

都市規模に応じた道路整備必要量の推計モデル

A MODEL FOR ESTIMATING LANE-KILOMETERS OF ROAD NETWORK
RELATED TO SIZE AND CHARACTERISTICS OF URBAN AREAS

神崎 紘郎・山中 義之**

By Hiroo KANZAKI and Yoshiyuki YAMANAKA

The paper describes a model for estimating lane-kilometers of road network required for various kinds of activities in urban areas. The model was developed based on the analyses of the relationships among the size and characteristics of urban areas, the traffic demand and the quantity of road network by utilizing statistical data such as road traffic census data. The model takes into account a service level of road and we are able to estimate required lane-kilometers of road network for a certain service level of road.

1. まえがき

道路は交通機能のほか、空間機能、市街地形成機能等、多面的でかつ人間の社会活動にとって基本的で必要欠くべからざる機能を備えており、その必要性については議論をまたないところであるが、その必要量についてはまだ十分な解明がなされていない。本稿では、都市内の道路整備必要量を求めるため、道路交通センサス等の統計データを用い、人口密度等の都市指標と交通需要量、道路量の相互関係を把握し、これらの関係を用いて都市内道路の整備必要量を推計するモデルを作成したので報告する。

2. 道路整備必要量推計モデルの検討方法

道路の交通機能に着目した場合、都市内道路のサービス水準は交通需要量と道路量の関係で決まり、また、都市内交通需要量は都市の量的質的性格で決まると考えられる。本モデルは都市指標、交通需要量、道路量の間の基本的な関係を把握することにより、ある一定の道路交通サービス水準を満足するために必要な道路整備量を推計することのできるものである。

モデル作成のための検討フローは図-1に示すとおりである。まず自動車交通分担率が全国平均に近い地方を選び、その地方に存する都市の中から分析対象都市を抽出した。都市の抽出にあたっては、交通需要発生メカニズムが都市の規模に強く影響を受けることから、都市の人口規模別に代表的な都市を抽出した。次に、抽出されたこれらの都市について、都市指標と交通需要量の関係、交通需要量と道路量

* 正会員 建設省 土木研究所 道路部
道路交通総括研究官
(〒305 つくば市大字旭1番地)

** 正会員 工修 建設省 土木研究所 道路部
新交通研究室 主任研究員

の間の基本的な関係を把握した。さらに、交通需要量に関する指標と道路交通のサービス水準を表わす指標の間との関係を把握し、これらの関係をもとに必要道路量の推計モデルを作成した。

なお、今回のモデル作成にあたっては、さまざまな規模の都市を含み、かつ旅客運輸の自動車交通分担率が全国平均に近い中部地方（本稿では岐阜、静岡、愛知、三重の四県をいう。以下同じ。）について、都市規模別に表－１に示す１０都市（本稿で都市とは行政区分でいう「市」をいう。以下同じ。）を抽出して検討を行った。

