \frac{D}{v_0} = 30 \left(\frac{3600}{20 \times 1000} - \frac{3600}{50 \times 1000} \right) = 3.2 \text{ sec}$$

ゆえに総損失時間は

$$t_{ld} = t'_l + t''_l + t_{l'''}_l = 8.0 \text{ sec}$$

iii) 交サ点での速度低下による平均損失時間

i) および ii) で求めた各損失時間を、停止せしめられる車の百分率 ϕ について加重平均すれば、速度低下による平均損失時間が求められる。図-10 からわかるように幅員 5.5 m に対しては、 $x = 690$ に相当する ϕ は明らかに 100% であり、幅員 8.5 m に対しては $x = 740$ に相当する ϕ は、図上から $\phi = 57.5\%$ を読みとることができる。したがって平均損失時間は

$$\text{幅員 5.5 m に対して, } 1.0 \times 13.5 = 13.5 \text{ sec}$$

$$\text{幅員 8.5 m に対して, } (0.575 \times 13.5) + (0.425 \times 8.0) = 11.2 \text{ sec}$$

(二) 実験値と計算値との比較

京都市烏丸通三条五条間 1,500 m で実際に 50 km/h で走行した場合の損失時間を表-7 より求め、(イ)~

表-11 街路の交通抵抗による損失時間の実験値と計算値の比較

Table 11. Calculated traffic resistance on a street compared with that of the experimental results.

幅員		交サ点での停止による損失時間	走行による損失時間		全損失時間
			交サ点以外の区間によるもの	交サ点での速度低下によるもの	
5.5 m	計算値	24.9" × 2 = 49.8"	24.3"	13.5" × 2 = 27.0"	51.3"
	実験値	51.8"			61.1"
8.5 m	計算値	7.4" × 2 = 14.8"	9.5"	11.2" × 2 = 22.4"	31.9"
	実験値	29.8"			35.3"

(ハ) で計算した結果と比較すると表-11 のようである。この表から計算値よりも実験値の方がいずれも大きい値を示していることがわかる。このことは計算値には路側駐車その他の路上障害物による影響や横断歩行者による影響が計算されていないが、実験値の方はこれらすべての損失時間を含んでいるからである。

また幅員 8.5 m の場合の停止による損失時間の実験値と計算値の間はかなり大きな相違が見られるが、これは実験回数が少なく資料数が不十分であつて、50 km/h で走行したときの停止時間に偶然大なる値が記録されたためである。図-9 からわかるように走行速度と停止せしめられる時間との間には相関関係がほとんどないことを考慮に入れて、交通信号による停止時間の交サ点 1 か所あたりの全平均値として表-8 に示した実測値の平均をとれば、幅員 5.5 m に対して 23.3 sec、幅員 8.5 m に対して 10.3 sec となり、計算値の 24.9 sec および 7.4 sec と大差ないことがわかる。

街路の交通抵抗に関して行つた以上の考察は、いまだ不十分であつて、今後の研究にまたねばならない面もあるが、ここに示した計算例からもわかるように、実験値と計算値との開きはわずかであるから、この計算法によつ

図-12 山科地区用途地域図

Fig. 12. Land use map for Yamashina District.

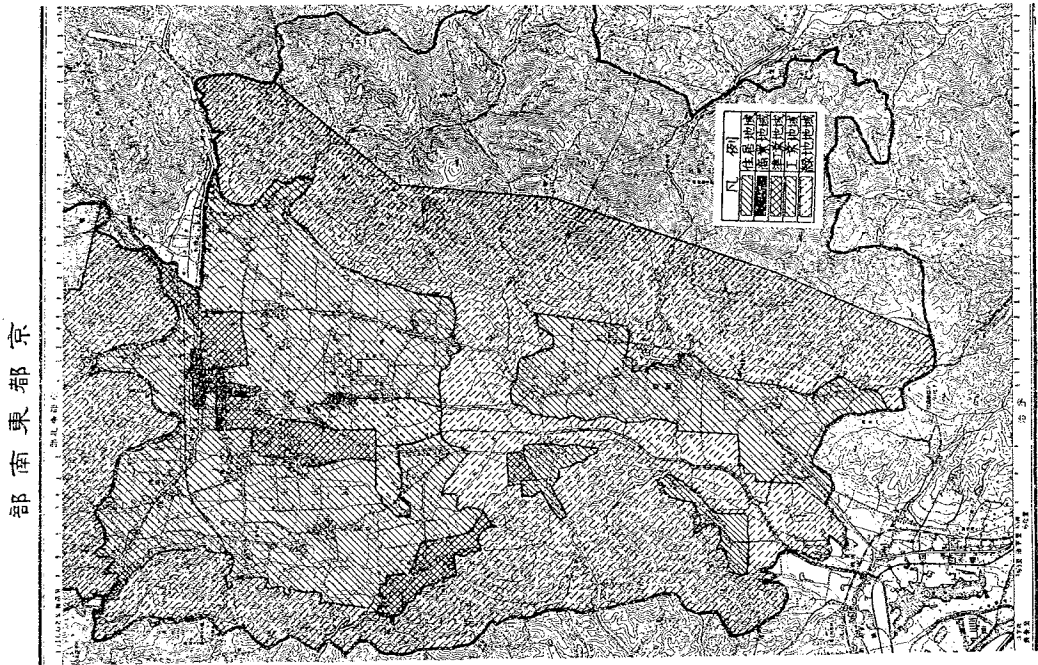
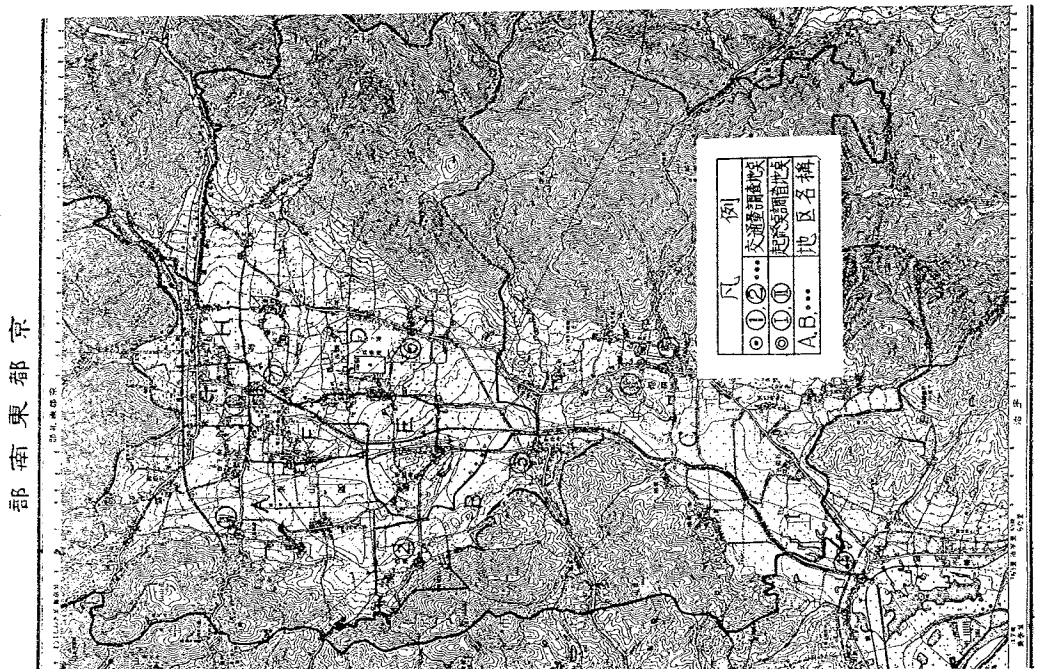


図-13 起終点調査地区区分図

Fig. 13. Yamashina District divided into blocks for O-D survey.



て計算した街路の交通抵抗を街路網の計画に適用することができる。著者の実験は資料不足のため主として路面電車を有する街路のみについて行われたが、実際の計画に役立てるためには軌道を有しない種々の幅員の街路についても実測を重ねて計画資料を豊富にすべきである。著者は次節において街路網計画の一例を示し、ここに述べた交通抵抗の適用方法を明らかにする。

§6. 京都市山科地区における幹線街路網計画

上に述べた起終点調査、土地利用およびそれにもとづく街路交通量の推定、街路の交通抵抗などの応用例として、京都市山科地区に対する将来交通量の配分にもとづく幹線街路網計画を行うことにした。山科地区は京都市旧市街と東山連峰を隔てて交通不便のためにその発展が非常に遅れているが、交通網さえ完備すれば将来住居地域として大いに発展の可能性のある地区であり、また一部分は準工業および工業地域としても開発される立地条件をもっている。このことは山科地区のうちでも交通機関に比較的恵まれた御陵、竹鼻および四宮地区が現在すでに住宅地としてかなり発展を見ていることから明らかである。山科地区の開発にあたっては、交通網の整備に先立つて土地利用の適切な配分計画が必要であるが、土地利用計画はすでに京都市建設局において決定を見ているので、著者はこれを利用して幹線街路網に将来交通量をいかに配分するかという合理的な配分の計算例を示すことにする。かくして配分された交通量から街路網全体の交通抵抗を算出することによつて、もつともすぐれた幹線街路網を決定することができる。

a. 調査

街路は交通の用に供するのみでなく数多くの使命をもっているので、街路網計画に対する調査としては、交通に関する調査のみでなく一般市民生活に係る

表一12 調査地区用途地域別面積
Table 12. Area for use district. (km²)

用途地域 地区	住居 地域	商業 地域	準工業 地域	工業 地域	緑地 地域	山地	計
A	3.96				6.67	0.66	11.29
B	0.51		0.45		0.21		1.17
C	2.92				10.27	8.16	21.35
D	3.55	0.02			4.01	3.02	10.60
E	0.39	0.01		0.64	0.09		1.13
F	0.12		0.41				0.53
G	0.15	0.17	0.10				0.42
H	0.02		0.40				0.42
計	11.62	0.20	1.36	0.64	21.25	11.84	46.91

土地利用、経済、産業等の広範囲にわたる調査を必要とする。しかし街路本来の目的は交通運輸の必要に応ずることであり、特に幹線街路ではこのことが絶対の第一条件である。幹線街路網の構成の適否は直接そこを通る交通に影響を及ぼすから、現在のみでなく将来においてもそこを通る交通に順応でき、その目的に十分適応するように計画せねばならない。このため交通に関する調査としては、以下に述べるごとく起終点調査および車種別交通量調査を現在街路上の主要点で行い、計画の基礎資料とした。また土地利用、人口、産業等の調査に関しては、京都市統計課の刊行している統計表および調査資料等を参考にして、現況調査の分析を行い、将来計画の参考資料を作成した。

(1) 土地利用現況

山科地区の場合はすでに述べたように用途

表一13 調査地区別人口および人口密度
Table 13. Population and population densities in blocks.

