

交通需要の時空間変動を考慮した新たな道路ネットワーク計画設計試論*

A trial argument of planning and design of road network based on time-spatial fluctuation of travel demand*

大口 敬ⁱ⁾・中村英樹ⁱⁱ⁾・桑原雅夫ⁱⁱⁱ⁾

By Takashi OGUCHIⁱ⁾, Hideki NAKAMURAⁱⁱ⁾ and Masao KUWAHARAⁱⁱⁱ⁾

1. はじめに

本稿では、昨年の討議^{1), 2)}や1年間の検討を踏まえて、まず交通機能にもとづく「道路階層区分」の修正案を再提示する。次に、特に都市内街路に焦点を当てて、交通需要の時空間変動を考慮した道路ネットワーク計画設計論を提案する。さらに、上位に位置する拠点配置論や、下位に位置する交差点設計・交通運用とのフィードバックを明示的に含む新たな枠組みの基本的な考え方を提示する。

2. 道路の階層構造の再提案

昨年提案した日本の新しい道路階層区分試案¹⁾に対し、1年間の議論を経た修正案を表1に示す。縦軸の「連絡スケール」に新たに区分VIを追加し、「生活道路」と「区画街路」のスケールを分離した。また交通機能Eの滞留機能も明確に位置づけた。これにより、横軸の「交通機能」のA~Eと縦軸の「連絡スケール」との階層関係がより明確になった。これらの階層化された交通機能の実現を担保するために、道路横断面や接続部などの幾何構造設計、および交通制御や規制などの交通運用方法を規定（性能規定）するような、道路およびそのネットワークの計画設計論を構築すべきだと考えている。

3. 計画設計論試案—都市内街路を対象に—

(1) 計画設計論の階層

*キーワード：道路計画，交通流，交通管理，幾何構造設計

ⁱ⁾ 正員，博(工)，首都大学東京 大学院都市環境科学研究科 准教授

(〒192-0397・oguchi-takashi@c.metro-u.ac.jp)

ⁱⁱ⁾ 正員，工博，名古屋大学 大学院工学研究科 助教授

ⁱⁱⁱ⁾ 正員，PhD.，東京大学 国際・産学共同研究センター 教授

以下では階層区分C・D・E，すなわち都市内街路を対象として計画設計論を検討する。この場合，対象都市内のまちづくりや拠点配置（用途地域）計画，および拠点間の交通需要（OD交通量）計画を所与とし，平日の定常的な交通を主な対象として階層的な道路ネットワーク計画設計のあり方を考察する。ただし，対象都市の外からの流入／外への流出交通量の取り扱いについては，別途検討が必要である。

なお，都市内の拠点配置とOD交通量予測にもとづく階層区分C・D・Eの「街路」ネットワークの計画設計論と同様な考え方で，地域または国土全体の大小さまざまな都市の配置論と都市間交通量予測にもとづく階層区分A・Bの「街道」ネットワークの計画設計論を構築できるものと考えている。ここで交通機能面からは，階層区分C・D・Eを対象とする場合には，各道路階層区分の道路断面設計や交通運用は単路部よりも交差部の方が重要であり，交差部における方向別交通流動量の適切な設定（推定）と，これにもとづく交通サービス水準の評価が重要である。一方，階層区分A・Bを対象とする場合には，単路部の交通サービス水準評価の重要性が相対的に高くなるものと考えられる。

(2) 平面交差部の計画設計と交通運用企画法

ネットワーク上のキー交差点とその各流入部の方向別交通需要量は，後述の(3)～(5)節の手順により，あらかじめ与えられるものとする。ここでキー交差点とは，交通容量上のボトルネック，あるいは最も交差点需要率ⁱ⁾の高い交差点であり，これは(5)節の手順により抽出される。図1は，交差

ⁱ⁾ 「交差点需要率」とは，これまで「交差点飽和度」と呼ばれていたものを指す。本年6月発行予定の『改訂交通信号の手引』（(社)交通工学研究会）では，新たに「需要率」という表現で統一が図られる予定である³⁾。