３．都市指標、交通需要量、道路量の相互関係

（１）都市指標と交通需要量の関係

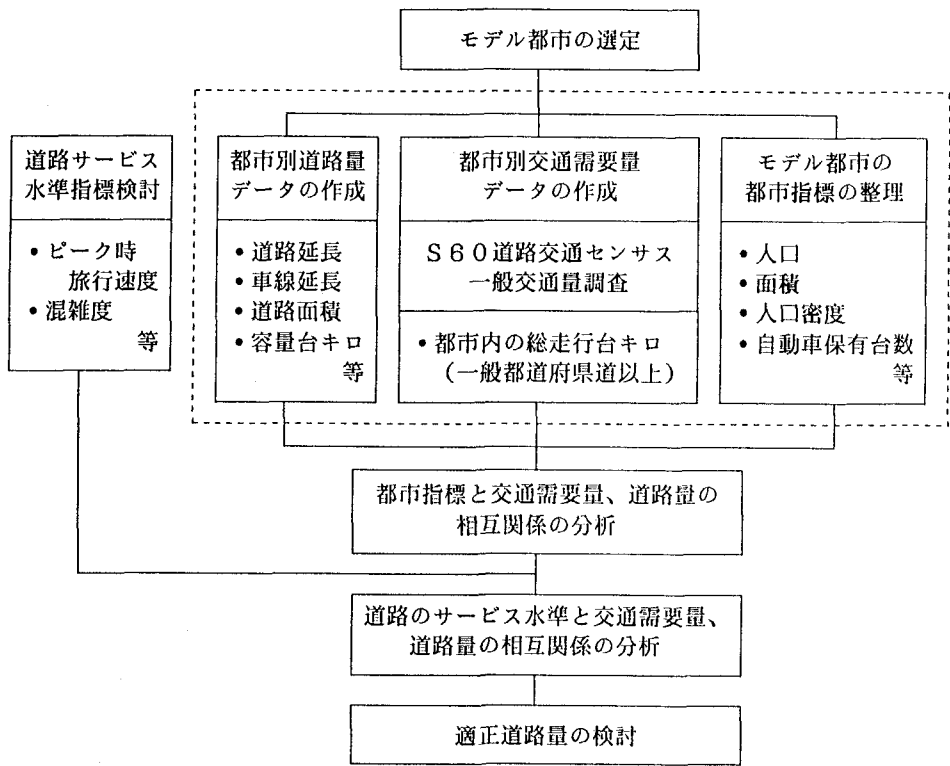
都市指標と交通需要の関係把握するため、中部地方の全都市について、都市の規模、性格等を表す指標及び道路交通需要の特性を表す指標のうち代表

的なものをいくつか取り上げ、指標相互間の相関関係を調べた。その結果、各指標間で表－２に示すような相関関係が得られた。

表－１ 抽出都市

人口規模	都市名	夜間人口	昼間人口
100 万人以上	名古屋市	2,116,381 人	2,438,795 人
50～100万人	浜松市	514,118	540,543
20～ 50万人	豊橋市	322,142	325,610
	富士市	214,448	222,494
10～ 20万人	津 市	150,690	174,178
	大垣市	145,910	153,863
5～ 10万人	蒲郡市	85,580	82,136
	高山市	65,033	69,920
5 万人未満	瑞浪市	40,078	38,727
	尾鷲市	29,741	30,520

注）人口は昭和60年度国勢調査による。



図－１ モデル検討フロー

表－２ 都市指標と交通需要量指標の相関関係（単相関係数）

	発生集中交通量／人口	自動車保有台数／人口	走行台キロ／人口	走行台キロ／面積	発生集中交通量／面積	平均トリップ回数
昼間人口	-0.05	-0.24	-0.34	0.26	0.30	0.18
夜間人口密度	-0.45	-0.62	-0.48	0.87	0.99	0.39
D I D人口	-0.24	-0.24	-0.39	0.35	0.23	0.17
D I D面積	-0.11	-0.13	-0.33	0.20	0.11	0.06
面積	0.25	0.11	0.17	-0.42	-0.30	0.02
鉄道乗車人員率	-0.38	-0.56	-0.36	0.52	0.60	0.23
3次産業人口率	-0.33	-0.64	-0.32	0.30	0.40	0.56
工業出荷額	0.19	0.13	-0.06	-0.00	-0.03	-0.14
商品販売額	-0.19	-0.53	-0.37	0.56	0.83	0.36

注）データの年次は昭和60年度である。

都市指標と交通需要指標の組合せのうち、人口密度と面積当り発生集中交通量の間（相関係数=0.99）、人口密度と面積当り走行台キロの間（同0.87）に高い相関があった。すなわち、都市の交通需要量は、発生集中交通量、走行台キロのいずれの指標で表現しても人口を説明変数として表現することができることがわかった。

これら2つの交通需要量指標のうち、発生集中交通量は、通過交通を含む都市内道路利用交通の総量を直接表現することができず、ある一定の地域内における交通需要量と道路量とのマクロな関係を議論しようとする際には必ずしも適切な指標とはいえない。そこで、都市指標と交通需要の関係を表現するにあたっては、交通需要量の指標として都市全体の交通の流動量を表す走行台キロを用いることとした。

抽出した10都市を対象に、面積当り走行台キロと人口密度との関係をプロットすると図－2のようになり、直線回帰式は次のようになった（相関係数=0.986）。

$$R' = 6.96 P' \quad (1)$$

R' ：面積当り走行台キロ(台km/日/km²)

