

住居地域における道路網構成とその評価に関する研究

京都大学工学部

京都大学工学部

神戸商船大学輸送科学科

正員 ○山中 英生

正員 天野 光三

正員 小谷 通泰

1 はじめに

本研究は、住居地域の道路網構成計画を取り上げ、代替案の作成とその効果や制・評価を試みたものである。住居地域においては、歩行者の安全性・快適性の確保と、居住環境の安全・快適性確保のための通車交通の抑制。さらに地域内に発生・集中する自動車交通の円滑な処理などの点を考慮して道路網の構成を考える必要がある。このためには、道路網を段階的に構成し、道路の機能分担とそれに応じた道路構造の網構成を行なうことが重要とされている。なかでも、住居内道路のうち、自動車の集散道路である補助幹線道路を適正に配置し、生活道路としての区画道路との区分を明確にすることが、住居内道路の骨格を構成するという意味でも基本と考えられる。

以下、本稿では、実際の住居地域における区画整理による道路網再構成計画をケーススタディとして、補助幹線道路の整備水準と配置の指針について検討した例について述べる。具体的には、補助幹線道路の延長と配置方針を要した多くの代替案を作成し、交通量の予測をもとに地域内自動車利用者の利便性、歩行者の安全性、通車交通量の抑制といった観点から計画指標を算定し、比較検討によって整備の指針を見いだそうとする方法をとっている。多数の代替案に対する計算処理にあたっては、筆者らの開発した「交通網計画交換システム(CAPSTRAN)」を用いており、作業の効率化が進められている。

2 対象地域の概要と計画代替案の作成

本研究で対象とした地域は、都市内周辺市街地に属する面積3.7km²、人口約4万人の住居系地域である。図-1は現況の道路網を示したものであるが、急激な市街化に道路整備が伴わず、地域内の道路は大部分が6m未満であり、一部には4m未満の道路しかない地区も存在している。また地域内を東西に貫通する幹線道路は狭幅員の上に交通量が多く、地域内の6m未満の道路にまで通車交通が進入している。このため、計画されている幹線道路の整備にあわせ、地域内道路の再構成を検討することにした。

本研究では、特に補助幹線道路の配置について検討するため、以下の手順で代替案を作成した。

(1) 基本道路網の作成

図-2に示すように、計画幹線道路に加えて地域内道路を仮想的に設定し、基本道路網を作成した。代替案の作成は、この道路網を基本として、道路種別・幅員の変更のみによるものとし、道路の追加・削除は考えない。

(2) 代替案の作成基準

基本道路網の地域内道路から適当な路線と補助幹線道路とし、残りを区画道路とすることによって代替案を作成する。その際、次の2点を考慮することにした。①道路長さ—幹線と補助幹線の面積あたり延長 ②配置パターン—補助幹線を配置していく方法。道路長さは整備投資量に比例すると思われる。一般的には住居地域では3~4km/km²が望ましいといわれている。ここでは3、4、5、6km/km²の4水準を考える。

