

# 性能照査型道路計画設計の考え方と検討課題<sup>\*1</sup>

## The Performance-oriented Highway Planning and Design Concept and Its Issues

中村 英樹<sup>\*2</sup>・内海 泰輔<sup>\*3</sup>・大口 敬<sup>\*4</sup>

By Hideki NAKAMURA<sup>\*2</sup>, Taisuke UTSUMI<sup>\*3</sup> and Takashi OGUCHI<sup>\*4</sup>

### 1. はじめに

日本の道路交通状況の現状は、自動車専用道路から生活道路に至るまでの種類を問わず、本来その道路に求められるはずの通行(トラフィック)機能やアクセス機能に対応した望ましい性能が十分発揮できるものとなっておらず、道路構造や交通運用の上で、未だ多くの改善の余地が残されている。筆者らは、この現状の背景にある本質的な技術的問題点として、次の事項について指摘してきた<sup>1),2)</sup>：

- ・ 現行の道路構造令に基づく道路の計画設計手法が、特に計画交通量に大きく依存して道路構造がほぼ自動的に決定される「仕様設計」であり、実現する交通状況に関するチェックがされていないこと
- ・ 仕様設計であるが故に可能な道路構造や交通運用の柔軟性を欠くこととなり、特に空間的・予算的制約のある場合には機能の確保を難しくしていること
- ・ 通常の単路部を出発点として計画設計が行われ、交差点部など設計上クリティカルなボトルネックの交通容量に関する対応が必ずしも十分でないこと
- ・ 道路計画設計に際して交通運用はあまり考慮されず、両者を切り離して考える傾向があるため、ピークの著しい交通需要特性への対応を難しくしたり、供用後に性能を十分発揮できない場合が少なくないこと

これらの問題点への対処として、「決まった規格の道路を造る」といった発想ではなく、「機能に対応した性能を実現する」ために必要な道路構造と交通運用の組み合わせを柔軟に採用する、いわばオーダーメイド型の性能照査型道路計画設計手法を提唱してきた<sup>3)-6)</sup>。

本稿では、まず性能照査型計画設計の全体コンセプトについてその概要を説明する。次に、その体系化にあたって開発すべき技術的検討課題と、これらに対する現在の研究開発状況について報告する。そして、今後解決されるべき研究上・実務上の問題提起を通して、本方法論そのもの及び関連の今後の研究開発課題に関する議論の契機とすることを意図するものである。

### 2. 性能照査型道路計画設計のフレームワーク

図-1に、性能照査型道路計画設計手法の流れを示す。上位の広域道路ネットワーク計画から、その道路の(a)交通機能を考慮した階層区分とこれに対応した(b)性能目標を設定することができる。また、交通需要予測や需要管理戦略により、その道路のAADTや大型車交通量など基本的な交通条件が、従来の手順に準じて前提条件として与えられることを想定する。これらの情報に基づき、(c)交通量の時間変動等の交通特性の詳細を推定する。また一方で、(a)道路の階層区分から該当する交通機能に対応した(c)道路構造と交通運用を想定し、それらの道路構造をはじめとする各種条件に応じて(e)道路交通性能を表現する性能曲線(時間交通量 - 速度曲線など)を用意しておく。(c)の交通条件をこれに入力することにより、その道路で実現する任意の時間帯の交通状況を推計する。そして、これを(b)で設定された性能目標と(f)照査し、評価を行うことで、その道路構造と交通運用の可否を判定する。もし性能が満足されない場合には、道路構造や交通運用について再考する、というものである。

このようなアプローチを採ることによって、各道路階層の機能に応じた性能が、新設・改築を問わず計画設計段階においてかなり保証されることとなる。例えば、幹線街路の設計において、信号交差点が連続し供用時に旅行速度が低下してしまうことを事前にチェックし、対策を検討することができる。あるいは、自動車専用道路のボトルネック区間で空間的制約等の理由から拡幅がfeasibleでない場合に、部分的に車線幅員狭めてでも車線増を行ったり、ピーク時において路肩を車線として運用を行ったりすることで、所要の性能を確保することが可能となる。

以下では、性能照査型道路計画設計手法の体系化にあたっての主な技術的検討課題と、それらへの対応状況について述べる。

### 3. 技術的検討課題

#### (1) 道路階層区分の再検討

現在、日本の道路は道路構造令で定める種級に基づいて区分されているが、この区分と道路機能との対応関

\*1 キーワーズ：道路計画設計，性能照査，交通運用

\*2 正会員 工博 名古屋大学大学院工学研究科 社会基盤工学専攻 (〒464-8603名古屋千種区不老町, nakamura@genv.nagoya-u.ac.jp)