P' ：夜間人口密度(人/km²)

あるいは、

$$R = 6.96 P \quad (1)'$$

R ：走行台キロ(台km/日)

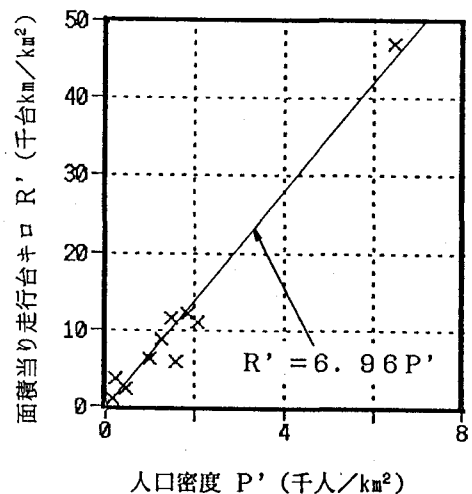
P ：夜間人口(人)

なお、ここで用いた走行台キロは、道路交通センサスで観測された断面交通量（一般県道以上）と当該区間の延長をもとに次式で算出したものである。

$$\text{走行台キロ} = \sum (\text{交通量} \times \text{区間延長}) \quad (2)$$

(2) 道路量と交通需要量の関係

道路量と交通需要量の間の関係を把握するため、道路密度（面積当り道路延長）、道路率（面積当り道路面積）等の道路量指標と、面積当り走行台キロ、



図－２ 人口密度と面積当り走行台キロの関係

面積当り発生集中交通量等の交通需要量指標をとりあげ、指標相互間の相関関係を調べた。その結果、どのような指標の組合せについても強い相関関係がみられたが、表-3に示すように道路面積に関するものについて交通需要量との相関関係が特に強かった。

表-3 道路量指標と交通需要量指標の相関関係（単相関係数）

	道路密度 (県道以上)	道路率 (県道以上)
面積当り走行台キロ	0.73	0.96
面積当り発生集中交通量	0.52	0.87
人口密度	0.55	0.75

注) 道路密度=道路延長÷都市面積 (km/km²)
道路率=道路面積÷都市面積 (km²/km²)

モデル作成のために抽出した10都市について、面積当り走行台キロと道路率の関係、面積当り走行台キロと道路密度の関係を、それぞれ図-3、図-4に示す。

ところで、道路面積は道路延長と幅員（交通容量に対応する）の積の総和であり、道路の整備水準を表す指標としてしばしば用いられるが、都市内道路の整備水準指標としての道路面積は、空間機能や防災機能にも着目した評価を行う場合に用いられることが多いように思われる。すなわち、道路面積は道路の交通機能に着目した道路整備水準の目標を表す指標としては必ずしも使いやすく理解しやすい指標とはいえない。そこで、モデルの作成にあたっては、道路整備目標値としてわかりやすく、かつ道路面積

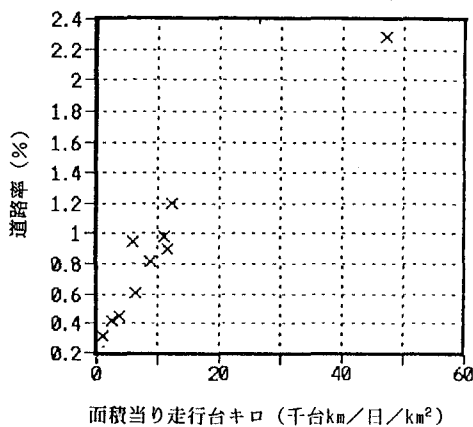


図-3 面積当り走行台キロと道路率の関係

に代替する道路量指標として、車線キロ（Σ（道路延長×車線数））を用いることとした。車線キロを道路量指標として採用することにより、具体的な道路整備の方法として車線数の増加（現道拡幅等）と道路延長の増加（新線整備等）のどちらを考えた場合にも、整備目標値との対比がとりやすくなるほか、道路延長と車線数という、最も基本的なデータのみで道路の量的な整備水準に関する分析が行えるという利点がある。