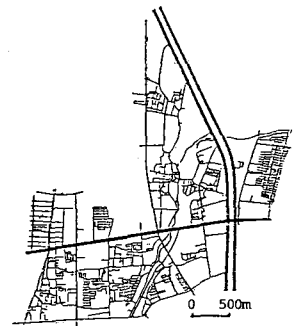


図-1 現況道路網

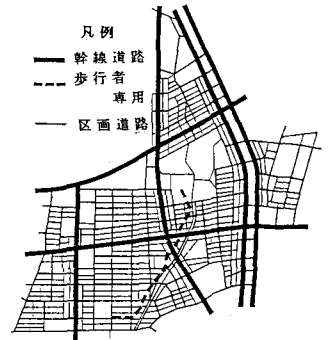


図-2 基本道路網

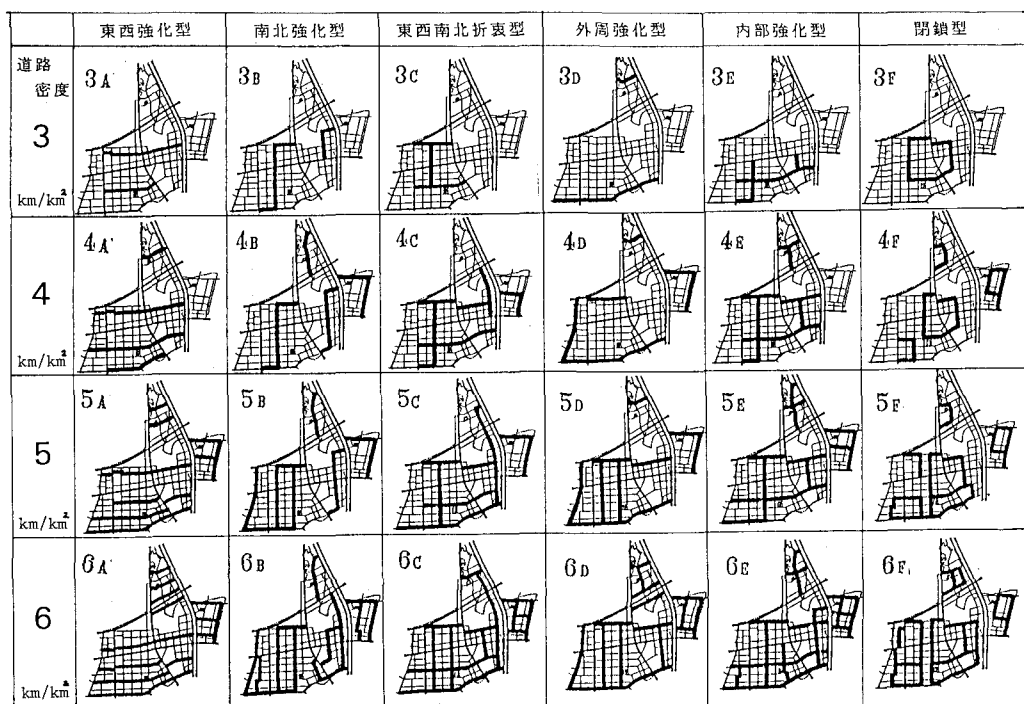


図-3 道路網代替案図

凡例 — 補助幹線道路

配置パターンは表-1に示す6種を設けた。

(2) 代替案の作成 上記の作成基準をもとに、図-3に示す24案の代替案を作成した。実際の作成は、4km/km²の代替案から始めて、それぞれの配置方針に従って補助幹線道路を追加・削除する方法によっている。なお補助幹線道路は幅員を12m、両側歩道の対面通行とし、区画道路は6m車断面の対面通行と設定している。

表-1 配置パターンの作成方針

配置パターン	方針
東西強化型	東西方向の補助幹線が80%以上
南北強化型	南北方向の補助幹線が70%以上
東西南北折衷型	東西・南北の延長割合が40～60%
外周強化型	地域の外周部分の補助幹線を優先
内部強化型	地域内部から幹線への流出道路を優先
閉鎖型	ループ型に地域内部に配置

3 シミュレーションによる交通量の予測方法

代替案を評価するにあたって、交通量の予測を行う。推計の対象とする交通主体は、①地域内に発生・集中する自動車 ②地域内に発生する歩行者 ③幹線道路を通過する自動車の3者である。こうした小地域の交通量予測は、基礎となるデータが少なく、以下に示す手法もいくつかの仮定を含んでいる。したがって、ここでいう交通量の予測は、代替案の相対的優位性を評価するための交通量ウェイトの作成にすぎないことに留意すべきである。

(1) 地域内発生・集中自動車交通量の推計

地域内に発生・集中する自動車交通量は、次の4段階で推計する。①将来人口指標の予測 — 対象地域の将来土地利用構想、人口予測の資料を用いて、250mメッシュ単位の常住・従業の将来人口を設定する。②発生集中交通量の算定 — 表-2に示すように、通勤・業務目的別、流出入別の発生原単位(55年P.T調査の値とそのまゝ用いた)を用いて、人口指標より発生・集中交通量を算定する。③O.D交通量の設定 — 交通情勢調査O.D表(55