表1 日本の道路階層区分の再提案

| 交通機能 連絡スケール Trip 長 | | 通行(トラフィック) | | | | | アクセス | |
|--------------------------|------------------|------------------|-------|-----------------|-----------------------|----------------|--------|--|
| | | Highways または『街道』 | | | Street/Avenue または『街路』 | | | |
| | | A | | B | C | D | E | |
| | | A _M | | | | | | |
| I | 大都市連絡 (300km) | (都市間高速) | (非自専) | — | — | — | — | |
| II | 地域間連絡 (100km) | (都市間高速) | (非自専) | — | — | — | — | |
| III | 市町村間連絡 (30km) | (都市間高速) | — | 主要道 [都道府県道] | — | — | — | |
| III _u | 日常生活圏 | (都市内高速) | (非自専) | — | — | — | — | |
| IV | 毎日買物連絡 | — | — | 集落間道路 [市町村道] | 幹線街路 | — | — | |
| V | 生活道路 | — | — | — | — | 住区街路 [補助幹線] | モール | |
| VI | 地先道路 | — | — | — | — | 区画街路 | コミュニティ | |

注) III_u の連絡スケールは大都市圏内でのみ考慮する

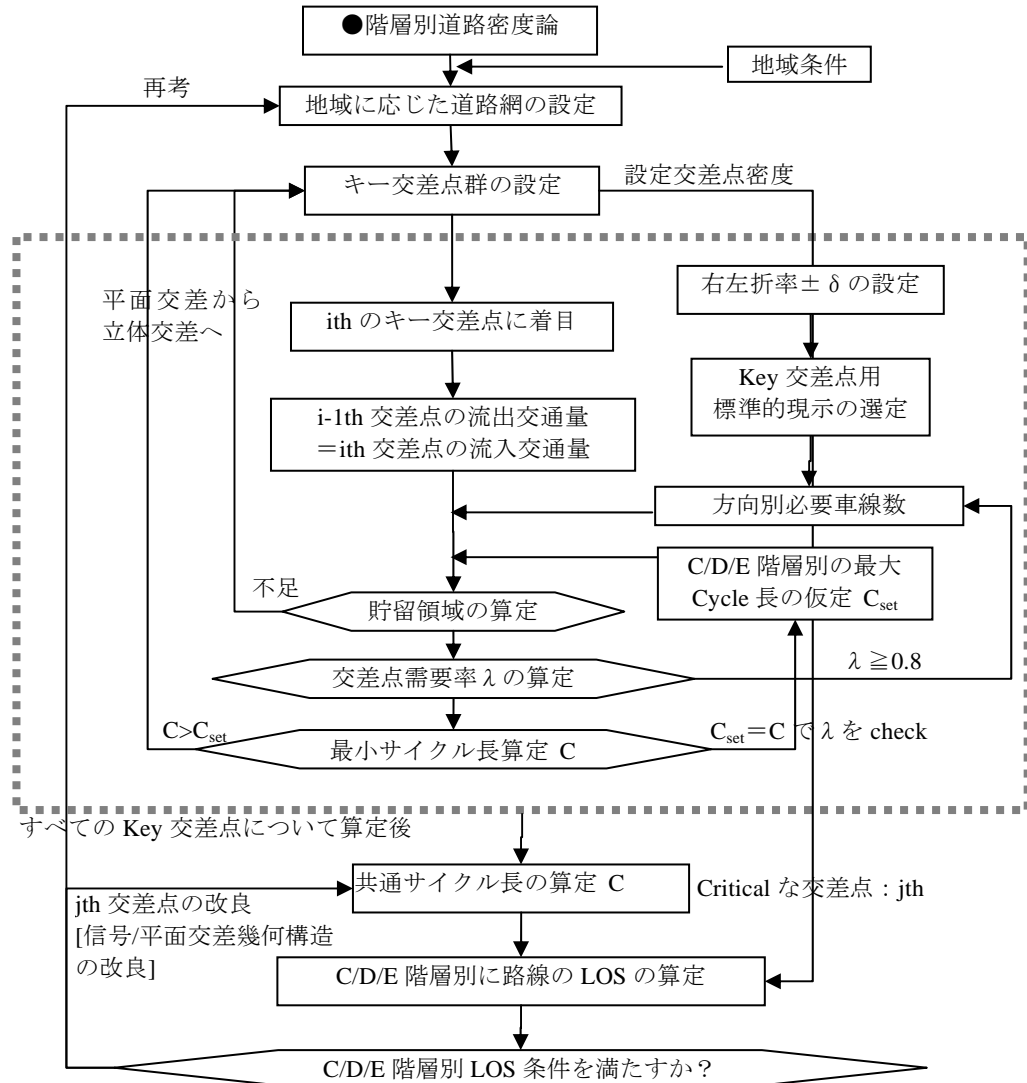


図1 キー交差点をベースとした階層区分別の道路ネットワークと交差部の計画設計法試案

部の計画設計手順の試案を示す。まず、各キー交差点流入部の方向別車線数や方向別車線の貯留容量な

どの交差部の幾何構造計画設計、および交通信号制御パラメータ等交通運用の企画が、図1の手順で決

定される。図1の手順により、キー交差点ごとに最小サイクル長Cが算定される。リンク長・車道幅・交通信号制御パラメータなどにはそれぞれ許容範囲があるので、この範囲で適切なサイクル長Cを設定できなければ、この交差点部を平面交差処理から立体交差処理に変更するフィードバックが必要である。