都市指標と交通需要の関係を表現する際に交通需要量指標として用いた走行台キロと、道路量指標として選んだ車線キロとの関係は、式(3)（恒等式）のように表わされる。

$$R \equiv L \times Q \quad (3)$$

R：走行台キロ（台km/日）

L：車線キロ（車線・km）

Q：車線当り交通量（台/車線/日）

この式のなかで、車線当り交通量Qは都市内における平均的な路線、区間の交通需要量とみることができ、走行台キロ（交通需要量）Rが一定の場合、車線キロ（道路量）Lが増加（道路整備）すれば減少する量である。逆に、ある一定の道路交通のサービス水準を達成するのに必要な車線当り交通量Qの値（上限値）を見いだすことが可能であれば、都市全体の交通需要量（走行台キロ）Rを処理するために必要な道路量（車線キロ）Lが求められることになる。

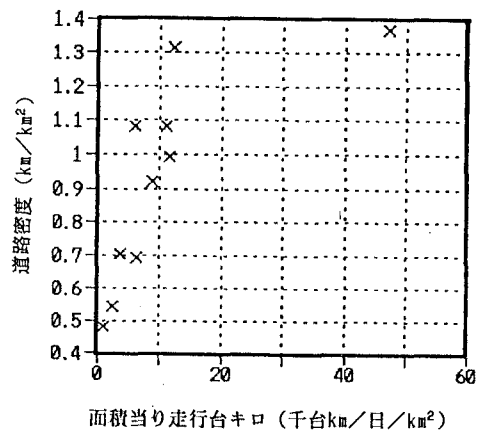


図-4 面積当り走行台キロと道路密度の関係

4. 道路整備必要量推計モデル

(1) モデルの基本的構成

モデルは、図-5に示すように、まず都市の人口から走行台キロを推計し、次にその走行台キロをある一定の道路交通サービス水準を保ちながら処理し得る道路量を推計するかたちのものとした。

都市指標（人口）と交通需要量指標（走行台キロ）の関係についてはすでに式(1)' が得られており、また交通需要指標と道路量（車線キロ）の間には、都市内の交通流動指標としての車線当り交通量をパラメータとした恒等式(3)の関係がある。したがって、道路交通のサービス水準指標を設定し、その指標と車線当り交通量との間の関係を見出すことによって、サービス水準に対応した道路の必要量を推計するモデルが構築できることになる。

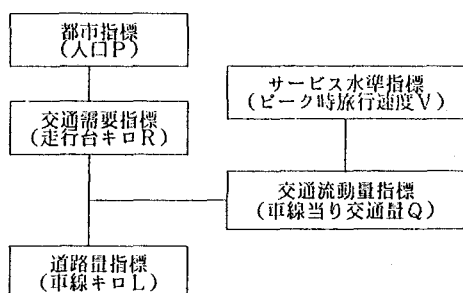


図-5 必要道路量推計モデルの構成

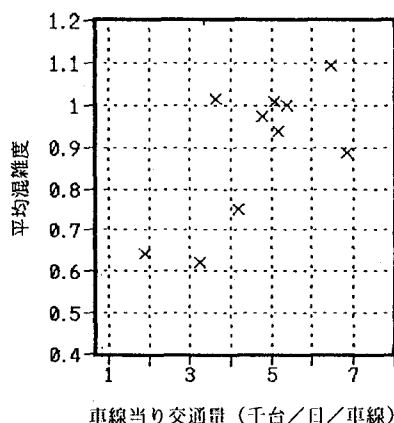


図-6 車線当り交通量と平均混雑度の関係

(2) 交通流動量とサービス水準の関係

道路交通のサービス水準指標としては、従来より混雑度、旅行速度等が広く用いられてきた。しかし混雑度については、都市内の道路区間の平均混雑度と道路量あるいは交通需要量との間に良好な相関関係が見られないこと、混雑度という指標が道路利用者にとって必ずしも実感しやすい指標といえないこと等から、今回のモデル作成にあたって都市の平均混雑度を道路交通のサービス水準指標として用いることは適切ではないと判断した。分析対象とした10都市について、平均混雑度と車線当り交通量の関係を示すと、図-6のようになる。

