

都市内道路網の整備水準評価に関する調査・研究——浜松市を例として——

建設省建築研究所 浅野 光行

司 桐越 信

假計量計画研究所 ○竹内 佑一

司 高梨 敬子

1. はじめに

都市地域への人口集中と自動車交通の増大は、今後の都市基盤整備としての道路の整備をますます必要としている。昭和56年3月末現在、計画決定済みの都市計画道路延長は55.94kmであるが、そのうち約36%が改良されているに過ぎない(昭和56年都市計画年報)。今後の道路整備のあり方に関する課題はなだめづ数多く存在するが、その中で都市内道路の整備水準のあり方は一つの重要な課題である。

道路の整備水準にかかわる最も基本的かつ重要な課題の一つは、将来の道路の整備水準がいかにあるべきかについての基準の設定であろう。その場合、基準としての整備水準をどのように表示するかも問題である。従来このような問題について必ずしも明確に基準は定められていない。例えば都市の道路率(道路面積/地域面積)が20%である場合、それが都市基盤として、あるいは都市交通に対してどのように多様な機能を果たしているか。また道路率が20%とは15%の場合の都市と比べてどのように異なるものであろうか。更に、道路が面的な都市交通需要に対し「網」として機能することを考える場合、道路率が同じ20%の道路網であってもネットワークの整備のされかたによってはパフォーマンスは異なるものとなるといった問題があげられよう。

このような背景のもとに、本調査研究は都市内道路が多様な機能を果たすべきことを前提に、道路率や道路密度(道路延長/地域面積)を中心に都市内道路の整備水準と土地利用、市街地形成との関連、および交通需要との関連について実証的に検討し、整備水準値の持つ意味をさぐることを目的とするものである。

2. 調査内容と方法

都市内道路は多様な機能を持つとされるがここでは従来の研究で提案されているものをもとに、次のように整理した。

- ① 都市交通施設機能 ② 都市環境保全機能 ③ 都市防災機能
- ④ 市街地形成機能 ⑤ 都市施設のための空間機能 ⑥ その他の機能

本調査研究は、都市内道路整備水準がこれら諸機能のうち市街地形成機能および都市交通施設機能などのような関連にあるかを検討すべく、都市内道路の段階構成を考慮しつつ具体的な都市(静岡県浜松市)を対象に次のような検討を行った。

(1) 道路ストックの調査

巾員2.5m以上の全ての道路を巾員別、管理者別等の属性別に計測し、浜松都市堅リサーチトリップ調査(昭和52年度実施)の小ゾーン単位に集計し、道路の量およびその分布を把握する。

(2) 道路網と土地利用特性の関連性の把握

(1)で把握された道路網と人口、土地利用および建物容積率との関係をゾーン単位で検討し、道路整備水準と市街地形成機能との関連性を考察する。

(3) 道路整備水準と交通需要の関連性の把握

現況および都市計画道路網をもとに通常の交通量配分で用いられる程度の道路網を複数作成し、自動車交通需要を配分することにより整備水準と交通処理機能との関連を考察する。

* 本研究は建設省建築研究所実施の都市交通調査審判における道路網の構成および整備プログラム部形成に関する調査(5.54~5.56)の調査結果を示すものである。

3. 道路ストックの調査

道路網の整備水準およびその評価方法を実証的に検討する基礎として、本調査研究では地方中核都市圏に属する静岡県浜松市を対象として道路網に関するデータの収集と整理を行った。

(1) 管理者別道路の現況

対象地域の道路総延長は1,461kmであり、道路密度は 7.3 km/km^2 である。そのうち国道は63.5km(4.3%)、都道府県道は142.9km(9.8%)あり、道路密度はそれぞれ 0.3 km/km^2 、 0.7 km/km^2 となっており、全国の平均値より若干高い(表-1)。

(2) 中費別道路の現況

対象道路1,461kmのうち、1車線あるいは細街路とみなされる道路が全体の67.5%をしめ、非常に多い。道路密度は全体で 7.3 km/km^2 であるが、大型車のすれ違いが可能とされる5.5m以上の中費の道路では 2.4 km/km^2 となる。また道路率は全体で4.3%であるが、5.5m以上中費の道路では2.4%にすぎない(表-2)。

この道路網をゾーン別に都心からの距離との関係で見ると、道路密度、道路率とも都心において高く、都心からの距離に従って低下するパターンを示している(図-1、図-2)。道路密度の分布を中費別に見ると、5.5m未満の細街路については都心からの距離に従って低くなる傾向にあるが5.5m以上の道路は都心部を除きほぼ一定の密度にある(図-3)。

