

# 一般道サービス水準の考え方と計測法に関する 論点整理

葛西 誠<sup>1</sup>・小田 崇徳<sup>2</sup>

<sup>1</sup>正会員 東京理科大学 理工学部土木工学科 (〒278-8510 千葉県野田市山崎2641)

E-mail: kasai@rs.noda.tus.ac.jp

<sup>2</sup>正会員 社会システム株式会社 (〒153-0043 東京都目黒区東山1-5-4 中目黒ビジネスセンタービル)

E-mail: t\_oda@crp.co.jp

本稿は、一般道における性能照査型計画・設計の実現のために、道路幾何構造等と条件として発揮される性能を予測する関数（評価関数）を構築するための課題整理を目的とする。第1に、一般道と括られる範囲は極めて広く、階層毎に担保すべき主たる機能が異なるため、評価対象とする項目さえ判然としていない現状を指摘する。第2に、一般道ならではの事情である、異なる階層の道路が交差点を介して接続されることで生じる問題である。交差点そのものが引き起こす旅行速度低下のみならず、異なる階層の道路の交通が交差点を介して相互に影響する可能性を示唆する。第3に、上記評価関数を構築するために望ましいデータの取得法を議論する。もっとも、入手可能なデータから如何に有用な関数を構築するかが早期の性能照査に重要であるのも事実であり、可能な方法に言及する。

**Key Words :** *quality of service, measure of effectiveness, traffic service on street*

## 1. はじめに

道路交通のサービス水準とは何であるか、その目標水準はどのように定めるべきか、それを達成するための方法はどのようにあるべきか、我が国においては2000年代ごろから盛んに議論されるようになってきた<sup>1)</sup>。道路延長が一定の水準を超え、量的拡充から質の向上に反映されなければならないという問題意識を発端としたと思われる。

当初は、道路交通の質とはそもそも何を指すのかのフレームワークが取り組まれ<sup>2)</sup>、その一環として、いくつか対象を限定したサービスの質の推定が試行されたところから始まったようである<sup>3)</sup>。

この時期の成果を要約すれば次のようになるだろう。道路交通のサービス水準は、道路の機能や種別によって多面的な機能があるため、本来求められる走行パフォーマンスはそれに応じて適切なレベルに維持できるよう努める必要があるとされたこと<sup>2)</sup>、機能とサービス水準の関係は、例えば最も簡単な考え方では、当然ではあるが、道路交通の第一義的な機能と言えるトラフィック機能に対しては目的地に早く（かつ安全に）到達できることがサービスの質を表すとされる。一方、街路や地先の道路では、沿道施設へのアクセス性がサービスの質を表すと

される。さらに、空間機能、あるいは景観眺望機能といった副次的機能についても、道路の位置する地域によってはこれらを評価することも必要であると言及されている<sup>2)</sup>。

このように、2000年代以降のサービス水準研究は、このような多面的な機能の評価の重要性は認識されつつも、道路交通サービスの質の推定として取り組まれた対象は、議論の発散を防ぐために、アクセスによる阻害のないトラフィック機能の卓越する自動車専用道路に焦点を絞って検討が進められてきた経緯がある<sup>3)</sup>。その結果、一般道のサービス水準の評価に関する議論が進みにくい状況となっている。

本論文では、一般道サービス水準研究を進めるにあたり、何を議論すべきか論点を整理し、今後の発展の基礎を与えることとしたい。

## 2. 性能照査型設計と階層型設計の考え方

### (1) 性能照査型設計<sup>5)</sup>と階層型設計

自明だが、社会インフラの第1種として位置づけられる道路は、社会経済活動に不可欠な人やモノの移動を支え、長期的には国土計画における人口増加や産業の誘導

にも効果が及ぶ。したがって、道路サービスの質的評価は、本質的にはこの種の要求をどの程度達成しているかを指している。この考えに基づく、ある与件の人口配置パターンや産業立地パターンの下、道路ネットワーク形状および道路ネットワークを形成するリンクの走行性能を制御変数として、サービス水準が最大となる社会構築を行うことが道路整備の第一義的な目的となる。

このように、理想状態である目標値を定め、それを実現するための方策を立てることは道路計画に重要であるが、これらに関する議論も余地が残されていると考えるが、この議論については別の機会に譲ることとする。なぜなら、筆者らは、道路ネットワークやリンク性能の目標値は、地域や道路の使われ方によって変動し、静的に定まっていなくて考えているからである。すなわち、道路整備の結果、誘導された人口配置や産業立地の変化によって、道路ネットワークやリンク性能の目標値が変わり得る性質を持ち合わせているものと考えている。このような検討の前提を整理することが優先されるべきである。

性能照査型設計の目標は、上記のような理想の道路ネットワーク像を描くのみならず、「今すでに概成してしまった道路ネットワークを”少しだけ”改良し、ネットワーク全体の性能を向上させたい」ところにある。その際に必要なのは、1)改良の選択肢を多く提示されていること、2)個々の選択肢による性能向上の程度を予測可能とする性能曲線の構築である。