一方、旅行速度は計算方法に左右されない実測データが利用できるという利点があるほか、道路交通、特に交通機能のサービス水準を直接的に表現する指標であるということができる。そこで、モデルのなかに用いるサービス水準指標として、道路交通センサスで実測しているピーク時旅行速度を用いることとした。分析対象とした10都市についてピーク時旅行速度と車線当り交通量の関係を調べたところ、図-7のように良好な線形関係がみられ、式(4)を得た（相関係数=-0.812）。

$$V = -0.003Q + 47.7 \quad (4)$$

V：ピーク時旅行速度（km/h）

Q：車線あたり交通量（台/日/車線）

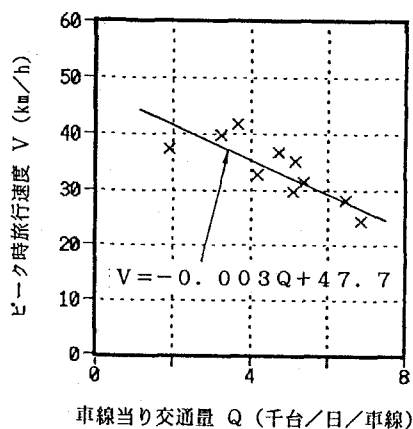


図-7 車線当り交通量とピーク時旅行速度の関係

(3) 道路整備必要量推計モデル

図-8は、モデルの構成要素と構成要素間の関係式をひとつにまとめたものであり、今回作成した道路整備必要量推計モデルの全体構成である。サービス水準としてのピーク時旅行速度Vを与えれば車線当り交通量Qが得られ、これと人口規模に対応した走行台キロRから、設定したサービス水準に対応した必要道路量が推計できる。

5. 道路整備必要量の試算

上記で作成したモデルを用い、道路整備必要量の試算を行った。試算にあたっては、目標とするサービス水準として絶対的な値を設定することが難しいため、各都市において現況のサービス水準に対して相対的な水準の向上量を設定し、サービス水準の向上に対応した道路の整備必要量を推計することとし