(3) 都市計画道路の現況

都市計画道路の延長は276kmで、道路密度は 1.4 km/km^2 である。市街化区域内に限ると 2.7 km/km^2 であり、全国の平均値 2.5 km/km^2 より高い。また中費16m以上の道路のほとんどが整備済都市計画道路であることが特徴的である。

都市計画道路の分布は図-4に示す通りで、全体として都心からの距離にともない密度は低下するが区画整理地区では高い値を示す。

(4) バスルートの現況

バスルートの平均密度は 1.4 km/km^2 、バス停留所密度は 2.9 箇所/km^2 であり、いずれも道路密度と同様に都心からの距離による減衰分布のパターンを示している。

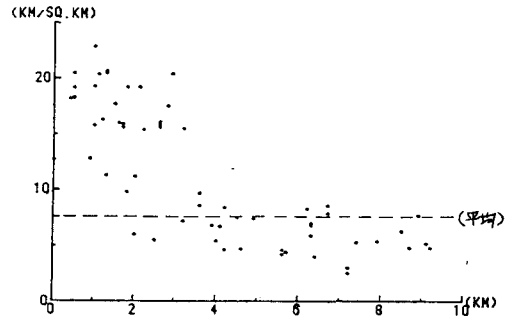


図-1 道路密度の地域分布(都心からの距離)

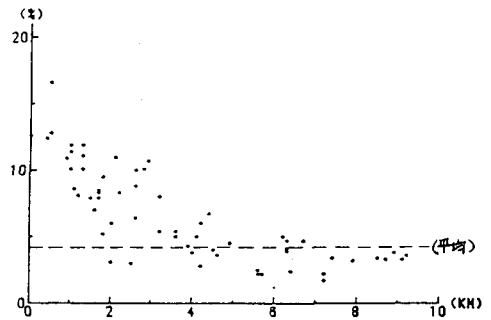


図-2 道路率の地域分布(都心からの距離)

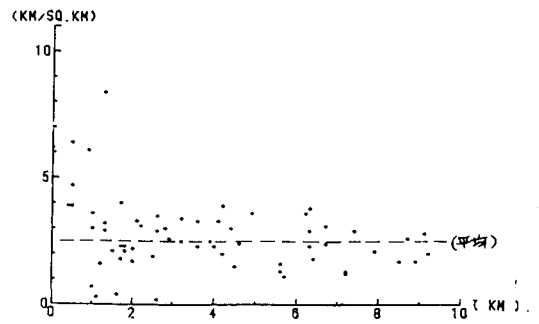


図-3 中費5.5m以上道路の密度分布

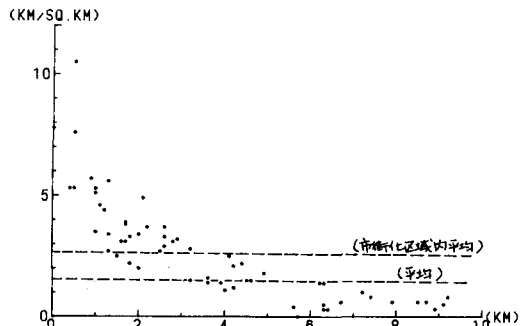


図-4 都市計画道路の密度分布

表-1 道路種別の構成

	国 道		県 道		市町村道等		合 計	
	対象地域	全 国	対象地域	全 国	対象地域	全 国	対象地域	全 国
道路延長 (km)	63.5	17,848	142.9	53,072	1,255.0	526,574	1,461.4	597,494
構成比 (%)	4.3	3.0	9.8	8.9	85.9	88.1	100.0	100.0
道路密度 (km/km ²)	0.3	0.2	0.7	0.6	6.3	6.0	7.3	6.8

表-2 道路網の中量構成

	2.5~5.5 ^m	5.5~11.0 ^m	11.0~16.0 ^m	16.0 ^m ~	合 計
道路延長 (km)	985.6 (67.5)	378.9 (25.9)	26.3 (1.8)	70.6 (4.8)	1,614.4 (100.0)
道路面積 (km ²)	3.94 (45.3)	3.13 (36.0)	0.36 (4.1)	1.27 (14.6)	8.70 (100.0)
道路密度 (km/km ²)	4.9	1.9	0.1	0.4	7.3
道路率 (%)	1.9	1.6	0.2	0.6	4.3