表-2 地区内に発生・集中する交通量の推計方法

主体	目的	流出入内別	人口指標	発生・集中指標	O.D	
					発	着
自動車	通勤	流出	常住人口	通勤流出内原単位×分担率	メッシュ	流出ノード
	通勤	流入	従業員人口	通勤流入内原単位×分担率	流入ノード	メッシュ
業務	通勤	流出	従業員人口	業務流出内原単位×分担率	メッシュ	流出ノード
	通勤	流入	従業員人口	業務流入内原単位×分担率	流入ノード	メッシュ
歩行者	通勤	流出	常住人口	通勤流出内原単位×分担率	メッシュ	最寄りバス停
	通勤	流入	常住人口	通勤流入内原単位×分担率	メッシュ	最寄りバス停
小・中学校	通勤	流出	常住人口	年齢別構成比(6～11歳)	メッシュ	校区内小学校
	通勤	流入	常住人口	年齢別構成比(12～14歳)	メッシュ	校区内中学校
高校	通勤	流出	常住人口	年齢別構成比(15～17歳)	メッシュ	最寄りバス停
	通勤	流入	常住人口	年齢別構成比(18～24歳)	メッシュ	最寄りバス停
自由	通勤	流出	常住人口	自由流出内原単位×分担率	メッシュ	購買店内商店
	通勤	流入	常住人口	自由流入内原単位×分担率	メッシュ	購買店内商店

年)を用いて、地域を中心とした方角別の交通量の割合を算定し、これを地域の流入入点ごとの流入比率に配合して、各メッシュと流入入点間の分布交通量を設定する。図-4は、250mメッシュの発生交通量と方角別流入入比率を示したものである。④経路配分—最短経路配分により区間交通量を推計する。この際、自動車は幅員の広い道、上位種別の道へと経路を選択するように、リンクの走行速度を種別・幅員を考慮して設定する。図-5は、代替案4Cの全目的の交通量推計結果を表示した例である。

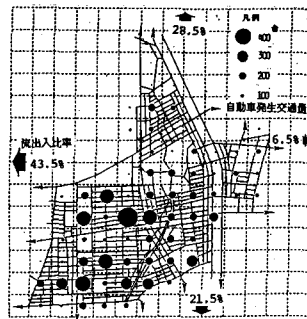


図-4 自動車発生交通量と流出入比率

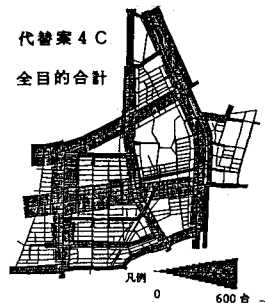


図-5 地区内自動車交通量の推計例

(2) 地域内発生歩行者交通量の推計 歩行者の発生交通量は(1)と同様、表-2に示すように人口指標と発生原単位より算定する。目的地の設定は、図-6に示す集中施設の分布をもとに、最近バス停・駅、校区内の学校、購買圏内の商店を用いて、さらに最短経路配分により区間交通量とする。図-7は、全目的合計の歩行者交通量を表示したものである。買い物トリップの発生量が多いため、商店への道筋に歩行者が集中している。なお、補助幹線道路の設置によって歩行経路の変化はないと仮定したため、各代替案とも歩行者交通量はバス停の一部移動による微小な変化を除いて、ほぼ一定と考えてよい。

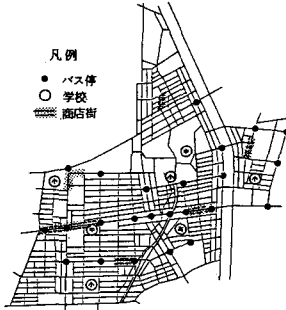


図-6 歩行者集中施設の分布

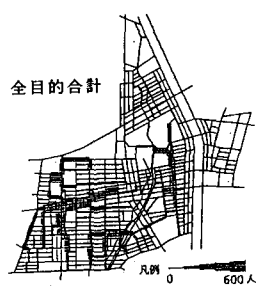


図-7 歩行者交通量の推計例

表-3 OD交通量の推計方法

$$OD_{ij} = O_i \cdot D_j \cdot A_i \cdot B_j \cdot R_{ij}$$

O_i, D_j : 発生・集中交通量

A_i, B_j : 周辺分布式を満たすための係数

R_{ij} : 交通抵抗値の逆数

($i-j$ 間の経路を設定し、直進1に対し右左折0.3、引き返し0として設定)