年 地区	昭 10		昭 25		昭 30	
	人口	人口密度 (人/km ²)	人口	人口密度 (人/km ²)	人口	人口密度 (人/km ²)
A	8 616	811	11 313	1 064	12 336	1 160
B	1 138	973	1 332	1 138	1 326	1 133
C	4 439	337	5 448	413	5 715	433
D	3 353	442	4 278 (6 093)	564 (804)	5 203 (7 083)	686 (934)
E	1 196	1 058	1 827	1 617	1 925	1 704
F	3 021	5 700	2 694	5 083	1 917	3 615
G	3 386	8 062	4 558	10 852	5 115	12 160
H	2 840	6 762	3 609	8 593	3 898	9 280
計	27 989		36 874		39,315	

註 () 内は山科刑務所内服役者を含めた人口および人口密度の値である。人口密度は山地を除いた面積についての値である。

表一14 時間別交通量調査表
Table 14. Hourly traffic volumes.

調査地点 時間	北在花所 山前駐	北在花所 山前駐	西防所 野分前 山田 消詰	勤在 修所 寺前駐	勤在 修所 寺前駐	六地 蔵橋	醍所 前派 出	大辻 宅町 坂ノ	竹区科 鼻役支 東所 山山前
	東西行	南北行	南北行	東西行	南北行	東西行	南北行	南北行	南北行
8.00~9.00	14	8		6	3	43		8	72
8.30~9.00			1						
8.45~9.00							12		
9.00~10.00	25	15	9	12	9	61	61	14	70
10.00~11.00	35	14	8	20	14	67	53	14	106
11.00~12.00	38	19	4	17	8	75	52	17	114
12.00~13.00	27	9	5	12	10	45	41	11	87
13.00~14.00	15	8	9	16	11	75	47	17	93
14.00~15.00	30	21	10	20	16	63	59	12	120
15.00~16.00	25	12	22	18	12	58	59	14	103
16.00~16.30			6						
16.00~16.45							32		
16.00~翌日 8.00	122				44	239		184	361
16.30~翌日 8.30			50						
16.45~翌日 8.45							289		
24時間合計	331		124		127	726	705	291	1 126
昼間8時間合計	209	106	74	121	83	487	416	107	765

地域の指定が行われているので、この計算例ではそれに従うものとする。図-12 にその用途地域図を示す。

その概略を述べると、山科盆地を囲む東山連峰、醍醐、逢坂山連山および大文字山の一带がそのまま緑地地域として山科地区全域を囲み、その中にあつて東山ふもと峰東麓沿いの地区と逢坂山西ふもと沿いの地区および醍醐地区が3分して住居地域を形成しており、中央部の柳ノ辻、栗栖野の工業地域、西野、四宮の準工業地域が東西の山沿いの住居地域を2分する形で南北に連なり、竹鼻、上野、国鉄山科駅付近の商業地域に接続している。なお稻荷山東ふもと沿いには陶土工業の西野山地区があり、準工業地域となつている。

後に述べる将来交通量の配分のために、各地区をできるだけ単一な性格の地区となるように、図-13 に示すごとく用途地域に従つて区域を分けたが、その区分された地区の用途地域別面積は表-12 のとおりである。

(2) 人口調査

京都市統計課の調査資料にもとづき現在までの山科地区における学区別人口をA,B,C,D,E,F,G,Hの各地区ごとに分けると、その人口および人口密度は表-13 のようになる。

A,B,C,D,E および F 地区は人口密度極めて小でいまだ充分開発されておらず、G,Hの2地区は京津国道および南北幹線街路に沿い、それぞれ商業地域および準工業地域として相当大きな人口密度を有し、現在山科地区においては最も繁栄している地区である。しかし各地区とも過去20年間の人口増加率は極めて低く、A地区のみが他地区に比べてやや高い増加率を示しているに過ぎない。

(3) 交通に関する調査

交通に関する調査項目は車種別交通量および起終点調査であり、これらは1955年11月2日~12日にわたり行つた。

a) 車種別交通量調査

この調査は山科地区の現在の主要街路の要点として図-13 に示す次の7地点

1. 北花山駐在所前、
2. 西野山消防分団詰所前、
3. 勧修寺駐在所前、
4. 六地藏橋、
5. 醍醐派出所前、
6. 大宅坂ノ辻町、
7. 竹鼻東山区役所山科支所前、

表-15 車種別交通量調査表 (その1)

Table 15. Traffic volumes for the classified vehicles.

時間	車種	車種別交通量								計	備考
		軽オートバイ	普通トラック	定期バス	観光バス	普通乗用車	小トラック型	小乗用車型	自三輪自動車			特用途車
① 北花山駐在所前東西行	8~9	8			2				4	14	1955年 11月2日(水) 晴
	9~10	13				1		9	25		
	10~11	19	3			2		8	35		
	11~12	20				2		15	38		
	12~13	10	2			3		9	27		
	13~14	10			1		1	3	15		
	14~15	17	2					7	30		
	15~16	17				1		5	25		
計	114	7		2	5	8	1	60	12	209	
①' 北花山駐在所前南北行	8~9	3	1					3	1	8	11月2日(水) 晴
	9~10	6						7	2	15	
	10~11	7				1		5	1	14	
	11~12	10						8	1	19	
	12~13	5				1		3		9	
	13~14	5					1	2		8	
	14~15	12	2					3	4	21	
	15~16	9	1					1	1	12	
計	57	4			2		2	32	9	106	
② 西野山消防分団詰所前	8.30~9.00	1								1	11月4日(金) 晴
	9~10	3						4		8	
	10~11	1	1				2		3	9	
	11~12	1	2				1			4	
	12~13	1					1		3	5	
	13~14	2	2				3		2	9	
	14~15	4					1		5	10	
	15~16	7	3				1		2	22	
16.00~16.30	1							5		6	
計	21	8				9	4	31	1	74	
③ 勧修寺駐在所前東西行	8~9		2				1	1	2	6	11月5日(土) 晴
	9~10	4			1		2	3	2	12	
	10~11	7	2		1			6	4	20	
	11~12	7				2		6	1	17	
	12~13	3	2		1	1	1	4		12	
	13~14	8	2				1	5		16	
	14~15	5			3		4	8		20	
	15~16	4	4			1	7	1	1	18	
計	38	12		2	6	5	15	35	8	121	
③' 勧修寺駐在所前南北行	8~9		1				1	1		3	11月5日(土) 晴
	9~10	2					2	2	3	9	
	10~11	6	1					5	2	14	
	11~12	3				1		3	1	8	
	12~13	2	3					1	4	10	
	13~14	4	2					5		11	
	14~15	4	2		2		1	7		16	
	15~16	3	4				2	2	1	12	
計	24	13			3	3	4	29	7	83	
④ 六地藏橋東西行	8~9	6	14	6		5	2		7	43	11月7日(月) 晴
	9~10	11	14	8		5	2	13	8	61	
	10~11	21	12	6	5	6	1	1	10	5	
	11~12	24	14	4		3	2	3	15	10	
	12~13	8	16	2		1	1	2	10	5	
	13~14	22	15	3		10	2	2	15	6	
	14~15	16	10	2		6	3	2	17	7	
	15~16	17	13	5	2	3	3	2	12	1	
計	125	108	36	7	39	16	12	99	45	487	

表-15 車種別交通量調査表 (その2)
Table 15. Traffic valumes for the classified vehicles.