## (2) なぜ、「階層型設計」が良いのか

改良の選択肢としては、顕在化している個別の問題箇所への対応が当然挙げられるが、面的に捉えると階層型設計も有力な方法として位置付けられる。階層型設計<sup>67)</sup>は「実現されるべき道路ネットワークの理想像や目標値」だけではなく、「今よりサービス水準の高い状態に移行するための手段」の1つとして捉える事が出来る。このため、ネットワークのサービス水準の向上のために改良を行うということは、「サービス供給側の視点」と「サービス享受側の視点」の2つの物の見方ができる。

「サービス供給側の視点」では、どこに改良を施すかを考えることが重要となる。ここで、改良部分が行われる主要な部位を分類すると、1)点の改良、2)線の改良、3)線と線の交差部分の改良、4)面的改良、が考えられる。こうした部位に対して、これまでの評価方法と同様、各種予測方法や現況の観測データから課題の抽出、改良方法の検討、改良の効果の算出、改良後の検証などを行っていく。

しかし、その一方で、「サービス享受側の視点」では、例えばトラフィック機能のサービスを受容する側にとっては、ある出発地から目的地まで、早く安全に快適に移

動することが目的となっている。このため、その目的が達成されれば、道路利用者の観点に立てば高いサービスを提供していることを示すということになる。

このことは、上記の1)~4)に示したハードの改良によらなくても、ネットワーク中のいずれかの経路さえ早く安全に、快適に移動できるならば、ひとまずの目的を達成することを意味する。現在、我が国の一般道はトラフィック機能もアクセス機能のどちらも併せ持つ中途半端な多機能道路が多数存在する<sup>8)</sup>が、これらの道路を、トラフィック機能を主体として發揮すべき道路とアクセス機能主体とする道路として機能分化・機能特化すれば、長距離トリップはトラフィック機能を主として担保する道路に集約されることが期待できる。そしてこれを実現するために、必ずしもハード施策による改良に全面的に依存する必要はなく、規制速度や通行規制、信号制御といったソフト施策でもある程度の誘導が期待できる。ハード施策とソフト施策が互いに補完するものとして位置付ければよい。

## 3. 照査型設計における一般道のサービス水準評価

### (1) サービス水準評価のための性能曲線

さて、前述のような道路改良を評価するためには、サービス水準がどのような場合にどの程度なのかを知る必要がある。このような場合には、性能曲線<sup>9)11)</sup>を構築し、利用することが一般的である。性能曲線の活用方法は文献<sup>12)</sup>に譲るが、性能曲線とは、当初計画・設計の道路が想定された性能を満足するか確認するために、道路の要件、需要パターンを入力して、それに応じた旅行速度等の性能を表す指標を予測する関数を指す。

これまでに構築された性能曲線の例は、自専道の単路を対象とすることが多く、道路の構造要件等によって説明・カテゴリ化されることが多い。これに倣うと、一般道における性能曲線の説明変数として考えられる要素は、例えば、車線数、(幅員)、縦断・横断線形、沿道条件(土地利用)、交差点数や交差点幾何構造などが想定される。

目的変数にあたる性能指標は、トラフィック機能を表現する場合は旅行速度が指標として明解であり、第一義的には適切だと思われる。しかし、サービスを受ける利用者の評価が低ければ、意味のあるサービスを提供しているとは言えない。例えば、先行車に追従していることを考えたとき、希望速度で走行できない場合には、利用者は不快感という付加価値を感じるかもしれない。(性能指標に追従時間率を用いる理由は、この不満という付加価値相当の指標を性能指標として入れるためである。

例えば、喜多・前田<sup>2)</sup>、Kita & Kouchi<sup>13)</sup>など、利用者の顕在選好を基にすべきであるという理論的な検討や、利用者への意識調査による検討<sup>14)</sup>も存在する。) )

このように、一般道のサービス水準も、トラフィック機能に着目すれば、旅行速度をサービス水準の指標とすることが妥当と考えられる。しかし、サービスの付加価値に相当する部分は研究の蓄積もあまり見られず、検討自体が難しいのが現状となっている。

## (2) 自動車アクセス機能とトラフィック機能との混在がもたらす難しさ

都市部の街路では、規制速度の高さに関係なく、至るところで沿道に商業施設が立地しており、アクセス交通が増大する要因となっている。トラフィック機能の高い道路にこのようなアクセス交通が多くみられた場合、アクセス待ち時間の増大や、アクセス交通による本線通行側の低下速度などの問題が起こる。

道路計画におけるサービス水準の評価はトラフィック機能の卓越する自動車専用道路（以下、自専道）に焦点を絞って取り組まれてきた経緯がある<sup>2)4)10)11)13)</sup>。一方で、アクセス機能だけを対象として、性能照査する例<sup>15)</sup>はほとんど見られずその評価は自専道と比べて難しい。その大きな理由は、トラフィック機能とアクセス機能が混在したときに、トラフィック機能が1単位損なわれるときにアクセス機能がどの程度向上するのか、その重み付けによってどのような交通施設が設置、撤去されることが望ましいかについて研究の蓄積が見られないからである。さらに、両者はトレードオフの関係と考えられることが多いが<sup>16)17)</sup>、実際にはどの程度トレードオフとなっており、どの条件でどの程度の機能を重視するのが望ましく、そのためにはどのような施策が望ましいか等、議論の余地が残っているのではないかと考えている。