4. 道路整備水準と市街化形成および交通需要との関連性の検討

都市内道路の整備水準が道路の持つ諸機能のうち市街地形成機能および都市交通施設機能とどのような関係にあるかを明らかにすべく、対象地域の道路網について道路網の密度と人口、土地利用および建物容積率等の関係をゾーン単位に検討し、自動車交通需要を配分することにより網密度を交通処理の面から検討を行い、そして地点間の連結性を分析することにより網の性能を検討した。

都市内道路網の長期的整備水準のあり方について、最近道路種別、用途地域別に道路密度、道路率、および配置パターンの3つの点から提案がなされたが、ここでは都市内道路の整備水準に対して土地利用の強度、混雑度等の視点を導入し、検討を行う。

4-1. 道路整備水準と土地利用特性

ゾーン単位に集計されたデータから土地利用関連の指標として17個を選び、道路密度、道路率との相関分析を行った。表-3に道路関連の指標と17個の土地利用指標との相関係数を示す。

道路密度、道路率のいずれの指標とも相関係数が0.7以上の値となる土地利用関連指標は、容積率、専用住宅容積率、住宅系施設容積率、宅地比率および夜間人口密度である。

すなわち、道路のストック量はほぼ住宅系施設の密度、人口密度等に比例して分布していると考えられる(図-5、図-6)。また市街化の程度を示す宅地比率との関係からこの傾向を読みとれる(図-7)。人口の分布や建物容積率の分布は都心から周辺部に向かって指数的に値が低減するのでこのような関係が生ずることは容易に想像することができよう。

一六、文教厚生施設容積率、商業施設容積率、宿泊施設容積率

※ 都市問題研究会「明日の都市と道路整備」(財)都市計画協会 昭和56年12月

表-3. 道路と土地利用特性指標の相関

	道路密度	道路率
容 積 率	0.7416	0.8610
専用住宅容積率	0.8326	0.7853
併用住宅容積率	0.6285	0.8011
文教厚生施設容積率	0.5900	0.5870
商業施設容積率	0.2708	0.4728
宿泊施設容積率	0.2983	0.5418
業務施設容積率	0.4631	0.7149
娯楽施設容積率	0.3992	0.6389
工場倉庫施設容積率	0.6533	0.4734
住宅系施設容積率 ^{*1}	0.8162	0.8670
産業系施設容積率 ^{*2}	0.5430	0.7053
住宅用地面積構成比	0.7115	0.5708
商業用地面積構成比	0.3993	0.6631
工業用地面積構成比	0.4464	0.4317
宅 地 比 率	0.8542	0.8683
夜間人口密度	0.8683	0.8290
昼間人口密度	0.6388	0.7661

*1. 専用住宅、共同住宅、集合住宅、住宅系施設等の合計

*2. 文教厚生施設、商業施設、宿泊施設、業務施設、娯楽施設、工場倉庫施設等の合計

率、商業用地面積構成比、工業用地面積構成比等は、いずれの道路指標とも相関が低い。これらの指標はいずれも産業系の土地利用指標であるが、産業系の土地利用は全域に分布せず特定ゾーンに集中しているため相関が低くなるものと思われる。

併用住宅容積率、業務施設容積率および産業施設容積率は、道路密度とはそれほど高い相関係数は持たないが、道路率とは0.7以上であり、これらの施設が広々とした道路の比重が高いゾーンに多いことを示している。昼間人口密度との関係も同様である(図-8)。

このように道路密度、道路率はそれぞれ土地利用特性によって異なった関連性を示し、全体的には人口、住宅の分布、市街化の度合いによって規定され、道路密度は住宅系土地利用、道路率が産業系土地利用を反映する度合いが強い。また、バス道路密度も夜間人口分布と強い関連性を持っており、土地利用特性、土地利用の強度を考慮した道路網の整備が考えられるべきことを示していると言えよう。