時間	車種	オートバイ	普通トラック	定期バス	観光バス	普通乗用車	小型トラック	小型乗用車	自三輪自動車	特用車	計	備考
⑤ 醍醐派出所前南北行	8.45~9		4	4		1	1	1			12	11月8日(火) 晴
	9~10	13	18	8	1	8	2		10	1	61	
	10~11	10	12	7	1	7			14	2	53	
	11~12	11	14	2	4	6	1	2	12		52	
	12~13	7	7	5		4	7	7	4		41	
	13~14	6	11	3	9	3	1	4	5	5	47	
	14~15	19	7	4	2	4	7		14	2	59	
	15~16	15	14	5	2	3	7		11	2	59	
	16~16.45	4	7	2	1	5		1	12		32	
	計	85	94	40	20	41	26	15	83	12	416	
⑥ 大宅坂ノ辻町南北行	8~9		4	1					2	1	8	11月9日(水) 晴
	9~10	2	4	2			1		2	3	14	
	10~11	1	6	2		1			3	1	14	
	11~12	2	4	2		2	2		2	2	17	
	12~13		4			3			2	2	11	
	13~14	5	4			1			3	4	17	
	14~15	3	4						4	1	12	
	15~16	3	5						5	1	14	
計	16	35	7		7	1	2	24	15	107		
⑦ 竹鼻東山区役所山科支所	8~9	19	3	9		10	5	1	22	3	72	11月10日(木) 晴
	9~10	13	11	7		3	5	2	26	3	70	
	10~11	37	8	5	1	7	10	5	31	2	106	
	11~12	37	11	3	4	5	12	10	32		114	
	12~13	35	6	7		2	5	1	25	6	87	
	13~14	38	12	6		6	4	6	15	6	93	
	14~15	53	9	11	3	8	4	10	16	6	120	
	15~16	39	12	9		8	10	4	17	4	103	
計	271	72	57	8	49	55	39	184	30	765		

表-17 起終点調査交通量
Table 17. Vehicles having various O-D.

(I) 竹鼻十字路				(II) 醍醐三宝院前			
起一終点	台数	起一終点	台数	起一終点	台数	起一終点	台数
A~B	2	D~F	12	F~12	2	A~C	10
A~C	4	D~G	54	G~G	4	A~5	1
A~D	22	D~H	5	G~H	6	A~13	3
A~E	17	D~I	12	G~I	1	B~C	1
A~F	5	D~2	3	G~3	1	B~5	3
A~G	7	D~3	13	G~4	3	B~12	3
A~H	2	D~4	7	G~5	6	C~C	5
A~3	1	D~5	4	G~6	1	C~D	6
A~5	2	D~6	10	G~8	10	C~E	7
A~7	1	D~7	38	G~9	4	C~G	17
A~8	2	D~8	53	G~12	1	C~H	5
A~9	1	D~9	4	G~13	6	C~I	14
A~10	1	D~11	1	H~1	4	C~2	1
B~D	1	D~12	1	H~3	1	C~3	27
B~E	1	D~13	1	H~4	6	C~4	2
B~G	10	E~F	3	H~5	5	C~5	7
B~H	1	E~G	31	H~6	3	C~6	6
B~1	1	E~H	10	H~7	2	C~7	8
B~5	1	E~I	9	H~8	4	C~8	62
B~7	3	E~3	13	H~13	4	C~9	14
B~8	2	E~4	9	13~1	10	C~12	2
B~9	1	E~6	4	13~3	2	C~13	3
C~F	1	E~7	17	13~6	3	D~4	5
C~G	8	E~8	36	13~7	17	D~5	3
C~H	3	E~9	4	13~8	24	D~12	8
C~1	3	E~12	1	13~9	39	D~13	4
C~2	2	F~G	35	9~3	1	E~4	1
C~3	17	F~H	14	9~4	1	E~5	8
C~4	2	F~1	1	9~5	27	E~12	8
C~5	1	F~3	1	9~6	5	E~13	3
C~6	2	F~5	1	9~8	12	F~5	1
C~7	18	F~6	1	5~7	1	F~12	2
C~8	61	F~7	3	5~8	2	G~5	3
C~9	13	F~8	8	5~12	8	G~12	1
D~D	3	F~9	3			G~13	4
計					870		461
調査日	11月11日(金)曇			11月12日(土)晴			

表-16 起終点調査地区内訳
Table 16. Sites of blocks for O-D survey.

記号	地区内訳
山科	A 安祥寺, 御陵, 御廟野, 日ノ岡, 北花山, 上花山, 厨子奥, 川田
	B 西野山, 勸修寺
	C 醍醐, 小野, 小栗栢, 日野, 石田
	D 東野, 音羽, 下出, 大塚, 大宅, 開拓, 小山
	E 栢ノ辻, 栗栢野
	F 西野
	G 竹鼻, 上野
	H 四宮
市内	1 鴨川以東, 琵琶湖疏水および三条通(三条大橋渡上間)以北の地区
	2 鴨川(北大路橋より上流)以西, 北大路以北, 西大路以西, 山陰線(円町以西)以北の地区
	3 山陰線および東海道線(京都神足間)に囲まれた市部および向日町を含む地区
	4 南区の区域(東海道線以南)
	5 伏見地区
	6 東大路(三条東山橋間)および鴨川以東, 琵琶湖疏水および三条以南, 東山線以西
	7 鴨川以西, 西大路以東, 御池通以北, 北大路以南の地区
	8 東大路以西, 千本通以東, 東海道線以北, 御池通以南の地区
市外	9 国道1号および8号につづく大津以遠の地区, 滋賀, 岐阜, 愛知, 東京等
	10 高雄, 中川, 北桑田郡一円を含む周山街道方面の地区, 小野郷, 京北町等
	11 南桑田郡, 船井郡, 福知山等国道9号沿線および舞鶴またはそれ以遠の地区
	12 大阪, 神戸その他京阪国道, 西国街道沿線の地区および滋賀郡のうち木津川左岸の地区
	13 国道24号沿線と久世郡および綴喜郡のうち木津川右岸の地区, 宇治, 奈良等

を選び、人手により昼間の8時間について車種別交通量を求め、交通量計により夜間の総交通量を調査してこれを補い1日の総交通量を求めた。時間別および車種別交通量調査の結果は表-14, 15 のとおりである。

b) 起終点調査

この調査は竹鼻十字路と醍醐三宝院前の2カ所において行つた。調査方法は路側質問法によることとし、資料採集にあつては午前9時から午後5時まで昼間8時間の全数調査によつた。この場合は交通量がきわめて小さいため標本調査法によるならば資料数が不十分となるので、全数調査を採用したわけである。起終点の区分は山科地区を8地区、京都旧市街部を8地区計16地区とするほか、市外との交通はこれを方面別に5地区に分け、分計21地区として起終点の各組合せについて調査した。その調査地区区分は表-16 および図-13, 図-4 のとおりである。また以上の各組合せについての調査結果である起終点交通量を表-17 に示す。

b. 将来計画

(1) 土地の開発度

表一18 計画年の用途地域別推定人口密度
Table 18. Estimated population density of use districts in the planning year.

	学区名	人口	面積 (km ²)	人口密度 (人/km ²)
住居, 緑地地域	桂	8 818	3.42	2 578
商業地域	教業, 乾, 有	24 842	0.83	29 930
準工業地域	済, 新道	34 233	1.36	25 171
工業地域	朱四, 朱五 朱七	6 531	1.36	4 802
	山ノ内			

註 人口は昭和30年国勢調査資料による。

表一19 計画年の山科各地区別推定人口
Table 19. Estimated population of each block in the planning year.

地区	住居, 緑地地域	商業地域	準工業地域	工業地域	計
A	27 404				27 404
B	1 856		11 327		13 183
C	34 004				34 004
D	19 490	599			20 089
E	1 237	299		3 073	4 609
F	309		10 320		10 629
G	387	5 088	2 517		7 992
H	52		10 068		10 120
計	84 739	5 986	34 232	3 073	128 030

表一20 起終点調査交通量の補正
Table 20. Adjustment of O-D's traffic.

車種別交通量調査地点	車種別交通量調査による交通量	起終点調査により推定した交通量(通過交通を除く)	不足交通量	起終点調査の交通量の補正值	
北花山駐在所前 東西行	209	47	162	A~7	43
				A~8	86
				G~8	12
				F~7	7
				F~8	14
計	162				
西野山消防分団詰所前 南北行	74	7	67	B~C	22
				B~6	45
				計	67
勸修寺駐在所前 東西行	121	47	74	D~5	30
				E~5	30
				F~5	14
				計	74
醍醐派出所前 南北行	416	423	-7	≒0	
大宅坂ノ辻町 南北行	107	88	19	≒0	
竹鼻東山区役所 山科支所前 南北行	765	695	70	≒0	

つくものと仮定してさしつかえない。すなわち表一20に示したA~7, A~8, G~8, F~7, F~8の5つの組が考えられる。G~7は起終点調査に観測されなかつたから省略した。その7地区と8地区との配分比については、表一17のA~7, B~7……, H~7およびA~8, B~8, ……, H~8の観測数を集計することによりおよそ1:2の比をなすことを知つたので、A~7:A~8=1:2, F~7:F~8:G~8=1:2:2となるように配分したものが表一20最右欄の補正值である。西野山, 勸修寺等についても同様の方法で補正值を定めた。その過程において、起終点調査を行つた調査員の判断に従つて定めなければならない場合が生ずることは、やむを得ないものと考えている。

醍醐は車種別と起終点の両調査地点がほとんど同所であり、交通量も実質的にはほぼ一致しているから補正の必要はない。竹鼻については70の差を生じているが、起終点調査地点は車種別を調査した区役所支所前より北方数

表一13に示したように山科地区における現在までの人口増加率はきわめて小さく、そのために既往の人口増加率をもつて将来の計画年の交通量を推定する資料とすることは、山科の場合不適当と言わざるを得ない。ゆえに計画年の山科地区内の各地区がその性格上類似するに至ると思われる地区を現在の京都旧市街に求め、住居, 緑地地域としては桂学区を、商業地域としては教業, 乾, 有, 済, 新道各学区を、準工業地域としては朱雀第4, 第5, 第7各学区を、工業地域としては山ノ内学区をそれぞれ選び、計画年の山科地区の各地区の開発度がこれら各学区の現在の人口密度の平均値に達するものと仮定した。このような推定方法による各地区の人口密度は表一18のとおりである。

(2) 人口の推定

(1)の仮定にもとづく山科各地区の計画年における推定人口は表一19のようになる。

(3) 地区別交通量の推定

さきに交通に関する調査で述べたごとく、起終点調査は竹鼻十字路と醍醐三宝院前の2個所のみで行つており、その結果は表一17に示した。この場合重複する交通すなわち竹鼻, 醍醐の両調査地点を通る交通と、調査地点が少ないために調査もれの交通すなわち両調査地点のいずれをも通らない交通が当然存在するので、これらに対して次のような補正を行つた。すなわち全地区の交通量の総和は総交通量の2倍であるという条件にもとづいて、表一15, 17から調査もれの交通はこれを補い、重複するものはこれを除いた。その結果は表一20のようになる。

表一20で求めた不足起終点交通量を個々の起終点の組合わせに対して配分する方法は、調査地点と各地区の相互関係を考慮して適当に仮定を設けて行わなければならない。例えば第1欄の不足交通量162を配分するには、北花山を通り起終点調査地点を通らなかつた交通の交通端はA, FおよびGのいずれかにあるものと考え、しかもその大部分はA地区にあると思われるのでA地区とF, G地区の配分比を4:1とみなす。次にこれらの起終点調査にもれた交通は北花山の位置から考えて当然京都旧市街と結びられるものと考えられるが、その中でも7および8の地区のみと結び

表-21 修正起終点交通量 (その1)
Table 21. Balanced O-D's traffic.