\*3 正会員 修(工) 名古屋大学大学院工学研究科 社会基盤工学専攻

\*4 正会員 博(工) 首都大学東京大学院都市環境科学研究科 都市基盤環境工学専攻

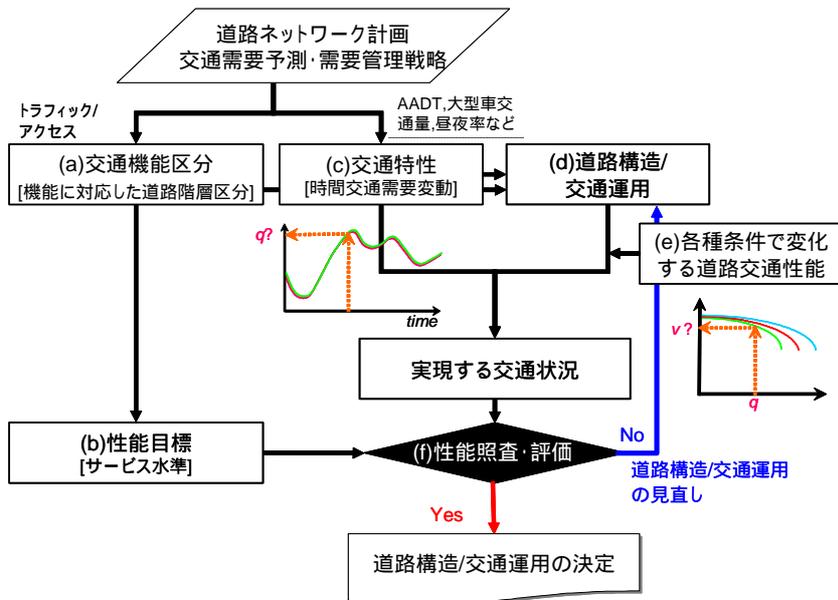


図-1 性能照査型道路計画設計のフロー

係が曖昧である。特に級区分は、地形、国道/県道などの道路種別や計画交通量に応じて決定されているが、国道/県道の指定と機能は的確に対応していないし、交通量だけで機能が判断できるものでもないの、これはあくまで便宜上のものである。そこで、道路の機能に応じた道路階層区分を日本の交通特性や各種条件を考慮した上で吟味し、道路網の機能的再構築を行うことが必要である。このため筆者らはこれまで、そのたたき台として、理想的と考えられる道路階層区分と各区分の道路相互の接続ルールについての試案を提案している<sup>6),7)</sup>。

しかし、理想と現実とは大きなギャップがあるのが事実であり、特に通行(トラフィック)機能もアクセス機能も求められるような、いわゆる多機能道路として整備され、結果的にいずれの機能も中途半端となっている事例が極めて多いのが実態である。このような道路では、重視する機能をより明確に打ち出したり、副道の設置などによる既存道路空間の再配分を行ったりすることによって、機能向上を図って行かねばならない。

また、地形や土地利用、都市構造などに応じて、理想的な階層ネットワーク形状と各階層の道路の密度について、理論的に明らかにすることが大きな研究課題<sup>8),9)</sup>である。そして、各階層の道路の機能を確保する上で必要な施設配置や土地利用などについて、交通工学サイドから都市計画サイドに提言し、少しずつそれに近づけてゆくことも重要であろう。

## (2) 性能指標(MOE)と性能目標(LOS)の設定

対象道路が性能を發揮できるかチェックするためには、機能に対応した性能指標(MOE: Measure of Effectiveness)が必要である。この性能指標は、求められる機能に応じ

た交通性能を的確に表現でき、データの取得が容易で、わかりやすいものであることが必要である。通行機能の程度を表現する場合には、速度が最も端的でわかり易いであろう。これを指標として道路階層区分に対応して目標値(LOS)を設定する場合には、主要拠点間の到達所要時間など国土レベル、地方レベルの政策と関連付けることも必要である。また、道路延長の大部分を占める往復2車線道路については、多車線道路と異なり追越が困難であるため、追従状況についての的確に反映可能な性能指標が必要である<sup>10),11)</sup>。このため、これについてはHCMをはじめ海外各国においても重要な研究課題となっている。また、交通状況と利用者認識との関係についても明らかにすることが望まれており、これまで国内でも幾つかの研究が進められている<sup>13),14)</sup>など。