(3) 通過交通量の推計 通過交通を「幹線道路と走行している自動車、幹線の渋滞などによって地域内に進入する交通」と仮定し、図-8に示す幹線道路の地域流入入点からの交通量を地域内道路を含めた道路網に対し、容量制限付配分することにより求める。対象とする道路は計画案であるため、幹線道路の断面交通量予測結果の資料のみを用いて、次の手順を算定する。①通過のQ表の作成—幹線道路の流入入点における断面交通量を発生・集中交通量と見なし、表-3に示すモデル式によりOD交通量を作成する。このモデル式は重力モデルタイプであり、この中の交通抵抗値は表中に示すように折れ曲りのみを考慮して設定したものである。②リンクの走行時間関数の設定—道路リンクの交通量と走行速度の関係を図-9に示すQV曲線として設定し、各道路種別ごとに上限速度、交通容量の値を図中の表のごとく設定する。③配分計算—容量制限付配分として、最短経路配分の分割法を用いる。分割数は10、等分割を採用し、OD表の1/10を最短経路に配合し、リンク所要時間を修正するというステップを10目繰り返す。この配分方法は分割の回数によって解が一意的でないという問題点があるが、OD表の推計精度から考えても簡便

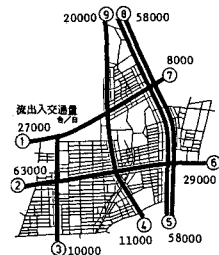


図-8 通過交通量の流入入点

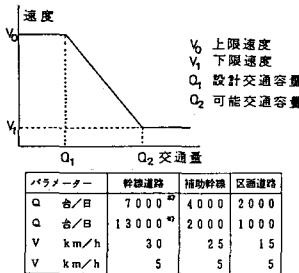


図-9 QV曲線

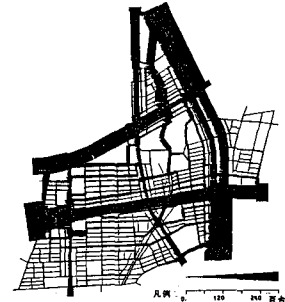


図-10 通過交通量の推計例

方法で十分と思われる。図-9は代替案4Cの予測結果を示しているが、地域中央の東西幹線の交通が地域内に多く進入している様子が見られる。

4 代替案の評価方法

地域内自動車利用者、歩行者、居住者について、表-3に示す評価指標を算定した。

(1) 地域内自動車利用者の利便・快適性指標

地域内に発生・集中する自動車利用者の利便性を表わす指標として総走行時間を用いる。また快適性の指標として、交差点での左右折回数の積算を用いることにより、流入・流出経路の複雑さを示すことにする。

(2) 歩行者の安全性指標 歩行者の安全性を示

す指標としては交錯度を用いる。交錯度とは交差点における歩行者交通量と自動車交通量の積であり、両者の動線が交わる回数に類した値となる。交錯度が高いほど、歩行者事故の可能性が高いと考えられるわけであるが、交差点の形状や交差する道路の種類によつて安全性には差があると考えられる。そこで、信号の設置が考えられる補助幹線道路同士の交差点を除き、補助幹線道路と区画道路の交差点、および区画道路同士の交差点について、両者を分けて算定する。なお、指標は一交差点あたりの平均値で算定している。

(3) 居住者の安全・快適性指標

居住者の安全・快適性を示す指標として、通過交通の地域内総走行台キロを用いる。地域に関係のない交通が地域内に進入すれば、居住環境の悪化を招きやすく、地域に関係のない車は幹線道路が分担すべきであると考えられるわけであるが、補助幹線道路のように、多少の通過交通が進入しても、歩道などの安全施設のため、居住者の安全性とそこは関係ない場合も考えられる。そのため、二の指標も、補助幹線上の総走行台キロと、区画道路のそれに分けて算定する。