起一終点	竹鼻 十字路口	醍醐三 宝院前	計	修正値		修正起 終点数	刑務所 を除いた 起終点 数
				重複す る起終 点数	調査も れの起 終点数		
A~B	2		2		2	2	
A~C	4	10	14	6	8	8	
A~D	22		22		22	20	
A~E	17		17		17	17	
A~F	5		5		5	5	
A~G	7		7		7	7	
A~H	2		2		2	2	
A~3	1		1		1	1	
A~5	2	1	3		3	3	
A~7	1		1		43	44	
A~8	2		2		86	88	
A~9	1		1		1	1	
A~10	1		1		1	1	
A~13		3	3		2	2	
B~C		1	1	1	22	23	
B~D	1		1		1	1	
B~E	1		1		1	1	
B~G	10		10		10	10	
B~H	1		1		1	1	
B~1	1		1		1	1	
B~5	1	3	4		4	4	
B~6					45	45	
B~7	3		3		3	3	
B~8	2		2		2	2	
B~9	1		1		1	1	
B~12		3	3		3	3	
C~C		5	5		5	5	
C~D		6	6	2	4	2	
C~E		7	7		7	7	
C~F	1		1		1	1	
C~G	8	17	25	10	15	15	
C~H	3	5	8	3	5	5	
C~1	3	14	17	8	9	9	
C~2	2	1	3	1	2	2	
C~3	17	27	44	18	26	26	
C~4	2	2	4	2	2	2	
C~5	1	7	8		8	8	
C~6	2	6	8	1	7	7	
C~7	18	8	26	9	17	17	
C~8	61	62	123	49	74	74	
C~9				10	17	17	
C~12	13	14	27	10	2	2	
C~13		3	3		3	3	
D~D	3		3		3	1	
D~F	12		12		12	10	
D~G	54		54		54	42	
D~H	5		5		5	5	
D~1	12		12		12	8	
D~2	3		3		3	0	
D~3	13		13		13	6	
D~4	7	5	12		12	10	
D~5	4	3	7		37	35	
D~6	10		10		10	10	
D~7	38		38		38	18	
D~8	53		53		53	31	
D~9	4		4		4	2	
D~11	1		1		1	0	
D~12	1	8	9		9	9	
D~13	1	4	5		5	1	
E~F	3		3		3	3	
E~G	31		31		31	31	
E~H	10		10		10	10	
E~1	9		9		9	9	
E~3	13		13		13	13	
E~4	9	1	10		10	10	

起一終点	竹鼻 十字路口	醍醐三 宝院前	計	修正値		修正起 終点数	刑務所 を除いた 起終点 数
				重複す る起終 点数	調査も れの起 終点数		
E~5		8	8		30	38	38
E~6	4		4		4	4	4
E~7	17		17		17	17	17
E~8	36		36		36	36	36
E~9	4		4		4	4	4
E~12	1	8	9		9	9	9
E~13		3	3		3	3	3
F~G	35		35		35	35	35
F~H	14		14		14	14	14
F~1	1		1		1	1	1
F~3	1		1		1	1	1
F~5	1	1	2		14	16	16
F~6	1		1		1	1	1
F~7	3		3		7	10	10
F~8	8		8		14	22	22
F~9	3		3		3	3	3
F~12	2	2	4	1	3	3	3
G~G	4		4		4	4	4
G~H	6		6		6	6	6
G~1	1		1		1	1	1
G~3	1		1		1	1	1
G~4	3		3		3	3	3
G~5	6	3	9	1	8	8	8
G~6	1		1		1	1	1
G~8	10		10		12	22	22
G~9	4		4		4	4	4
G~12	1	1	2		2	2	2
G~13	6	4	10	5	5	5	5
H~1	4		4		4	4	4
H~3	1		1		1	1	1
H~4	6		6		6	6	6
H~5	5	1	6		6	6	6
H~6	3		3		3	3	3
H~7	2		2		2	2	2
H~8	4		4		4	4	4
H~13	4	2	6	3	3	3	3
計	718	261	979	130	303	1152	1065

表-21 修正起終点交通量 (その2)

起一終点	竹鼻 十字路口	醍醐三 宝院前	計	重複する もの	修正 起終点数
5~3			2		2
5~6			1		1
5~7	1		2		2
5~8	2		2		4
8~12		1	1		1
9~3	1		1		1
9~4	1		1		1
9~5	27	33	60	27	33
9~6	5		5		5
9~8	12		12		12
9~12	8	33	41	8	33
13~1	10	16	26	10	16
13~2		1	1		1
13~3	2		3	1	2
13~4		1	1		1
13~5		1	1		1
13~6	3	2	5	2	3
13~7	17	3	30	13	17
13~8	24	1	45	21	24
13~9	39	0	109	39	70
13~10		1	1		1
計	152	100	352	121	231

註: 起点も終点もともに数字を記号とする組はすべて通過交通であり調査もれの起終点交通量は存在しない。

10m にあり、南方から区役所支所に来て逆戻りした交通が 70 程度あるものと認められるので、この 70 も補正の必要はないものとする。大宅については 19 の不足を生じているが、竹鼻および醍醐での起終点調査から求めた通過交通量の信頼度約 65% に比べれば大宅の数値は十分の信頼度を示しているものとみなすべきであるから、特に補正を施さないものとした。

この表-20 に示したように不足交通量が大きくなり、補正値の大きくなったのは、起終点調査地点がわずかに 2カ所のみで少なすぎるためである。周辺部にも起終点調査地点を配するならば、誤差もある程度縮小すること

表-22 地区別交通端数
Table 22. Traffic termini in each block.

地区	現在の交通端数	計画年の交通端数	刑務所関係の交通端数	刑務所関係の交通端数を含む計画年の交通端数
A	201	10 737	2	10 739
B	97	10 330		10 330
C	238	13 323	2	13 325
D	212	7 872	88	7 960
E	212	5 418		5 418
F	125	8 328	2	8 330
G	201	3 130	12	3 142
H	72	7 930		7 930
計	1 358		106	67 174

ができ、かつそれを配分すべき組合わせを選び出すことも容易になると思われる。なお刑務所関係の起終点の組合わせの数は現在のまま将来も変わらないものと仮定し、計画年の交通端推定の計算の都合上これを除外して、表-21 に示す修正起終点交通量を得た。

表-21 より各地区別の現在の交通端の総数を求め、その値を用いて §4, a. (4) に述べた方法で式 (36) の常数 k, n を決定し、将来の計画年の人口から同年の交通端を算出した結果は 表-22 のとおりである。

(4) 交通形態の決定

(3) において計画年の地区別交通端の推定値が求められたので、この値と 表-17 の起終点調査の結果にもとづいて、計画年の交通形態、すなわち計画年の起終点

表-23 交通形態の計算表 (その1)
Table 23. Method of computing traffic pattern. (その1)