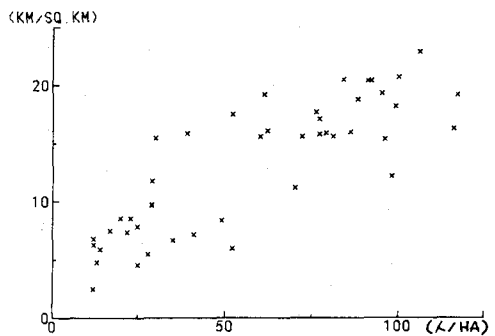


図-5 道路密度と夜間人口密度

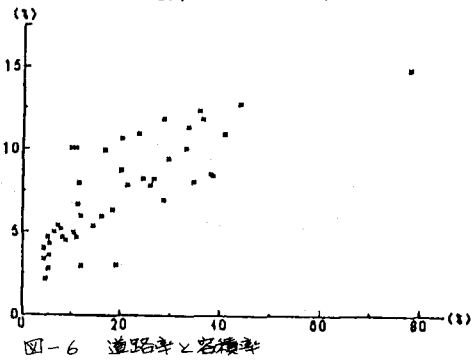


図-6 道路率と容積率

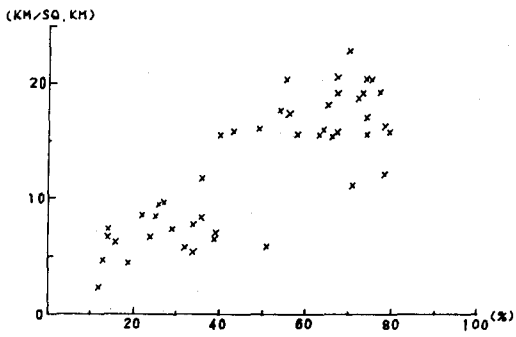


図-7 道路密度と宅地比率

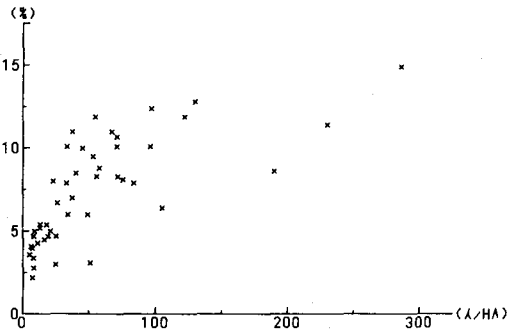


図-8 道路率と夜間人口密度

表-4. 対象ネットワークの整備水準

4-2. 交通需要と道路整備水準の関連性の検討

現況道路網および都市計画道路網をもとにして、通常の交通量配分において準備される程度の道路網を3種類(現況ネットワーク、都市計画道路半完成ネットワーク、都市計画道路完成ネットワーク)作成し、自動車交通量を配分することにより、道路網の整備水準と交通処理機能との関連性を検討する。

検討用に作成したネットワークパターンは図-9、

* 浜松都市圏パーソントリップ調査結果に基づく自動車のD表を使用。

	都市計画道路 完成ネットワーク	都市計画道路 半完成ネットワーク	現況 ネットワーク
道路延長 (km)	341.3	341.3	309.0
車線延長 (車線km)	1244.8	965.2	1072.8
容量台キロ (台km)	8179	5805	4482
道路密度 (km/km ²)	1.6	1.6	1.45
車線密度 (車線km/km ²)	5.8	4.5	5.0
容量計画密度 (台km/km ²)	38348	27218	21013

図-10に示すものである。現況から将来にかけてのネットワークパターンの変化は、都市計画道路ネットワークが現況のそれに比してより格子状に、より均質化され、また環状方向のルートが整備されていくことである。都市計画道路半完成ネットワークは、都市計画道路完成ネットワークとパターンおよび道路延長は同じであるが容量の水準が低いネットワークである。各ネットワークの整備水準は、都市計画道路完成ネットワークおよび



図-9. 配分対象ネットワーク(現況)

比同半完成ネットワークの道路密度が 1.60 km/km^2 、現況ネットワークのそれが 1.45 km/km^2 であり、容量密度は都市計画道路完成ネットワークが $38,348 \text{ 台/km}^2$ 、同半完成ネットワークが $27,218 \text{ 台/km}^2$ 、そして現況ネットワークが $21,013 \text{ 台/km}^2$ である。

配分対象ネットワークをゾーン別に見ると、道路密度、容量密度とも都心部において高く、都心からの距離に従い低下している。また、現況から将来に向けての変化は、都市計画道路完成ネットワークが都心において特に密度が高く、また都市計画道路半完成ネットワークは現況ネットワークと都市計画道路完成ネットワークとの中間的な性格であり、網の密度は全体に均質化されている(図-11～図-13)。