一方、道路構造に応じたアクセス機能・滞留機能の表現<sup>12)</sup>については、様々な道路利用主体の観点から検討の必要な課題である。

## (3) 各種条件で変化する交通性能の分析と推定技術

道路の交通性能は、道路構造や路面状況などの道路条件、天候や明るさなどの走行環境条件、大型車混入やドライバー特性などの交通条件など、各種の条件により変化する。これらの性能評価指標(MOE)に与える影響について定量的に分析を行い、有意な感度を持つ要因を整理した上で、交通量に応じた性能曲線として用意する必要がある。このため、都市間道路単路部における地点速度について、大型車混入率、線形、天候や路面状況などの影響に関する分析が最近複数行われている<sup>15)-19)</sup>。また、往復2車線道路においては、付加追越区間からの距離や交通量に応じた追従状況についても分析する必要がある。

なお、ボトルネックベースで道路を計画設計するためには、平面交差部や分合流部、トンネル、サグなどでの性能を知っておく必要があることは言うまでもない。

これらの分析を進めるためには、主として車両感知器データに頼ることとなるが、現在のところ必要なデータが量、質ともに十分ではない。このため、データの収集地点、収集内容、集計間隔などを吟味した上での戦略的な観測体系の確立が、現象解明のために望まれる。また、現在実在しない道路構造諸元、例えば狭小な車線幅員などにおける交通流特性のデータは当然収集することができないので、これらを試験走路上で実現し実験することも必要であろう。

一方、特に都市内幹線街路をはじめとする一般道路については、様々な要因により走行速度が地点によって大きく変動するため単路部の地点速度を用いることは不適切であり、旅行速度を用いて表現することが望ましい。走行抵抗要因として、特に信号交差点は旅行速度を支配的に左右する要因である。このため、計画設計段階において、信号交差点を複数含む区間の旅行速度を予め推定する手法を開発し、性能目標と照査できるようにすることが必要である。

#### (4) 変動する交通需要の考慮

交通需要は季節や曜日、時刻といった時間的な要因により変動し、またこの変動の大きさは路線・地域特性によって異なる。特に著しく大きな変動特性は、道路の合理的な計画設計を難しくしている。現行の手法では、年間の30番目時間交通量を設計時間交通量とすることによってこの時間的変動特性を考慮するという古典的な考えに基づいているが、これは単一の時間帯を設計対象としている、顕在化時間交通量(需要)の時系列的因果関係を無視している、といった点において問題である。さらに、日本では標準化されたK値を用いているため、路線特性、地域特性についても十分に反映することができない。

そこで、各路線の年間の時間交通量変動を時系列的に推定することで、すべての交通状況を時間軸上で連続的に評価することが一つの方法として考えられる。この方法を用いることにより、動的な車線運用などピーク時需要への交通運用による対応も計画設計段階において考慮に入れ易くなる。

このような交通需要の時間的変動は、本来ならば人間のアクティビティに基づいて各階層の道路について推計する<sup>7)</sup>ことが理想であるが、現状ではデータ制約もあり、その技術開発は極めて困難であると言わざるを得ない。そこで、まずは既存の車両感知器データを利用し、断面で観測(推定)される交通量(需要)変動をパターン化して、これを与えられる各種の交通特性値(図-1の(c))か

ら推定することによって対応することが考えられる<sup>20),21)</sup>。これは当該区間の広域的なネットワーク上での位置づけを必ずしも十分に考慮することができないため、あくまで便法ではあるが、広域道路ネットワーク計画における交通需要予測に基づく計画交通量が与えられ、これに基づき道路構造の立案がなされるといった現行の道路計画体系を取り崩すことなく採用可能な当面の対応として、現実的な方法であると考えられる。また、将来に亘って交通需要の時間変動を子細に推定することは、精度上の疑問が残ることも事実ではあるが、この手法はコンセプトの上で、少なくとも現行の方法よりは合理的であろう。

#### (5) 交通性能を確保するための道路構造と交通運用

あらゆる状況に応じて道路構造だけで交通性能を確保するには莫大なコストがかかり、現実的でない。したがって、状況に応じて柔軟な道路構造や交通運用を取り入れることで対応することが求められる。例えば、ピーク時における路肩の走行車線としての運用や、乗用車による観光交通の多い休日は一部を狭幅員車線としたり、分合流部での車線数や車線運用を変更したりするなどの可変レーンマーキング、リバーシブルレーンなどが考えられる。これらの中には海外では実際に導入されているものもあるが、日本では導入実績がないためデータが存在しない。海外の事例データを精査し解釈を進めると同時に、日本においても可能な箇所から実験的に導入してデータを収集することが望まれる。ハンパや狭窄などによる車両の走行速度抑制効果の検討と同様に、制約条件の下でどのような道路構造上・交通運用上の工夫をすれば所要の性能を確保することができるのかといった技術的検討も重要な課題である。