起終点 $i-j$	昭和30年調査値 $O_i D_j$	地区交通端に対する百分率 q	第1次修正			第2次修正			第3次修正			第4次修正			第5次修正			決定値 Q_{ij}
			$Q_{ij}^{(1)}$	$\Delta Q_{ij}^{(1)}$	$Q_{ij}^{(1)} + \Delta Q_{ij}^{(1)}$	$Q_{ij}^{(2)}$	$\Delta Q_{ij}^{(2)}$	$Q_{ij}^{(2)} + \Delta Q_{ij}^{(2)}$	$Q_{ij}^{(3)}$	$\Delta Q_{ij}^{(3)}$	$Q_{ij}^{(3)} + \Delta Q_{ij}^{(3)}$	$Q_{ij}^{(4)}$	$\Delta Q_{ij}^{(4)}$	$Q_{ij}^{(4)} + \Delta Q_{ij}^{(4)}$	$Q_{ij}^{(5)}$	$\Delta Q_{ij}^{(5)}$	$Q_{ij}^{(5)} + \Delta Q_{ij}^{(5)}$	
A~C	8	4.0	396	32	427	438	19	457	443	5	448	444	1	445	444	0	444	444
D	20	9.9	989	79	1 068	910	48	958	933	13	946	949	2	951	956	1	956	960
E	17	8.5	841	68	909	672	41	713	670	11	681	677	2	679	681	1	681	683
F	5	2.4	247	19	266	300	12	312	317	3	320	324	1	325	327	0	327	329
G	7	3.5	346	28	374	241	17	258	202	5	207	185	1	186	173	0	173	165
7	44	21.9	2 176	175	2 351	2 351	106	2 457	2 457	29	2 486	2 486	5	2 491	2 491	2	2 493	2 493
8	88	43.8	4 352	350	4 702	4 702	212	4 914	4 914	58	4 972	4 972	11	4 983	4 983	4	4 987	4 987
東	3	1.5	148	12	160	160	7	167	167	2	169	169	0	169	169	0	169	169
西	7	3.5	346	28	374	374	17	391	391	5	396	396	1	397	397	0	397	397
南	2	1.0	99	8	107	107	5	112	112	1	113	113	0	113	113	0	113	113
計	201 (10 739)		9 940		10 255		10 606		10 715		10 734		10 740					
	$\sum_{j=1}^n Q_{ij} - \sum_{j=1}^n Q_{ij}^{(k)}$		+799		+484		+133		+24		+5							
B~C	23	23.7	1 138	1 311	2 449	1 868	244	2 112	1 976	61	2 037	2 002	18	2 020	2 011	7	2 018	2 016
G	10	10.5	495	570	1 065	610	107	717	596	26	622	581	8	589	568	2	570	557
6	45	46.4	2 226	2 566	4 792	4 792	480	5 272	5 272	120	5 392	5 392	35	5 427	5 427	15	5 442	5 442
東	2	2.1	99	116	216	216	32	238	238	5	243	243	2	245	245	1	246	246
北	10	10.3	495	570	1 065	1 065	107	1 172	1 172	26	1 198	1 198	8	1 206	1 206	3	1 209	1 209
南	7	7.2	346	398	744	744	75	819	819	19	838	838	5	843	843	2	845	845
計	97 (10 330)		4 799		9 295		10 073		10 254		10 300		10 315					
	$\sum_{j=1}^n Q_{ij} - \sum_{j=1}^n Q_{ij}^{(k)}$		+5 531		+1 035		+257		+76		+30							
C~A	8	3.4	396	53	449	438	-10	428	443	-3	440	444	-1	443	444	0	444	444
B	23	9.6	1 138	149	1 287	1 868	-29	1 839	1 976	-9	1 967	2 002	-1	2 001	2 011	2	2 013	2 016
C	10	4.2	495	65	560	560	-12	548	548	-4	544	544	-1	543	543	0	543	543
E	7	2.9	346	45	291	235	-9	226	221	-3	218	220	-0	220	221	0	221	222
G	15	6.3	742	98	940	586	-19	567	474	-6	468	429	-1	428	403	0	403	385
H	5	2.1	247	33	280	417	-6	411	454	-2	452	465	-0	465	468	0	468	469
1	9	3.8	445	59	504	504	-11	493	493	-4	489	489	-1	488	488	0	488	488
3	26	10.9	1 286	169	1 455	1 455	-32	1 423	1 423	-11	1 412	1 412	-2	1 410	1 410	1	1 411	1 411
5	8	3.4	396	53	449	449	-10	439	439	-3	436	436	-1	435	435	0	435	435
6	7	2.9	346	45	491	491	-9	482	482	-3	479	479	0	479	479	0	479	479
7	17	7.2	841	112	853	853	-22	831	831	-7	824	824	-1	823	823	1	824	824
8	74	31.1	3 660	482	4 142	4 142	-92	4 050	4 050	-30	4 020	4 020	-5	4 015	4 015	4	4 019	4 019
9	17	7.2	841	112	953	953	-22	931	931	-7	924	924	-1	923	923	1	924	924
南	5	2.1	247	33	280	280	-6	274	274	-2	272	272	0	272	272	0	272	272
西	2	0.8	99	12	111	111	-2	109	109	-1	108	108	0	108	108	0	108	108
北	5	2.1	247	33	280	280	-6	274	274	-2	272	272	0	272	272	0	272	272
計	238 (13 325)		11 772		13 622		13 422		13 340		13 315		13 311					
	$\sum_{j=1}^n Q_{ij} - \sum_{j=1}^n Q_{ij}^{(k)}$		+1 553		-297		-97		-15		+10							

表-23 交通形態の計算表

その2

起-終年 i-j	昭和30 年調査 値 $O_i D_j$	地区交 通端に 対する 百分率 q	第1次修正			第2次修正			第3次修正			第4次修正			第5次修正			決定値 Q_{ij}
			$Q_{ij}^{(1)}$	$\Delta Q_{ij}^{(1)}$	$Q_{ij}^{(1)}$ + $\Delta Q_{ij}^{(1)}$	$Q_{ij}^{(2)}$	$\Delta Q_{ij}^{(2)}$	$Q_{ij}^{(2)}$ + $\Delta Q_{ij}^{(2)}$	$Q_{ij}^{(3)}$	$\Delta Q_{ij}^{(3)}$	$Q_{ij}^{(3)}$ + $\Delta Q_{ij}^{(3)}$	$Q_{ij}^{(4)}$	$\Delta Q_{ij}^{(4)}$	$Q_{ij}^{(4)}$ + $\Delta Q_{ij}^{(4)}$	$Q_{ij}^{(5)}$	$\Delta Q_{ij}^{(5)}$	$Q_{ij}^{(5)}$ + $\Delta Q_{ij}^{(5)}$	
D~A	20	9.4	989	-237	752	910	-2	908	933	18	951	949	12	961	956	8	964	960
F	10	4.7	495	-129	366	527	-1	526	549	9	558	565	6	571	573	4	577	578
G	42	19.9	2 078	-502	1 576	1 120	-3	1 117	835	39	874	738	24	762	679	16	695	637
H	5	2.4	247	-61	186	370	0	370	410	5	415	424	3	427	429	2	431	431
1	8	3.8	396	-96	300	300	-1	299	299	7	306	306	5	311	311	3	314	314
3	6	2.8	297	-71	226	226	0	226	226	5	231	231	3	234	234	2	236	236
4	10	4.7	495	-129	366	366	-1	365	365	9	374	374	6	380	380	4	384	384
5	35	16.5	1 731	-417	1 314	1 314	-3	1 311	1 311	32	1 343	1 343	20	1 363	1 363	14	1 377	1 377
6	10	4.7	495	-129	366	366	-1	365	365	9	374	374	6	380	380	4	384	384
7	18	8.5	890	-215	675	675	-1	674	674	17	691	691	10	701	701	7	708	708
8	31	14.6	1 533	-369	1 164	1 164	-2	1 162	1 162	28	1 190	1 190	18	1 208	1 208	12	1 220	1 220
12	9	4.3	445	-109	336	336	-1	335	335	8	343	343	5	348	348	4	352	352
東	2	0.9	99	-23	76	76	0	76	76	2	78	78	1	79	79	1	80	80
南	3	1.4	148	-35	113	113	0	113	113	3	116	116	2	118	118	1	119	119
西	3	1.4	148	-35	113	113	0	113	113	3	116	116	2	118	118	1	119	119
計	212 (7 960)		10 486			7 976			7 766			7 838			7 877			7 899
$\sum_{j=1}^n Q_{ij} - \sum_{j=1}^n Q_{ij}^{(k)}$			-2 526			-16			+194			+122			+83			
E~A	17	8.0	841	-406	435	672	-45	627	670	3	673	677	5	682	681	4	685	683
C	7	3.3	346	-167	179	235	-19	216	221	1	222	220	2	222	221	2	223	222
G	31	14.6	1 533	-740	793	640	-82	558	389	4	393	304	9	313	255	8	263	222
H	10	4.7	495	-238	257	680	-26	654	745	1	746	769	3	772	777	3	780	780
1	9	4.3	445	-218	227	227	-24	203	203	1	204	204	3	207	207	2	209	209
3	13	6.1	643	-309	334	334	-34	300	300	2	302	302	4	306	306	3	309	309
4	10	4.7	495	-238	257	257	-26	231	231	1	232	232	3	235	235	3	238	238
5	38	17.9	1 880	-908	972	972	-101	871	871	5	876	876	11	887	887	10	897	897
7	17	8.0	841	-406	435	435	-45	390	390	3	393	393	5	398	398	4	402	402
8	36	17.0	1 781	-862	919	919	-96	823	823	5	828	828	11	839	839	10	849	849
12	9	4.3	445	-218	227	227	-24	203	203	1	204	204	3	207	207	2	209	209
東	4	1.9	198	-96	102	102	-11	91	91	1	92	92	1	93	93	1	94	94
南	4	1.9	198	-96	102	102	-11	91	91	1	92	92	1	93	93	1	94	94
西	4	1.9	198	-96	102	102	-11	91	91	1	92	92	1	93	93	1	94	94
北	3	1.4	148	-71	77	77	-8	69	69	0	69	69	1	70	70	1	71	71
計	212 (5 418)		10 487			5 981			5 388			5 354			5 362			5 373
$\sum_{j=1}^n Q_{ij} - \sum_{j=1}^n Q_{ij}^{(k)}$			-5 069			-563			+30			+64			+56			
F~A	5	4.0	247	86	333	300	22	322	317	11	328	324	5	329	327	3	330	329
D	10	8.0	495	172	668	527	45	572	549	22	571	565	10	575	573	6	579	578
G	35	28.0	1 731	60	2 332	1 440	157	1 597	1 281	73	1 354	1 220	36	1 256	1 174	24	1 198	1 144
H	14	11.2	693	241	934	1 438	63	1 501	1 579	30	1 609	1 626	14	1 640	1 641	10	1 651	1 649
5	16	12.8	791	275	1 066	1 066	72	1 138	1 138	34	1 172	1 172	16	1 188	1 188	11	1 199	1 199
7	10	8.0	495	172	667	667	45	712	712	22	734	734	10	744	744	6	750	750
8	22	17.6	1 088	378	1 466	1 466	99	1 565	1 565	47	1 612	1 612	23	1 635	1 635	16	1 651	1 651
東	3	2.4	148	52	200	200	13	213	213	6	219	219	3	222	222	2	224	224
南	7	5.6	346	120	466	466	31	497	497	15	512	512	7	519	519	5	524	524
西	2	1.6	99	34	133	133	9	142	142	4	146	146	2	148	148	1	149	149
北	1	0.8	49	17	66	66	5	71	71	2	73	73	1	74	74	1	75	75
計	125 (8 330)		6 182			7 769			8 064			8 203			8 245			8 272
$\sum_{j=1}^n Q_{ij} - \sum_{j=1}^n Q_{ij}^{(k)}$			+2 148			+561			+266			+127			+85			