これらの3種類のネットワークに現況の交通量を配分してみると、3つを通じて混雑度は0.5以下であり、都市計画道路完成ネットワーク、同半完成ネットワークそして現況ネットワークの順に混雑度は高くなり、都市計画道路完成ネットワークは現況ネットワークの半分の混雑度である。

混雑度の分布は都心から周辺に向かって各ネットワークとも低減するが、都市計画道路ネットワーク

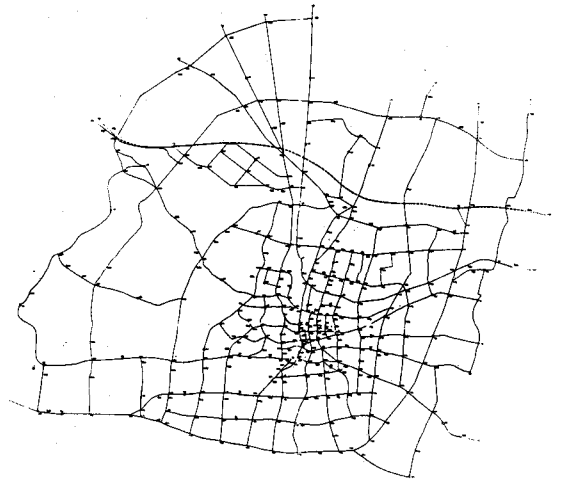


図-10. 配分対象ネットワーク(都市計画道路完成, 半完成)

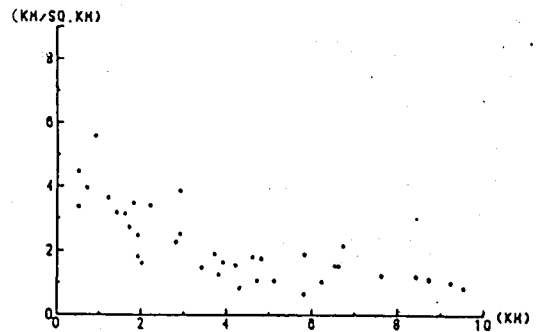


図-11. 道路密度(現況ネットワーク)

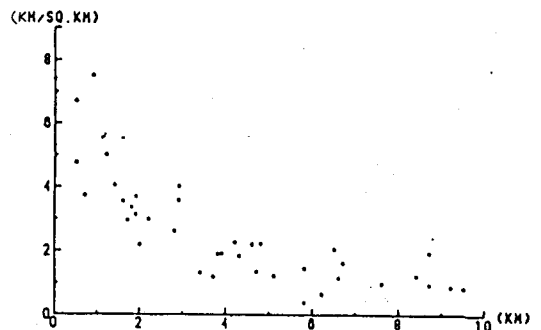


図-12. 道路密度(都市計画道路完成, 半完成ネットワーク)

は全体の勾配がなだらかで、都心部の混雑緩和が目立っている。都市計画道路半完成ネットワークは現況ネットワークのゾーン間のばらつきを少くした形であるが、都心部の混雑度はむしろ高い値を示している。整備水準の上昇にともない、能走行台キロ、平均所要分、平均トリップ長等は減少する(図-14)。

全域で見た場合、いずれのネットワークも混雑度は低く問題は生じていないが、区間的にみれば現況ネットワークでは混雑度1.0以上の区間は33あり問題は残っている。

これらのネットワークに対して区間の混雑度が1.0以上となる区間の数が全体の5%に達するまでの交通量を原0日交通量全体の20%ずつ増加させながら配分を行くと、都市計画道路完成ネットワークでは原0日表の2.6倍、半完成ネットワークでは1.4倍の交通量が処理可能であった。しかし現況ネットワークは原0日表の規模で既にこの基準に達してしまう。これらの混雑度の全体の分布をみるとかなりばらついており、混雑は局所的に生