ある路線上のキー交差点群における各キー交差点の最小サイクル長の最大値は、その路線の共通サイクル長となる。区間・路線・路線網に対して各道路階層区別に要求される交通サービス水準（旅行速度等）をあらかじめ規定しておき、交差点間のオフセット設定は別途最適化されている前提のもとで路線の交通サービス水準指標値を算定し、これが要求水準を満たすかどうかを確認する。これが満たされない場合、交差点の交通処理の改善を図るのみならず、必要に応じて道路ネットワークの配置計画にまでフィードバックをかける必要がある。

（3）交通需要変動と拠点配置論

交通計画におけるこれまでの一般的な考え方では、まず交通需要予測により各リンクの往復日交通量が求められ、交通混雑問題などの予測、対策検討の必要性に応じて、より時間解像度が詳細な交通量（時間単位あるいは15分単位など）に変換（時間係数や重方向率を用いる）されるのが通例である。

しかし、リンク交通量は各利用者の経路選択行動の結果の集積として現れるものであり、交通混雑が顕在化しやすい都市内街路を考える場合、混雑状況の時空間変動に応じて利用経路も変化し、その結果各リンク交通量も時間的に変化する。こうした変動を無視して「時間的に粗視化」した日単位の往復交通量を、リンク単位という「空間的に微視化」する従来の考え方は、アンバランスではないだろうか。

逆に、時間的に変動するリンク交通量を空間的に粗視化すると、経路選択行動の影響を比較的受けずに、各Tripの起終点間の交通需要の時間変動（たとえば、時間帯別OD交通需要）を考えることになる。ここで時間帯別OD交通需要とは、各時間帯におけるActivityベースの目的別Tripの各地域別の発生量（たとえば、住宅地からの通勤目的交通の時間帯別発生需要）とその目的地選択行動（たとえば、その住宅地から周辺の各業務地への通勤交通需要の配

分）の結果生じる現象と考えることができる。

以上より、まちづくりや立地計画などの拠点配置計画と、たとえば買物行動などのActivityベースの行動モデルが確立されれば、拠点間の時間帯別OD交通需要は自ずと決まるものと考えられる。したがって、道路ネットワーク計画設計論の立場からは、その上位に位置する「拠点配置論」から「時間帯別OD交通需要」があらかじめ与えられるものと考えて、計画設計論を展開すべきだと考えられる。なお、ここでいう「拠点配置論」は、用途地域別あるいは拠点種類別に認められる開発密度と、それに伴う人口密度、あるいはActivityの発生密度の計画論（密度論）を包含する概念である。

さらに、『交通機能の性能設計』の観点からは、考慮すべき負荷＝発生交通需要として、予測誤差や変動範囲をどのように想定してどの範囲までを許容して設計を考えるか、が重要である。これまでの道路の計画設計では、これを各リンクの年間時間交通量順位図のN番目交通量（日本では通常N=30）として扱ってきた^{4), 5)}が、上記の考え方に立てば、ここでいう「拠点配置論」は、拠点の種類ごと、あるいは配置された拠点ごとに、いわば『M番目Activity許容範囲』というべきものを、科学的あるいは政策的に決める方法論も包含する概念である。

（4）都市内ネットワークの計画設計

まず、時間帯別OD交通量にもとづいたCIV階層以下の道路ネットワークの骨格を設定する。この中には必要に応じて公共交通ネットワーク計画も含む。通常、都市においては、拠点配置論・密度論の当

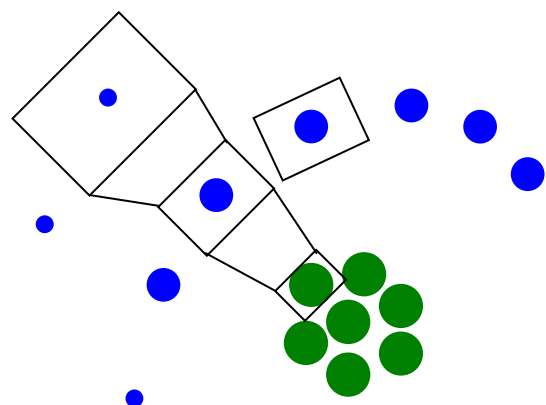


図3 都市における発生・集中交通量とネットワーク密度の概念図

然の帰結として、都市の外延部ではOD交通量が疎となるためCIVの街路の配置間隔は広く、都心部ではOD交通量が密なため配置間隔は狭くなる。図3は、発生集中交通量の大きさを丸の大きさで表し、都心部と外延部の発生集中交通量の大小とネットワーク密度の高低を模式的に示したものである。