5 代替案の評価結果

評価指標の算定結果を用いて、各評価主体から、代替案を比較検討するとともに、各指標の重要性の順位を考慮した場合の最適案を検討した例について述べる。

(1) 地域内自動車利用者に関する評価結果

図-11と図-12は、それぞれ総走行時間と総左右折回数を縦軸に、横軸に配置パターンとして道路密度ごとにプロットしたものである。これらの図からは次のような考察結果が得られている。① 総走行時間は道路密度が4km/km²から5km/km²の間で大幅な改善が見られ、6km/km²にしてもさほど変化がない。② 道路密度3km/km²で、総走行時間が最小となるのは、外周強化型の日案であり、4km/km²も同様、5km/km²となると外周道路に加え、東西方向に貫通する補助幹線がある

A, C, 日案が良好となっている。これは、当地域が都心から東方に位置し、東西方向の交通量が多く、しかも幹線系道路が東西に少ないことによるものと考えられる。③ 総左右折回数は、道路密度に関係なくB, Dパターンで小さくなっている。これらの案では共通して、地域内部の補助幹線が南北主体となっており、東西方向に流入する車が、幹線⇔南北補助幹線とアクセスできるため、幹線⇔南北幹線⇔東西補助幹線のアクセス

表-3 評価指標の算定方法

評価主体	評価項目	評価指標	算定式	備考
自動車	利便性	総走行時間	$\sum_i T_i \cdot V_i$	T_i : O D ペア i 間の走行時間 V_i : O D ペア i 間の交通量
	快適性	総左右折回数	$\sum_i F_i \cdot V_i$	F_i : O D ペア i 間の左右折回数
歩行者	安全性	交差点での交錯度	$\frac{1}{N} \sum_k Q_k \cdot P_k$	Q_k : 交差点 k の自動車交通量 P_k : 交差点 k の歩行者交通量 N : 交差点数
居住者	安全・快適性	通過交通の地区内総走行台キロ	$\sum_k R_k \cdot P_k$	R_k : リンク k の通過交通量 P_k : リンク k の長さ

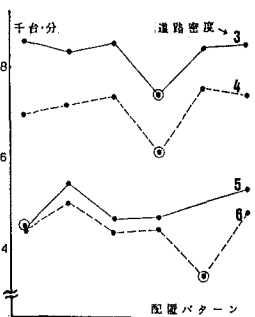


図-1-1 総走行時間の算定結果

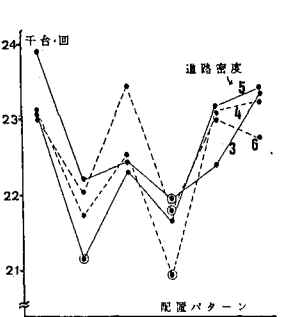


図-1-2 総左右折回数の算定結果

となりやすい他案に比べ屈折数が少なくなる。

② 歩行者に関する評価結果

図-13は 補助幹線道路と区画道路の交差点の交錯度(補助幹線上の交錯度と呼ぶ)と 区画道路同士の交差点交錯度(区画道路上の交錯度)を直交軸にとり、各代替案の算定結果をプロットしたものである。図中には 24案の平均値と点線を示し、両指標でトレードオフの関係となる最適案を包絡線で結んでいる。この2種類の交錯度は10倍程度の差があり、各道路密度では、他方が良ければ他方が悪くなるという傾向が見られる。これは、補助幹線道路を歩行者交通量の多い区間に設置するかしないかに両指標が関係しているためである。しかし、道路密度が高くなるにつれて、両指標とも低下する傾向があり、とくに補助幹線上の交錯度に関しては、道路密度が5、6 km/km²となるとパターン間の差が少なく、全体的に低い値となる。これは、補助幹線道路が長くなると自動車交通が分散するため、とくに幹線道路のネットワークが均質に形成される道路密度5 km/km²以上の代替案にその効果があがられてくると考えられる。