た。図-9に目標サービス水準の考え方のイメージを、図-10に道路の整備必要量の算定方法を示した。

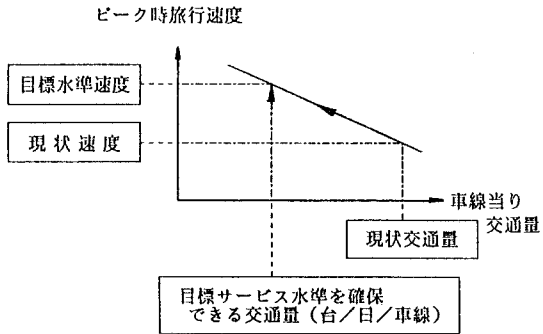


図-9 目標水準のイメージ

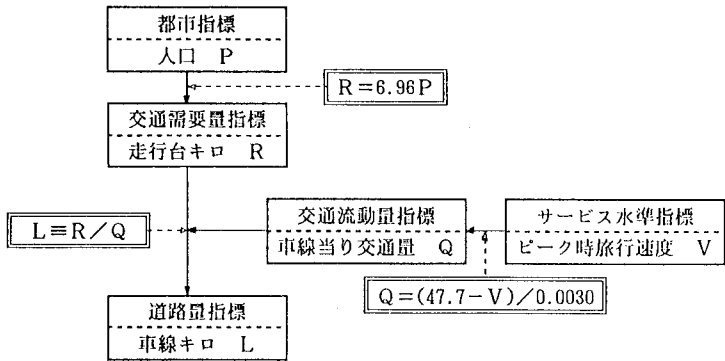


図-8 必要道路量推計モデル

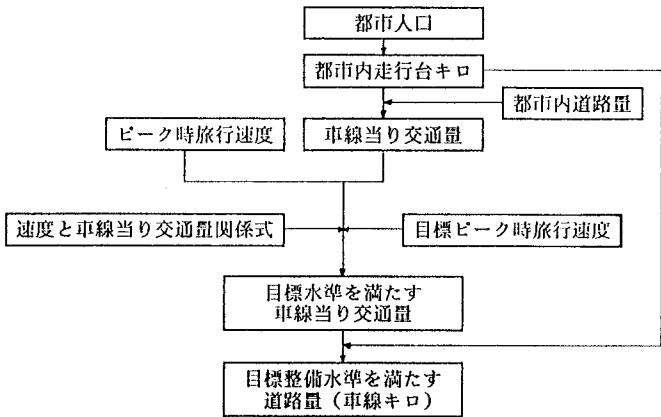


図-10 道路の整備必要量算定方法

表－４、表－５は分析対象とした１０都市のうちの１都市（Ａ市と呼ぶ）について、走行台キロを一定としてピーク時旅行速度を現況よりそれぞれ５km/h、１０km/h向上させようとした場合の道路整備必要量を試算したものである。また表－６は、車線当り交通量がＡ市と同レベルで走行台キロが３分の１程度の別の都市（Ｂ市）について、ピーク時旅行速度を５km/h向上させようとした場合の試算結果である。

計算方法は以下のとおりである。まず、式（４）の傾きを用い、旅行速度を向上させるのに必要な車線当り交通量の減少幅を計算する。次に、この減少幅を現況値から差し引いて車線当り交通量の目標値を求め、式（３）を用いて道路量（車線キロ）の目標値を求める。道路の整備必要量はこの目標値と現況値の差である。

表－４から、Ａ市においてピーク時旅行速度を５km/h向上させようとした場合の新たな道路整備必要

量は、現況の道路量５３３車線キロに対し２５４車線キロであり、道路量を現況の４８％も増加させなければならないことになる。同様に表－５から、Ａ市においてピーク時旅行速度を１０km/h向上させようとした場合の新たな道路整備必要量は９６９車線キロと試算され、現況の道路量を３倍近くにまで増加させなければならない。Ｂ市（５km/h）については、新たな道路整備必要量は６７車線キロと推計され、絶対的な量としては少ないが、現況道路量に対する比率は４０％とやはり大きい。

これらの結果は、都市内のピーク時旅行速度の大幅な向上を道路の量的な整備のみによって達成しようとするのが極めて困難であるということを示しており、都市内の道路交通のサービス水準の向上のためには、道路の量的な整備（延伸、拡幅）だけでなく、道路の運用等の面からの対策も必要であることを示唆している。

表－４ 道路整備必要量の推計計算例（Ａ市、５km/h）

ピーク時旅行速度		車線当り交通量		走行台キロ	道路量の推計結果		
現況値	目標値	現況値	目標値	現況＝目標	現況量	目標量	整備量
(km/h)	(km/h)	(台/日/車線)	(台/日/車線)	(千台km/日)	(車線km)	(車線km)	(車線km)
27.7	32.7	5,166	3,500	2,753.2	533	787	254

表－５ 道路整備必要量の推計計算例（Ａ市、１０km/h）

ピーク時旅行速度		車線当り交通量		走行台キロ	道路量の推計結果		
現況値	目標値	現況値	目標値	現況＝目標	現況量	目標量	整備量
(km/h)	(km/h)	(台/日/車線)	(台/日/車線)	(千台km/日)	(車線km)	(車線km)	(車線km)
27.7	37.7	5,166	1,833	2,753.2	533	1,502	969

表－６ 道路整備必要量の推計計算例（Ｂ市、５km/h）

ピーク時旅行速度		車線当り交通量		走行台キロ	道路量の推計結果		
現況値	目標値	現況値	目標値	現況＝目標	現況量	目標量	整備量
(km/h)	(km/h)	(台/日/車線)	(台/日/車線)	(千台km/日)	(車線km)	(車線km)	(車線km)
31.5	36.5	5,837	4,170	974.8	167	234	67

本モデルを用いてピーク時旅行速度の向上に対応した道路整備必要量を推計する場合、道路整備必要量の推計値は、旅行速度の向上幅や走行台キロの変化だけでなく、旅行速度や車線当り交通量の現況値によっても影響を受ける。このようすを模式的に図示したものが図-11である。

式(3)に示したとおり、車線当り交通量と車線キロの間の関係は、走行台キロをパラメーターとする双曲線で表される。また、式(4)は、車線当り交通量とピーク時旅行速度の間の直線関係を表している。いま、ある一定の旅行速度向上幅を考えると、図-11に示すとおり、走行台キロが大きいほど、また、現況の旅行速度が高いほど道路整備必要量は大きくなる。