原則として、CIVより下位階層の街路(DIV・DVおよびEIV・EV)は、CIV街路を越えるTripには利用されるべきではない。したがって、これを担保するように道路幾何構造設計や交通運用企画を行なうものとする。その上で、CIV街路のみのネットワークを対象に以下の(5)節に示す動的経路配分を行う。その結果、複数のActivityの動的変動が重ね合わせられたCIV街路の各リンクの交通需要の時間変動パターンが得られることになる。ここで、需要変動の「M番目許容範囲」は、既に政策的にActivityベースで考慮済みなので、(5)節に示す「ネットワーク交通量の動的配分方法」の動的経路配分から得られた交通負荷の「最も高い状態」の平面交差点を対象に、(2)節に示す「平面交差点の計画設計と交通運用企画法」を考えればよい。

ここで、(5)節に示す動的経路配分と計画設計検討の結果として、CIV街路に対してあらかじめ規定された交通サービス水準(LOS)が確保できないことが分かれば、予定の拠点配置計画を交通面から実現できないことを意味するので、拠点配置計画の見直し、すなわち都市の範囲やActivity規模の計画にまで立ち返るフィードバックが必要である。

(5) ネットワーク交通量の動的配分方法

動的経路配分においては、まずCIV街路で囲まれる1グリッドごとの時間帯別OD交通量が必要である(図3)。ここでは、各セントロイドに発生/集中する時間帯別交通量を用いて、CIV街路のみのネットワークを対象に、全CIV街路の交通性能(リンクコスト関数)は一定との条件の下で、OD交通量を適切に配分し、経路交通量、リンク交通量を得る。

得られた各経路交通量より、CIV街路同士の全ての交差点の右左折率が求められる。また得られたリンク交通量と直進右左折別の方向別交通量を用いて、各路線に対して交差点需要率が最も高い交差点、すなわちキー交差点を抽出することができる。したが

って、これらの交通条件を入力として(2)節の図1に示す手順で平面交差点を計画設計し、各キー交差点の方向別車線数やCycle長、およびLOSを算定することができる。また、ほぼ同等な手順によって、公共交通機関のための道路空間の配分や運用検討も可能であろう。

(2)節にも示したように、平面交差点の計画設計と交通運用企画の結果、CIV街路の目標LOSを満たすかどうかを確認し、これが実現できない場合には、(4)節に示すCIV街路ネットワーク配置の見直し、あるいは(3)節に示す「拠点配置計画」の見直しへフィードバックをかける必要がある。

4. おわりに

本稿は、都市部、特にCIV階層の街路ネットワークを対象とした道路ネットワーク計画設計の試論である。下位階層との相互関係、都市内外・外内交通の取り扱いなど、詳細の検討の詰めはまだ今後の課題として多く残されている。なお本稿の内容は、(財)国際交通安全学会(IATSS)の平成17年度自主研究H744「性能照査型道路設計のための交通容量・サービス水準に関する研究」において検討した成果を一部含んでいる。この研究会の場を提供して頂いたIATSSおよび、これに参加されている各位に、この場を借りて貴重な意見やアドバイスに対して謝意を表したい。

参考文献

- 1) 中村英樹, 大口敬, 森田綽之, 桑原雅夫, 尾崎晴男: 機能に対応した道路幾何構造設計のための道路階層区分の試案, 土木計画学研究・講演集, No.31, CD-ROM, 2005.
- 2) 大口敬, 中村英樹, 森田綽之, 桑原雅夫, 尾崎晴男: ボトルネックベースで考える道路ネットワーク計画設計試論, 土木計画学研究・講演集, No.31, CD-ROM, 2005.
- 3) 交通信号の手引改訂編集分科会: 『交通信号の手引』の改訂にあたって, 交通工学, Vol.41, No.3, (掲載予定), 2006.
- 4) 日本道路協会: 道路構造令の解説と運用, 2004.
- 5) 日本道路協会: 道路の交通容量, 1984.