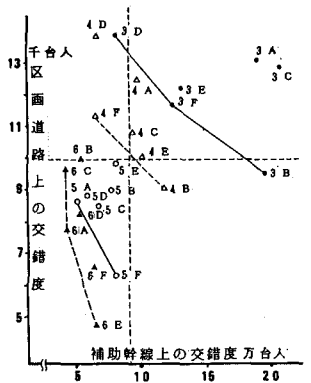


図-1-13 交錯度の算定結果

③ 居住者に関する評価結果

図-14は、補助幹線道路の通過交通走行台キロと区画道路のそれを直交軸として代替案をプロットしたものである。図-13と同様、トレードオフの関係にある代替案を包絡線で示している。これによると、補助幹線の通過交通が増せば区画道路の通過が減少するという関係が見られるが、道路密度が高くなるにつれて区画道路の通過交通が減少し、一方補助幹線での交通が増加は生じない。たとえば、各密度における区画道路上の値が最小の案は、3A、4E、5C、6Eであるが、これらはこの順に低くなりながらも補助幹線上の値は24案中の中位程度で一定である。このことから、補助幹線道路の整備は、安全施設の無い区画道路への通過交通の進入を防ぐ効果があると考えてよいと思われる。しかしながら、この結果をみるかぎり、区画道路への通過交通を減少させるには、多くの補助幹線への流入はむしろ許した方がよいことになっており、幹線道路の交通量がここで設定したように交通容量に近づく場合には、交通規制その他の通過抑制策が必要と考えられる。

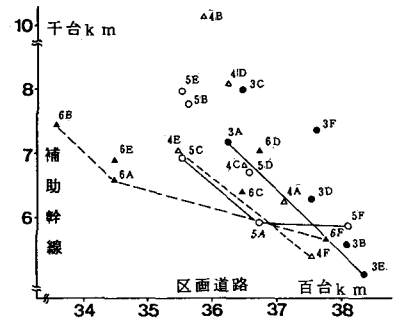


図-1-14 通過交通の地区内走行台キロ

④ 代替案の総合的評価の例

上に示した6つの評価指標の算定結果を総合的に判断して、最適代替案はどのようなものかを考える手助けとして、Permutation手法の適用を試みた。Permutation手法は、各代替案の評価指標値が他の代替案に比べ、悪い・良い・同じという情報のみを用いて、代替案の序列関係を示す順序を発生させ、どの序列関係が最も指標値の関係を良く表わしているかによって、最適な序列を選ぶというものである。その際、指標間のウェイトは、総和が1となる値で与えられるが、さらに指標の重要度についても順序のみを考えた場合に、11つのウェイトの組み合わせについて最適序列を検討することによって、最適案の抽出が考えられる。ここでは、まず上記の6つの指標について、表-4に示すような3種類の順序づけを設定した。これらはそれぞれ、歩行者・安全性優先、通過交通の抑制を重視、自動車の利便性優先という考えを根拠とし、指標を並べたものとなっている。表-4 a), b) はそれぞれの指標の順序づけに対して、4 km/km², 5 km/km² の6案を適用して算定した結果を示している。表中の記号は、それぞれの重要度

表-3 評価指標の重要度順位の設定

ウェイトパターン	指標の重要度順位					
	1	2	3	4	5	6
W1 歩行者優先	区画交	通過区	補助交	通過補	走行時	右左折
W2 通過交通抑制	通過区	通過補	区画交	走行時	補助交	右左折
W3 自動車優先	走行時	右左折	通過補	区画交	通過区	補助交

凡例

走行時：総走行時間
右左折：総右左折回数
区画交：区画道路上の交錯度
補助交：補助幹線上の交錯度
通過区：区画道路の通過交通総走行台キロ
通過補：補助幹線の通過交通総走行台キロ

順位付け(ウェイトパターン)に対して、最速案とする可能性のある代替案を示しているが、 t_1 から t_6 となるにつれて重要度の低い指標を考慮していった場合となっている。理論的には、この表に示す以外の代替案が最速となる場合も存在するが、ここではこの表より、概観的に最速案を検討してみる。