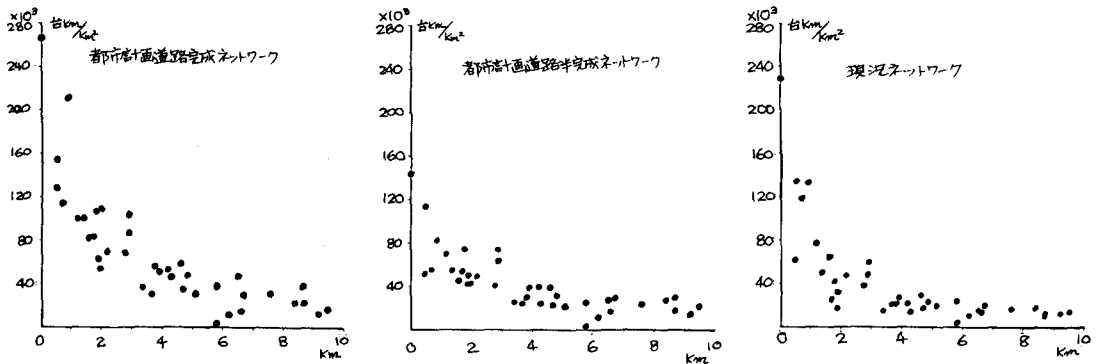


図-13 容量密度の地域分布

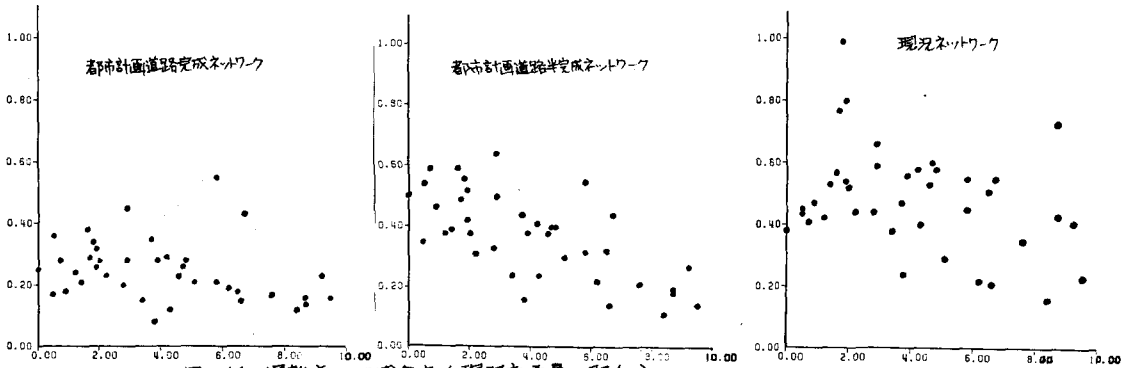


図-14 混雑度の地域分布(現況交通量の配分)

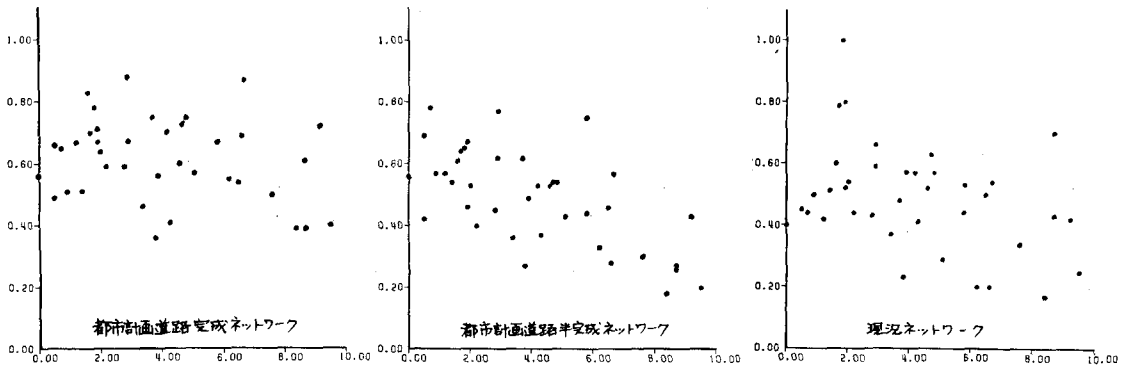


図-15 混雑度の地域分布(配知交通量の配分)

じており、必ずしも都心から周辺に向けて混雑率が低下していない。交通処理の面からみると、道路密度と交通需要のバランスはゾーン単位で必ずしも整合的になされておらず、交通需要のパターンと整合させた整備水準のネットワークが整備される必要があると言えよう（図-15）。

以上と同様の方法で、現況ネットワークおよび都市計画道路半完成ネットワークにおいて混雑の生じた区間で容量の増加（QV条件を高水準とする）を行い、再び混雑が全体に生ずるまで配分を行うと、現況ネットワークでは容量の1回増加で1.4倍、2回増加で2.8倍、また半完成ネットワークでは1回容量増加で2.8倍、2回増加で3.4倍もの交通量処理が可能となる。かくして全体の交通量をともかく処理するためには区間の改良がかなりのインパクトを持つことがわかった。この時、区間改良による容量密度の上昇は全域的にはそれほどのものでなく、局所的な混雑により全体の交通処理が影響されていると考えられ、交通需要の地域分布と道路網整備水準の地域分布との整合の必要性が高い。