交通量が決定できる。それには §4, b. に述べた方法に従つて表-23 に示すごとく逐次計算してゆけばよい。

この計算例の場合は、京都旧市街や大津、宇治地区では起終点調査を行なわなかつた。したがつて調査地区 1, 2, …, 13 の交通端に対しては、それらと山科地区とを結ぶ交通端のみがわかっているだけであるから、これらに対しては山科地区からのみの修正を行つた。もちろん京都旧市街地区や大津、宇治でも起終点調査を同時に行えば、これらは §4, b. に述べた方法によつて完全に修正されることとなる。表-23 のうち A-東, A-西, A-南……とあるのは、非常に交通量の少ない起終点の組み合わせ（今の場合は5未満）に対して、A 地区とその東

表-23 交通形態の計算表

その3

起 点 i-j	昭和30 年調査 対する 百分率 O _i D _j	地区交 通網に 対する 百分率 q	第1次修正			第2次修正			第3次修正			第4次修正			第5次修正			決定値 Q _{ij}
			Q _{ij} ⁽¹⁾	ΔQ _{ij} ⁽¹⁾	Q _{ij} ⁽¹⁾ +ΔQ _{ij} ⁽¹⁾	Q _{ij} ⁽²⁾	ΔQ _{ij} ⁽²⁾	Q _{ij} ⁽²⁾ +ΔQ _{ij} ⁽²⁾	Q _{ij} ⁽³⁾	ΔQ _{ij} ⁽³⁾	Q _{ij} ⁽³⁾ +ΔQ _{ij} ⁽³⁾	Q _{ij} ⁽⁴⁾	ΔQ _{ij} ⁽⁴⁾	Q _{ij} ⁽⁴⁾ +ΔQ _{ij} ⁽⁴⁾	Q _{ij} ⁽⁵⁾	ΔQ _{ij} ⁽⁵⁾	Q _{ij} ⁽⁵⁾ +ΔQ _{ij} ⁽⁵⁾	
G~A	7	3.5	346	-238	108	241	-95	146	202	-39	163	185	-26	159	173	-17	156	165
B	10	5.0	495	-340	155	610	-136	474	596	-56	540	581	-35	546	568	-24	544	557
C	15	7.5	742	-510	232	586	-205	381	474	-85	389	429	-52	377	403	-36	367	385
D	42	20.8	2 078	-1,414	664	1 120	-567	553	835	-234	601	738	-143	595	679	-101	578	637
E	31	15.4	1 533	-1,047	486	640	-420	220	389	-174	215	304	-107	197	255	-75	180	222
F	35	17.4	1 731	-1,183	548	1 440	-475	965	1 281	-196	1 085	1 220	-121	1 091	1 174	-84	1 090	1 144
G	8	4.0	396	-272	124	124	-109	15	15	-45	0	0	0	0	0	0	0	0
H	6	3.0	297	-204	93	376	-82	294	383	-34	349	380	-21	359	374	-19	355	366
5	8	4.0	396	-272	124	124	-109	15	15	-45	0	0	0	0	0	0	0	0
8	22	10.9	1 088	-741	347	347	-297	50	50	-123	0	0	0	0	0	0	0	0
13	5	2.5	247	-170	77	77	-68	9	9	-28	0	0	0	0	0	0	0	0
東	4	2.0	198	-136	62	62	-55	7	7	-23	0	0	0	0	0	0	0	0
南	2	1.0	99	-68	31	31	-27	4	4	-11	0	0	0	0	0	0	0	0
西	5	2.5	247	-170	77	77	-68	9	9	-28	0	0	0	0	0	0	0	0
北	1	0.5	49	-35	14	14	-14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
計	201 (3 142)		9 942			5 869			4 269			3 837			3 626			3 476
$\sum_{j=1}^n Q_{ij} - \sum_{j=1}^n Q_{ij}^{(k)}$			-6 800			-2 727			-1 127			-695			-484			
H~C	5	7.0	247	306	553	417	79	496	454	23	477	465	6	471	468	2	470	469
D	5	7.0	247	306	553	370	79	449	410	23	433	424	6	430	429	2	431	431
E	10	13.9	495	607	1 102	680	156	836	745	46	791	769	13	782	777	3	780	780
F	14	19.4	693	848	1 541	1 438	219	1 657	1 579	64	1 643	1 626	16	1 642	1 641	5	1 646	1 649
G	6	8.3	297	362	659	376	95	471	383	28	411	380	8	388	374	2	376	366
4	6	8.3	297	362	659	659	95	754	754	28	782	782	8	790	790	2	792	792
5	6	8.3	297	362	659	659	95	754	754	28	782	782	8	790	790	2	792	792
南	4	5.6	198	245	443	443	63	506	506	19	525	525	5	530	530	1	531	531
西	10	13.9	495	607	1 102	1 102	156	1 258	1 258	46	1 304	1 304	13	1 317	1 317	3	1 320	1 320
北	6	8.3	297	362	659	659	95	754	754	28	782	782	8	790	790	2	792	792
計	72 (7 930)		3 563			6 803			7 597			7 839			7 906			7 922
$\sum_{j=1}^n Q_{ij} - \sum_{j=1}^n Q_{ij}^{(k)}$			+4 367			+1 127			+333			+91			+24			

註：以上の計算では、山科地区と他の地区（区分番号 1, 2, …, 13）に起終点を有するものについては、他地区の起終点調査資料不足のため山科地区からのみ修正を行った。このためG地区では一部分負の値が生じたが、実際には負の交通量は生じ得ないのでこのところは零とした。

表-24 第1計画案にもとづく交通抵抗計算表

Table 24. Calculation of traffic resistance for the First Plan.

街路区間	距離 l(km)	巾員 (m)	交通量 x (v.p.h.)	走行による 交通抵抗	φ (%)	i _s (時間)	t _{ls} (時間)	t _{ld} (時間)	$\frac{\phi t_{ls} + (1-\phi)t_{ld}}{100}$	交差点に よる交通 抵抗	同 左 修正値
1~2	1.25	7.5	315	86.80	60.2	0.002 25	0.002 09	0.001 12	0.001 71	43.66	43.66
2~5	1.15	9.0	725	30.22	89.8	0.005 25	0.002 09	0.001 12	0.001 99	183.72	275.58
2~22	3.32	9.0	735	896.65	147.3	0.006 69	0.002 09	0.001 12	0.003 08	251.33	251.33
5~4	0.36	11.0	1 560	306.63	177.5	0.012 31	0.002 09	0.001 12	0.003 71	874.69	1 312.04
5~8	0.75	11.0	1 450	551.60	164.9	0.011 03	0.002 09	0.001 12	0.003 45	734.86	1 469.72
5~22	3.19	11.0	1 400	2 188.34	161.9	0.010 64	0.002 09	0.001 12	0.003 38	686.98	1 030.47
7~8	0.39	9.0	1 145	257.75	176.8	0.009 64	0.002 09	0.001 12	0.003 70	534.60	801.90
8~12	2.04	11.0	1 605	1 850.77	174.9	0.010 94	0.002 09	0.001 12	0.003 66	820.16	820.16
8~18	1.72	9.0	840	606.80	154.8	0.007 39	0.002 09	0.001 12	0.003 24	312.52	468.78
18~13	2.64	11.0	1 240	1 420.65	152.8	0.009 69	0.002 09	0.001 12	0.003 19	558.99	279.50
18~24	1.19	11.0	1 200	599.76	150.1	0.009 39	0.002 09	0.001 12	0.003 14	526.26	526.26
24~29	1.79	7.5	460	265.13	46.9	0.006 67	0.002 09	0.001 12	0.001 57	132.66	198.99
24~23	0.54	11.0	1 485	419.30	177.0	0.012 25	0.002 09	0.001 12	0.003 70	829.00	829.00
22~23	0.08	11.0	1 520	64.68	175.1	0.012 06	0.002 09	0.001 12	0.003 66	836.30	836.30
23~27	3.34	11.0	1 690	3 338.79	179.3	0.012 50	0.002 09	0.001 12	0.003 75	961.19	480.60
計				12 883.87 (25 767.74)	() 内の値は 2 方向交通についての値を示す。						9 624.29

註：φ の値が 100% を越えるものは、交通量が大なるため全車両が必ず交差点でとめられ、その一部は 2 信号周期にわたることを意味する。

方面にある任意の地区を結ぶ交通を一括して整理したものである。A—西、A—南……についても同様である。表

—23の最右欄の決定値の計は計画年の地区交通端の総数を示すカッコ内の値と一致するはずであるが、実用上その差を無視しうる程度まで近似すれば決定値としてよいと思う。この計算例ではほとんどすべて第4次修正をもつて誤差が1%以内に収束していることがみられる。もしこの差が大ききときは、さらに第5次あるいは第6次……の修正をくり返せばよい。