#### (6) 実務での適用性

現行の道路計画設計手法は、戦後短期間に全国一律の道路構造を実現することを意図して確立されたものであることから仕様設計の考え方が採用されており、シンプルで実務上利用し易い体系として確立されている。これに対して、機能に応じた性能を確保するための道路構造と交通運用の組み合わせを状況に応じて検討することとなる性能照査型道路計画設計の導入に際しては、手順も煩雑となり現場技術者の技量が求められることとなる。しかしながら、適用に際して過度に負担を強いるものであってはならないため、図-1の流れに示す処理をソフトウェアとして用意したり、代表的なケースについて予め計算を行いその結果をワークシートとして提供したりすることにより、これを簡便に利用できる環境を整えることも実務上不可欠な検討課題であると考えている。

### 道路計画設計のコンセプト

- 1) 中村英樹：高級な道路の供給から合理的な機能の提供へ，交通工学，Vol.38 増刊号，pp.5-13, 2003.10.
- 2) 大口 敬：交通運用を活かす道路設計試論，交通工学，Vol.38 増刊号，pp.14-20, 2003.10.
- 3) 中村英樹：道路交通パフォーマンスとサービス水準，交通工学，Vol.40, No.1, pp.7-10, 2005.1.
- 4) 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vol.31, 4ページ, CD-ROM, 2005.6.
- 5) 中村英樹：道路機能に対応した性能照査型道路計画と交通運用，IATSS Review, Vol.31, No.1, pp.75-80, 2006.

### 道路階層区分

- 6) 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，vol.31, CD-ROM, 2005.6.
- 7) 大口 敬，中村英樹，桑原雅夫：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，土木計画学研究・講演集，vol.33, CD-ROM, 2006.6.
- 8) 水野貴一，浜岡秀勝：地方都市における道路ネットワーク階層性の評価，土木計画学研究・講演集，vol.33, CD-ROM, 2006.6.
- 9) 桑原雅夫，中村英樹，大口 敬，森田綽之，尾崎晴男：階層的な道路ネットワーク - 計画設計のモデル化，土木計画学研究・講演集，vol.35, CD-ROM, 2007.6.

### 性能指標

- 10) Catbagan, J. L. and Nakamura, H.: Evaluation of Performance Measures for Two-Lane Expressways in Japan, Transportation Research Record 1988, pp.111-118, Transportation Research Board, 2006.12.
- 11) Catbagan, J. L. and Nakamura, H.: Estimating Desired Speeds in Japan Two-lane Highways, 土木計画学研究・講演集，vol.35, CD-ROM, 2007.6.

- 12) 斉藤裕子・中村英樹・内海泰輔・馬淵太樹：ランドアクセスからみた道路のサービス水準の定量化に関する研究，土木計画学研究・講演集No.34, CD-ROM, 2006.12.

### 利用者認識

- 13) 喜多秀行，須田佳孝，谷本圭志：道路交通のサービスの質に対するドライバーの認識評価構造，土木計画学研究・講演集，vol.33, CD-ROM, 2006.6.
- 14) 河内 朗，喜多秀行：順序効果の影響を考慮した走行サービスの質に対するドライバーの認識・評価構造の分析，土木計画学研究・講演集，vol.35, CD-ROM, 2006.7.

### 性能曲線

- 15) 洪 性俊，大口 敬：高速道路における交通性能の変動要因分析，土木計画学研究・講演集，vol.33, CD-ROM, 2006.6.
- 16) 稲野 晃，中村英樹，内海泰輔：往復分離2車線自専道における交通量 - 速度曲線への影響要因分析，土木計画学研究・講演集，vol.33, CD-ROM, 2006.6.
- 17) 洪 性俊，大口 敬：多車線高速道路の単路部における交通量-走行速度関係の定式化，土木計画学研究・講演集，vol.35, CD-ROM, 2007.6.
- 18) 佐々木正大，浜岡秀勝：冬期の路面状況が交通特性に及ぼす影響，土木計画学研究・講演集，vol.35, CD-ROM, 2007.6.
- 19) 内海泰輔，中村英樹：都市間一般道路単路部における交通量-速度曲線の提案，土木計画学研究・講演集，vol.35, CD-ROM, 2007.6.

### 交通量変動

- 20) 内海泰輔，中村英樹，磯和賢一，渡辺将光：機能に対応した道路計画設計のための交通量変動分析，土木計画学研究・講演集，vol.33, CD-ROM, 2006.6.
- 21) 渡辺将光，中村英樹，内海泰輔：年間を通じた時間交通需要変動の再現手法の構築，土木計画学研究・講演集，vol.34, CD-ROM, 2006.12.