都市計画道路完成ネットワークは原QV交通量の2.6倍の交通量処理可能だが、これと同量の交通量を現況および都市計画道路半完成ネットワークに混雑区間の容量増加を行いつつ配分を行う。混雑度をみると、現況ネットワークでは1回容量増加で1.04、2回増加で1.03となるが、都市計画道路半完成ネットワークでは1回容量増加で0.71、2回増加で0.61となり、かなり低水準の混雑である。都市計画道路半完成ネットワークの容量密度水準の上昇は容量増加を行わない時に比べて1回増加で1.16倍、2回増加でも1.36倍であり、また容量を超過した配分交通量の区間数も1回増加で17、2回増加で5であり全体の5%未満である。都市計画道路完成ネットワークは半完成ネットワークの1.4倍の容量密度水準であるから、半完成ネットワークはかなり低水準で交通処理可能。区間改良（容量増加）により混雑度の地域分布は全域に均質化される（図-16）。このようにネットワークを確保する（道路延長の確保）だけでもかなりの交通処理機能を確保できる。

区間改良のインパクトは、混雑度、平均所要分および平均トリップ長等の指標では1回目と大きく、1回目と2回目の差は小さい。また、道路種類別の利用率は区間改良の影響よりもネットワークの種類による差が認められる。したがって、道路の使い方はネットワークパターンに依存すると思われる。このことはネットワークの体系化に依存しているとも考えられる（表-5）。

これらのことから、都市計画道路半完成ネットワークのように、まず道路網のパターンを確保し、その後交通需要の増加に応じて区間改良を行うという整備方法が考えられる。また都市計画道路網は交通需要の地域分布に比べて郊外における整備水準が高く、全体に道路密度の地域分布は均質化している便向にあり、交通処理の面からは周辺部はかなり余裕のあるネットワークである。

※以上はゾーン間交通により検討したものであり、ゾーン内交通の処理は考慮していない。そこで、各ゾーンのゾーン内の走行台キロ（通過、内外、内マ）を求めてゾーンの容量と比較すると、最大交通量の配分されたケースでも混雑度は1.0をややこえる程度の水準

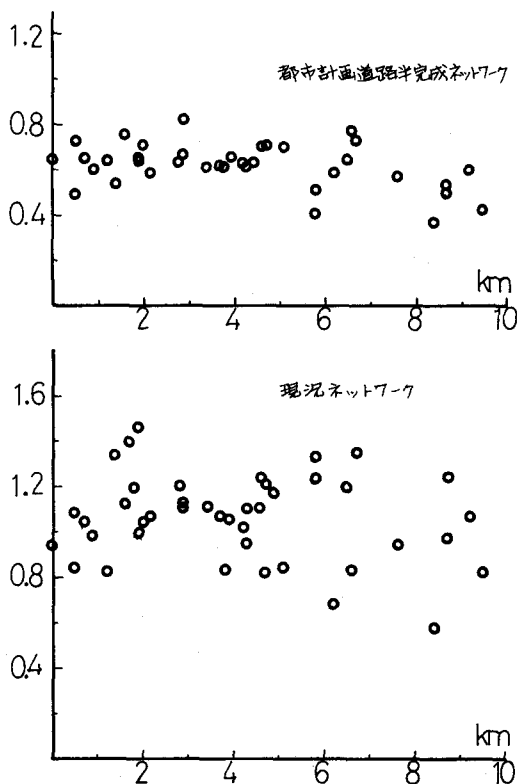


図-16 混雑度の地域分布（区間改良の場合）

であり、ゾーン間交通による分析結果への影響は少ない。

4-3. ネットワーク性能の検討

道路密度や道路率は道路整備水準を表す有力な指標であるが、道路のネットワークとしての性能がなわち地域間の連結の程度や接近性の評価等のためにはあまり適切なものとは言えない。主要幹線道路のような高位の道路では、道路密度や道路率の値の高低よりも地域や地区の接続の状況の良し悪し等が性能を左右すると考えられる。そこで、こうした道路性能を把握するために、連結性、接近性、代替性といった概念を表す指標の開発を行った(表-6)。これらの指標はネットワーク内のサイクルの数に依存する性質があるが、図-17に示す茨城市の道路網に適用すると表-6のように計算され適用可能性が示される。