本表の計算にあたり山科地区に起点も終点も有しない純粹の通過交通に対しては、次の(5)に述べるように別に考慮した。

(5) 街路網計画案の作成

交通形態が決定されたので、これにもとづいて図—14に示すような幹線街路網の第1および第2計画案を作成した。この計画された二つの街路網に対して、(4)で求めた計画年の起終点交通量の適正配分、すなわち交通形態の配分を行った。この場合任意の起終点を有する交通は原則として最短の街路を經由して起点から終点に走行するという条件のもとに配分を行った。なお通過交通の配分に対しては、計画年のこの

交通は現在の通過交通量の5倍に達するという仮定を設け、現在の通過起終点交通量のおおのこの5倍値を經由街路の最短路線の交通量に加えて配分値を算出した。その結果は、表—24、表—25に示すとおりである。

なお一つの起終点交通が2以上の街路を經由すると予想される所では、これを適当に判断して配分した。表—24、表—25の交通量は1時間交通量で示してあるが、これは(4)で求めた交通形態の昼間8時間交通量の25%を用いた。この1時間交通量は交通抵抗を算出するために、さらに2にて除した値を表に示している。すなわち(4)で求めた交通形態から算出した交通量は、街路の任意区間について2方向交通の和として与えられるので、2方向の交通量を等しいものと仮定して、1/2をとつて1方向交通量と考えたものである。

山科地区での調査によれば、昼間8時間の交通量は24時間交通量のほぼ1/2になつており、街路計画に使用される1時間交通量は24時間交通量の12%を使用することが普通であるから、著者は(4)で求めた将来の昼間8時間交通量の25%を採用したのである。

幅員については、配分されたその街路の交通量に応じて定めるものとするが、道路構造令案では車道幅員を定

図—14 計画街路網図
Fig. 14. Plans of arterial street system.

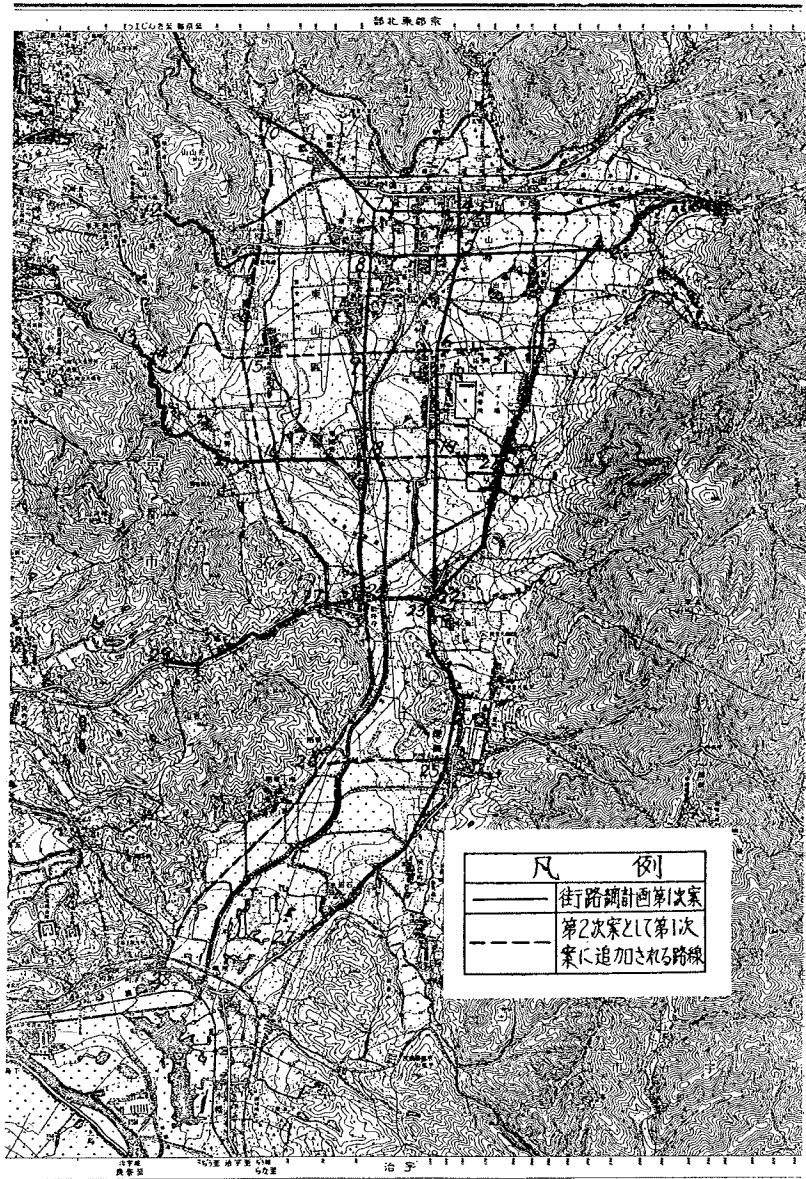


表-25 第2計画案にもとづく交通抵抗計算表
Table 25. Calculation of traffic resistance for the Second Plan.

街路区間	距離 l(km)	巾員 (m)	交通量 x (v.p.h.)	走行による 交通抵抗	ϕ (%)	\bar{t}_s (時間)	t_{ts} (時間)	t_{td} (時間)	$\frac{\phi t_{ts} + (1-\phi)t_{td}}{100}$	交サ点に よる交通 抵抗	同 左 修正値
1~2	1.25	7.5	400	140.00	66.4	0.002 89	0.002 09	0.001 12	0.001 76	65.14	65.14
2~3	1.00	7.5	330	76.23	61.3	0.002 86	0.002 09	0.001 12	0.001 71	52.84	52.84
2~5	1.15	7.5	65	3.40	42.2	0.000 47	0.002 09	0.001 12	0.001 53	45.52	68.28
4~5	0.36	11.0	1 330	228.80	157.6	0.009 62	0.002 09	0.001 12	0.003 29	614.84	922.31
3~6	0.89	7.5	480	143.57	72.2	0.003 69	0.002 09	0.001 12	0.001 82	92.64	138.96
3~21	0.97	9.0	665	214.50	142.2	0.005 88	0.002 09	0.001 12	0.002 97	206.26	206.26
5~8	0.75	9.0	930	324.34	161.3	0.008 56	0.002 09	0.001 12	0.003 37	308.82	617.64
5~6	1.10	11.0	1 400	754.60	151.9	0.009 47	0.002 09	0.001 12	0.003 18	619.70	1 239.40
6~9	0.61	7.5	485	100.45	72.5	0.003 72	0.002 09	0.001 12	0.001 82	94.09	188.18
6~19	0.95	9.0	1 160	639.00	171.2	0.009 31	0.002 09	0.001 12	0.003 58	522.90	1 045.80
7~8	0.39	9.0	560	61.15	77.9	0.009 72	0.002 09	0.001 12	0.001 88	114.62	171.93
8~9	0.84	9.0	800	268.80	151.9	0.007 11	0.002 09	0.001 12	0.003 18	288.00	576.00
8~11	0.94	11.0	1 350	599.50	163.4	0.010 81	0.002 09	0.001 12	0.003 42	671.89	1 343.78
9~15	1.01	7.5	210	31.18	52.7	0.000 18	0.002 09	0.001 12	0.001 63	13.27	26.54
9~18	0.88	9.0	520	118.95	75.0	0.003 78	0.002 09	0.001 12	0.001 84	102.39	204.78
10~11	1.16	7.5	430	150.15	68.5	0.003 06	0.002 09	0.001 12	0.001 79	72.60	108.90
11~12	1.10	11.0	1 280	630.70	154.3	0.009 86	0.002 09	0.001 12	0.003 22	586.25	586.25
11~15	0.90	7.5	425	113.82	68.2	0.002 30	0.002 09	0.001 12	0.001 78	60.70	121.40
13~14	0.24	9.0	900	97.20	159.2	0.007 86	0.002 09	0.001 12	0.003 32	352.42	176.21
14~15	1.13	7.5	330	86.17	61.3	0.002 36	0.002 09	0.001 12	0.001 71	47.07	111.11
14~16	1.51	9.0	875	578.00	157.4	0.007 72	0.002 09	0.001 12	0.003 29	336.96	505.44
15~16	0.90	7.5	430	116.48	68.5	0.003 06	0.002 09	0.001 12	0.001 79	72.84	145.68
16~17	1.40	9.0	1 000	700.00	166.4	0.008 61	0.002 09	0.001 12	0.003 48	423.15	634.73
16~18	0.85	7.5	250	37.18	55.6	0.000 18	0.002 09	0.001 12	0.001 66	16.04	32.08
17~29	1.47	9.0	670	329.95	142.6	0.005 92	0.002 09	0.001 12	0.002 98	208.63	104.31
17~24	0.32	9.0	990	156.80	165.7	0.008 56	0.002 09	0.001 12	0.003 46	416.42	624.63
18~24	1.19	9.0	610	221.40	138.2	0.005 72	0.002 09	0.001 12	0.002 89	183.82	367.64
18~19	0.60	7.5	435	79.45	68.9	0.003 14	0.002 09	0.001 12	0.001 79	74.94	149.88
19~21	0.58	7.5	310	39.01	59.9	0.000 22	0.002 09	0.001 12	0.001 70	20.86	31.29
19~22	1.19	9.0	960	548.50	163.5	0.008 22	0.002 09	0.001 12	0.003 42	391.07	586.61
21~22	1.35	7.5	345	112.49	62.4	0.002 50	0.002 09	0.001 12	0.001 73	23.83	23.83
22~23	0.08	11.0	1 390	54.07	161.0	0.010 53	0.002 09	0.001 12	0.003 36	675.99	675.99
23~24	0.54	9.0	660	117.60	141.8	0.006 00	0.002 09	0.001 12	0.002 96	207.06	310.59
23~25	1.39	11.0	1 550	1 116.88	176.6	0.012 17	0.002 09	0.001 12	0.003 69	860.40	860.40
24~26	1.49	9.0	760	430.30	149.1	0.006 80	0.002 09	0.001 12	0.003 12	263.89	395.84
25~27	1.95	11.0	1 250	1 066.40	163.5	0.010 81	0.002 09	0.001 12	0.003 42	622.40	311.20
25~26	1.02	7.5	405	117.11	66.7	0.002 86	0.002 09	0.001 12	0.001 77	65.58	65.58
26~28	2.18	7.5	460	322.91	70.7	0.003 00	0.002 09	0.001 12	0.001 81	77.37	38.68
計				10 927.04 (21 854.08)	() 内の値は2方向交通についての値を示す。						13 836.11