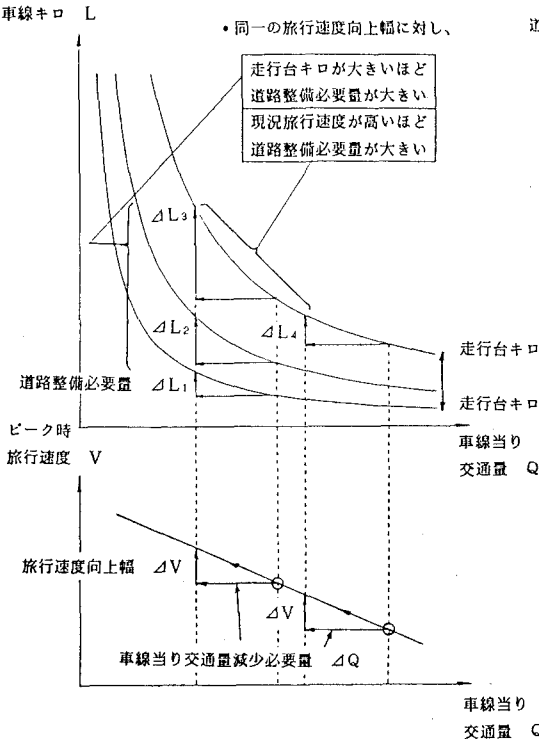


図-11 ピーク時旅行速度、車線当り交通量及び道路整備必要量の相互関係

このことを、旅行速度向上幅と道路整備必要量の関係に変換して模式的に示したものが図-12である。図-12の曲線は、以下のように導かれる。なお、記号の意味は前出のとおりである。

式(3)から、 $L = R / Q$

式(4)から、 $Q = (47.7 - V) / 0.03$

よって、 $L = 0.03R / (47.7 - V)$
 $V^* = 47.7 - V$ 、 $C = 0.03R$ とおき、
LをVの関数として、 $L(V)$ と表すと

$$L(V) = C / V^* \quad (5)$$

$\Delta L = L(V + \Delta V) - L(V)$ とすると、

$$\Delta L = C \left(\frac{1}{V^* - \Delta V} - \frac{1}{V^*} \right) \quad (6)$$

図-12に示した旅行速度向上幅と道路整備必要量の間の関係は、例えば、縦軸を道路整備必要費用に置き換えることにより旅行速度向上のために必要な費用を表す図となり、旅行速度向上による便益の曲線と重ね合わせることによって、費用便益比較の観点からみた旅行速度向上の限界点を知ることができる等、有効に利用することができる。

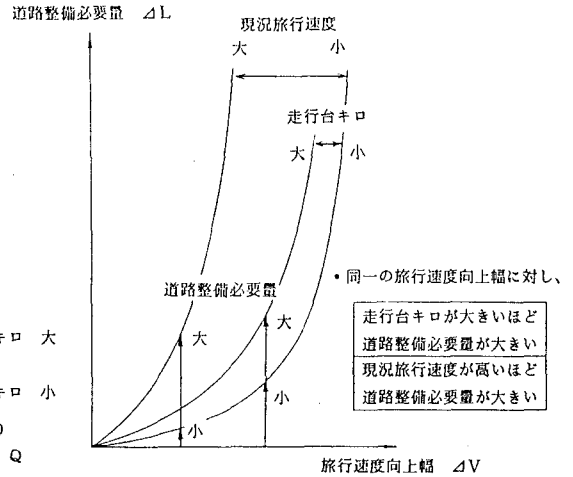


図-12 旅行速度向上幅と道路整備必要量の関係

6. まとめ

都市指標、交通需要量、道路量の相互関係を都市単位レベルで分析することにより、都市の規模、与えられたサービス水準に応じた道路の整備必要量をマクロに推計するモデルを構築した。また、このモデルを実際に用いて若干の試算を行った。

今回の検討では都市指標、交通需要量、道路量の関係を、交通機能に重点をおいたサービス水準を考慮して把握したが、今後は道路のサービス水準の考え方、適正なサービス水準のあり方、交通機能以外の道路の機能を考慮にいたった必要道路量の推計の考え方等について、さらに研究を行うことが望まれる。