表-4 Permutation手法の適用結果

(道路密度4 km/kmの場合)

	t_1	t_2	t_3	t_4	t_5	t_6
W1	B	BC	F	F	F	C
W2	C	F	F	C	F	C
W3	D	D	D	DB	BC	C

(道路密度5 km/kmの場合)

	t_1	t_2	t_3	t_4	t_5	t_6
W1	F	ABCF	A	ABCF	A	BC
W2	A	ABCF	F	ACF	A	BC
W3	A	ABCF	B	F	BC	BC

① 4 km/km の自動車優先型W3では t_4 まで案が含まれており、順位の高い4つの指標を考えた場合に案が最速となる。これは極端に自動車優先と考えれば案がよいということを示している。同様に、通達の抑制を重視すればC、またはF、歩行者優先でB案、F案となる。全ての指標を同等に考えた時(t_6)にはC案が最速となる。② 5 km/km の場合には、歩行者優先型、通達交通抑制型でA、F案といった案が並び、平均的な案としてB、C案が考えられる。しかし、この場合には、A、F、C、Bの案が種々のウェイトで最速となる可能性があり、代替案間に大きな差異がないとも考えられる。

以上の結果は算定例であり、どの程度の指標値の差があれば良い・悪いと見なすかという設定により、結果が変化する。実際に最速案の決定に使用するには注意が必要となる。したがって、むしろ代替案の概観的な特性と把握する手段として考えた方がよいと思われる。

6 おわりに

本研究では、住居地域における道路網段階構成の考えをもとに、実際の地域を対象として、代替案の作成とその評価結果の考察を示すとともに、道路網を評価するための手法を提案した。以下では、対象地域での補助幹線道路の整備指針について、評価結果からのまとめを述べるとともに、本研究の問題点と今後の課題をいくつか上げておく。まず整備指針のまとめとしては次の点が上げられる。

(1) 補助幹線道路の整備による、自動車利用者の利便性向上、歩行者の安全性向上、および通達交通の抑制効果から見た居住環境の向上効果について、定量的な検討ができた。この結果、対象地域の補助幹線道路の整備水準としては、 5 km/km 程度とすることが効果が高いと考えられる。

(2) 補助幹線の配置方針については、自動車や歩行者・居住者の優先度をどのように考えるかによって異なってくるが、例えば、自動車の利便性を高めるためには、地域の外周道路、東西に貫通する道路が重要とわかった。次に問題点と今後の課題について、次の点を指摘しておく。

(1) 住居地域内の交通量予測方法に関しては、多くの問題点が残されており、交通量の予測可能な地域で精度を検討することが必要である。今回のように将来の予測を扱うものは検証が困難であるが、少なくとも推計時の仮定による評価指標の感度を分析しておく必要がある。

(2) 住居地域でのあるべき道路形態を考える上で、今回の評価指標だけでは不十分な点もあり、評価指標の充実に望ましい。とくに歩行者や居住者の安全性、快適性といった側面では、実際の交通事故発生や住民意識、道路状況や交通状況によってどのように関係するののかについて詳しい分析が必要である。

(3) 今回は取り上げなかったが、コミュニティ道路、ハンプ設置など、住居地域の交通抑制策としての新しい手法の導入効果についても検討していきたい。

なお本研究の遂行に際しては、住居都市整備公団、住生活局、大阪市役所、塩見武則氏(ともに京都大学)の協力を得、データ収集等に大阪市都市整備局のお世話になった。ここに謝意を表する次第である。

参考文献) ①(住居都市整備公団、交通計画の分野における環境配慮システムについて、第1回国土計画学会 環境分科

②飯田 茂樹、清水：道路網内交通のモデル化に基づく交通量の推計方法、第1回国土計画学会 環境分科、1976

③ Pealínck J.R.P.: Quantitative Multiple-Criteria Analysis, Environmental protection and Multi-regional Development Papers of the Regional Science Association, vol 36 pp 61-74 1976