めているのでこれに従うものとし、交通量に応じて7.5m, 9.0m および11.0m を採用した。

(6) 交通抵抗の計算およびその比較

(5) にて計画された街路網に対して配分された交通量が走行するときの交通抵抗を第1, 第2案についてそれぞれ算出した。その算出方法は §5 に述べたとおりであり、その結果は表-24, 表-25 のようになる。走行による交通抵抗の計算には、いずれの路線も平均走行速度を35 km/h と仮定した。表中の数値はすべてその街路の1方向交通について計算を行い集計してから、走行による交通抵抗はその値を2倍し、また交サ点による交通抵抗は別々に算出して、交サ点の性状を考慮に入れて2方向交通量に対する値とした。交サ点のうち三叉路による交通抵抗は計算の便宜上十字交サ点の1/2 と仮定した。

表-26 交通抵抗比較表 (単位 台キロ/時)
Table 26. Comparison of the traffic resistance.

	走行による 交通抵抗	交サ点による 交通抵抗	総 計
第1案	25 768	9 624	35 392
第2案	21 854	13 836	35 690

表-24 および 表-25 で算出された交通抵抗を比較すると表-26 のごとくなり、走行による交通抵抗は個々の街路についての交通量の多い第1案の方が第2案より大きく、交サ点による交通抵抗は交サ点の数の多い第2案の方が大きい。総計としてはこの場合は第1案の方が第2案より298台キロ/時だけ抵抗が少ない。すなわちそれだけ交通輸送力の損失が少ないわけである。し

かしながらこの結果からは第2案より第1案の街路網の方がすぐれているということではできないが、第2案にとり上げた幹線のうちあまり重要でないもの例えば25-26を省くことにより総交通抵抗をさらに減少せしめることができるから、この両案よりもすぐれた第3案をつくることは容易である。このように種々の街路網の試案を作り、その交通抵抗を比較することによつて、最も適当な街路網を選ぶるばかりでなく、新たな路線を建設した場合の交通の形態の変わり方を知り、かつ全交通抵抗の増減を算出することによつて、その新設路線の効果をも判定することができる。

§7. 結 語

現在の交通量に適合する規模の街路を設計することは比較的容易であるが、将来の交通需要に適合すべき街路網を計画することは、従来きわめて困難な問題とされて来た。

われわれが街路網計画を行う場合には、街路交通の諸要件をみたますような個々の街路をもつて網を形成せしめなければならない。その諸要件の中でも主要なものは、「交通はなるべく直通できることが必要である」という点である。都市における土地利用に著しいかつ急激な変化を生ずるといふことは考えられないから、現在の交通形態について起終点調査を実施しその希望路線図を作成すれば、近い将来にわたり希望路線の形態の著しく変ることはないから、上述の要件をみたますべき街路網の形状を決定することは比較的容易である。しかしながらそれを将来の交通需要に適合せしめるためには、

- 1) 将来交通量を推定すること、
- 2) 推定された将来交通量を都市内部の土地利用にもとづいて配分すること、

の2段階を経て、個々の路線の必要とする交通容量を算出して、その交通容量に適合した規模の街路を設計しなければならぬ。

将来交通量の推定は、道路交通の場合に比べて街路交通では都市内部の土地利用と密接な関連をもっているのので、起終点調査による資料の科学的な解析によらなければならない。筆者が標本調査の理論をこの起終点調査に適用すべきことを提唱したのは、そのような起終点調査には経費、労力および時間を多く要するので、できるだけ少ない経費、労力および時間で必要な精度をもつて推定を行いうるようになるためである。著者は街路交通を理解するための起終点調査に適用すべき標本調査法としては、集落抽出法が最も適当していることを述べるとともに、京都市が実施した全数調査による起終点調査の機会に集落抽出を行つて全数調査の結果と比較することによつて、著者の提唱する集落抽出法が推定値を求めるのに十分な精度をもつことを実証した。

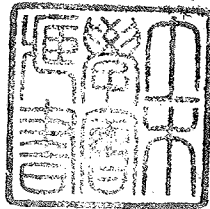
将来交通量を推定することができても、それが総交通量として知られるのみでは計画の基礎とすることができないので、それらを土地利用に応じて都市内部の各地区に適当に配分する必要がある。著者はその配分法について一つの解法を提示したが、街路網全体としてはその総交通抵抗の最小のものが最も合理的であり最も望ましい網であるという考え方をとり、試算法によつて最適街路網を選び出すと同時に、個々の路線の推定交通量を決定しうることを述べた。

将来の交通形態および街路網の形状を上述のごとく土地利用にもとづいて確定しうるから、将来の交通需要に適合した街路網計画が可能となる。この場合その都市が好ましい土地利用形態を維持し発展させるのに矛盾しないように注意を払いながら、また現在の交通需要に適合した希望路線図をも考慮に入れつつ、できる限りすぐれた街路網になるように計画すべきである。街路は都市における最重要の施設であり、したがつて街路網計画は最重要の計画事項であるけれども、そのために他の都市施設を犠牲にして街路網の合理化にのみ努力することは角をためて牛を殺すの類である。正しい街路網計画は街路交通の円滑化と他の諸施設との調和をはかることでなければならない。著者はこのような見地から、都市計画の基本計画としての街路網計画を科学的に行いうる方法を提示するとともに、計算例をも示して一般に適用の可能なことを明らかにすることができたので、今後の都市計画に貢献しうるものと確信している。

参 考 文 献

- 1) 齋藤金一郎・浅井 晃：標本調査の設計，培風館 昭 26。
- 2) M.E. Feuchtinger : Verkehrsprognose durch Verkehrsanalyse, Br. u. Strasse, Juni 1953, S. 125-127.
- 3) M. Jenni : Verkehrs-Prognose, Str. u. Verkehr, Nr.10 1954, S. 349-352.
- 4) Torsten R. Åström : Traffic Forecast and Calculation of Receipts for Motor Road Connecting Sweden and Denmark, Trans. Royal Inst. Technology, Stockholm, Sweden Nr. 92, 1955.
- 5) C.J. Hooper : The Need for Further Research on Traffic Assignment, H.R.B. Bulletin, 61, 1952, pp. 66-70.
- 6) L. Braff : Application of Metropolitan Origin-Destination Surveys to Transit Planning, Proc. H. R.B., 1947, pp. 334-339.
- 7) L. Braff : The Engineer's Role in Metropolitan Traffic Planning, Proc. A.S.C.E., May 1953, Separate No. 191.
- 8) R.R. Carril : Traffic Forecast Based on Anticipated Land Use and Current Travel Habits, Proc. H.R.B., 1952, pp. 386-410.
- 9) A.T. Row : An Approach to O-D Data Analysis, Traffic Quarterly, Jan. 1955, pp. 105-122.

- 10) 渡部与四郎：都市人口想定論，新都市，昭 30.5，pp. 2—5.
- 11) H.M. Lewis：Planning the Modern City, Vol. 1, Chap. 9, 1949.
- 12) 吉岡昭雄：交通量の推定と街路幅員の算出方法に関する一試案，新都市，昭 29.8，pp. 7-15.
- 13) T.J. Fratar：Forecasting the Distribution of Inter-zonal Vehicular Trips by Successive Approximations, Proc. H.R.B., 1954, pp. 105-122.
- 14) 八木田功：1つの技法として交通抵抗理論の都市計画への応用について，第1回日本道路会議論文集，昭 28，pp. 383-386.
- 15) 米谷栄二：時間損失率による混合交通容量の算定，第3回日本道路会議論文集（昭-31.6，発行予定），1956.
- 16) B.D. Greenshields and others：Traffic Performance at Urban Street Intersections, Yale Univ., 1947, p. 11.
- 17) 都市混合交通対策研究委員会：都心部交サ点における交通容量について，道路，昭 30.4，pp. 186-190.
- 18) Traffic Engineering Handbook, 1950, p. 52.



昭和 31 年 5 月 20 日印刷

昭和 31 年 5 月 25 日発行

土木学会論文集 第 34 号

印刷者 大沼正吉 印刷所 株式会社 技報堂 東京都港区赤坂溜池 5 番地
印刷兼発行者 中川一美 発行所 社団法人 土木学会 東京都千代田区大手町 2 丁目 4 番地

定価 150 円 (〒10円)

振替東京 16828 番

電話 (20) 3945・4078 番