交通処理の面に限っても、たんに混雑度の視点のみならずこのような道路網の性能の評価が必要と考えられ、道路整備水準の基準化にあっても道路密度や道路率の他にネットワークのパターンの基準化の検討が必要である。

5. おわりに

都市内道路の整備にあたって重要な課題である整備水準の基準化について、道路の持つ多様な機能、種別をふまえて、密度論あるいはネットワーク性能の面から交通機能、市街化との関連性の点で検討を行った。

その結果、整備水準の目標を定めねばならぬことは、地域の土地利用用途の他に土地利用や活動の強度を考慮すること、交通需要の地域分布と整備水準のそれとの整合性を図る必要性があるといった課題が指摘される。また、道路整備にあたっては道路のパターンをまず確保し次に円滑改良を図るという方法の有効性、交通処理機能確保の面では 1.6 km/km^2 という水準は充分余裕があることがわかった。さらに、密度論的な整備水準に加えて道路ネットワークの性能を考慮して行く必要性が指摘された。これらをもとえて、本調査研究で示した課題は道路整備水準の基準化という問題の一部に答えたものに過ぎないが、今後このような方向で各方面で検討されることを期待される。

表-5 区画改良のインパクト

	都市計画道路	都市計画道路半完成ネットワーク		現況ネットワーク	
	完成ネットワーク	1回容量増加	2回容量増加	1回容量増加	2回容量増加
容量台和密度(km/km^2)	38.348	31.591	36.992	22.821	23.375
混雑度	0.571	0.711	0.607	1.04	1.03
平均所要分(分)	10.1	12.0	11.9	21.7	17.5
平均トリア長(km)	5.36	5.52	5.51	5.92	5.91
主要幹線利用率(%)	54.1	61.4	61.3	53.7	48.6
道路密度(km/km^2)	1.6	1.6	1.6	1.4	1.4

表-6 ネットワーク性能指標の検討

特性項目	指標の考え方	指標の定義	適用ネットワーク	
			現況	将来
接近性	i, j 間の接近性を i, j 間の最小リンク数と考える i, j の組合せの平均、標準偏差をこの指標とする	NAVA $= \left(\sum_{i,j} d(i,j) \right) / v(v-1)$ NSTA $= \left[\frac{\sum \{d(i,j) - \text{NAVA}\}^2}{v(v-1)} \right]^{1/2}$	4.64	3.58
			2.04	1.43
イットの選状性	i の選状性の高低は短い距離で到達し得る相手ノードの数が相対的に多数あることと考える、網全体についてこれらの平均と標準偏差を指標とする	APRN $= \left\{ \sum \text{PRN}(i) \right\} / v, \quad \text{TE=L PRN}(i) = \sum d(i,j)^2$ SPRN $= \left[\frac{1}{v} \left\{ \sum \text{PRN}(i)^2 - \left(\sum \text{PRN}(i) \right)^2 / v \right\} \right]^{1/2}$	4.49	5.87
			1.40	1.43
ルートの代替性	i, j 間に2つ以上のルートが多くかつ短いルートが多い方が性能が高いと考え、この数値の長さの数を長さで割る、加えてその平均と標準偏差を指標とする	ASUB $= \left\{ \sum \text{SUB}(i) \right\} / v, \quad \text{TE=L SUB}(i) = \sum_{k=1}^v \frac{P_k(i)}{m^2}$ SSUB $= \left[\frac{1}{v} \left\{ \sum \text{SUB}(i)^2 - \left(\sum \text{SUB}(i) \right)^2 / v \right\} \right]^{1/2}$	8.83	23.83
			2.59	35.27
備考	i, j : ノード, $d(i, j)$: ノード間の距離(最小リンク数), v : ノード数, $P_k(i)$: i から出る長さ k のルートの本数			

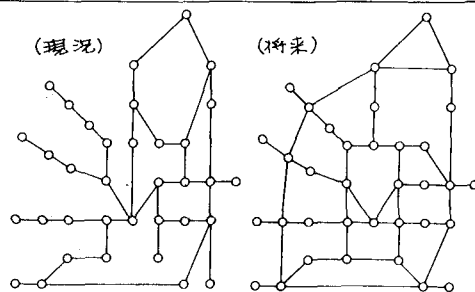


図-17 検討対象ネットワーク