現段階の課題を承知の上で性能曲線を構築するとすれば、アクセス交通混入率を説明変数、速度低下量を被説明変数とする関数を設定し、実データや交通流シミュレーションを用いる方法が考えられる<sup>15)18)</sup>。しかし、あらかじめアクセス機能とトラフィック機能との重みについて何らかの方法で決定しない限り、正確なサービス水準の評価はできないものと考えられる。

## (3) 交差点におけるトラフィックの交錯

道路の交差点では、長距離のトリップが多い道路に、比較的短距離のトリップの交通が混入する場合、上位のトラフィック機能に対してアクセス交通比率が高くなる可能性がある。このため、下位のアクセス交通が上位のトラフィック機能を阻害する可能性がある。このため、(2)と同様の問題とも受け取れるが、このときに考えられる性能曲線の要素は、長距離トリップ側への許容阻害

度といった指標が挙げられる。

特に交差点での信号制御は、本来こうしたトリップ長との比率を用いて、許容阻害度に近似するよう設定することが望ましいと考えられるが、実際そのような評価は行われていない。

## (4) 自転車、歩行者との混在

街路や生活道路の利用者の多くは、自転車や歩行者である。生活道路は自動車にとって下位のアクセス道路であるが、歩行者にとっては上位のトラフィック機能が担保されていなければならない。しかし、歩行者にとってのトラフィック機能について、動線の交差を無くすことは議論されても、動線の交差に着目した上で、どのような性能指標で計測されるべきか、設計していくかについては、基礎と与えると思われるいくつかの代表例を除いては<sup>19)20)</sup>、議論の材料が十分でないように思える。

性能指標について考えてみると、対自転車とのニアミス指標<sup>20)</sup>が考えられる。また、錯綜度合によって感じる不快感のような心理的指標を考慮に入れることも重要視される。

現段階のところ、自動車のトラフィック機能を最も適切に表現する性能指標は旅行速度と考えられるが、歩行者のトラフィック機能は当面、何によってどの程度左右されるかを、分析・定式化することが性能照査のために必要である。また、後述するように性能曲線の構築のためのデータが取得できない問題があり、この評価を一層難しくさせている。

## (5) 地方部の山間地域における問題

以上は都市部または地方部の平地を想定していたが、地方部の山間地域では、事情が異なってくる。需要が小さく追従走行でない場合も、またはアクセス交通がほとんど無い状況でも、道路線形等が悪いために旅行速度の低下が見られる場合がある。このような道路区間は運転の難易度が上がるため、利用者の不快感もサービス水準と同様に低下しているものと考えられる。

## 4. 性能曲線の推定と推定データについて

### (1) 性能曲線推定のためのデータ

性能曲線を推定するためのデータについて述べる。推定に用いられるデータの項目は、表現される指標と、性能曲線を構成する性能指標から成る。このときの推定に使われる望ましいデータとは、評価対象地域がある程度広範囲で、かつさまざまな「道路の階層」を含んでおり、走行する交通の車種や交通量がデータとして取得され、観測データが連続的、1つの区間におけるデータ数が多

く取得されている場合と考えられる。

データ取得の観点からは、1台毎の自動車、自転車、1人毎の歩行者の動きが時空間連続的に取得されていることが最も望ましい。しかし、このようなデータを用いる場合、モデル化の観点では、共通点を抽出することが難しい可能性も高くなる。従って、大量かつ詳細なデータから意味のある性能曲線を推定できるかがポイントとなってくる。このような考えに基づくと、性能曲線推定には、データの詳細度やエラーデータの除去というデータ取得の観点と、モデル化技術の二つの側面を見たときのバランスが求められる。

現段階では、交差点部や区間などのすべての要因を除去した大規模で理想的なデータを取得する低廉な観測技術は見受けられない。しかし、何らかを捨像した集計量としてのデータは利用できる。例えば道路交通センサスは、広範囲の観測データという特徴を有しており、都道府県庁所在地間の旅行速度を交差点密度等によって説明している例<sup>2)</sup>がある。

しかし、道路交通センサスを利用して性能曲線を構築する際にも課題がいくつか見られる。まず交通量は、観測断面そのものの交通量ではなく、前後の交差点等のボトルネックの容量となっている可能性がある。また、当然のことながら観測された交通量と旅行時間は同じ時刻での状況を示したものではない。以上のような課題がある中で性能曲線を構築していくには、どうしてもモデル側で工夫することが求められるのが現状となっている。

ただし、性能照査型設計も技術指針の一種であるから、知見の補充によって継続的に改良されていくべきものである。性能照査型設計の事例を蓄積することで、設計法に適合したデータの取得方法も明確になっていくと思われる。

## (2) 性能曲線の推定、及び利用時に想定される問題

道路の改良を試みたが、旅行速度に改善が見られず、低速のままである場合が想定される。中には他の区間の旅行速度は高いが、トリップ全体としては別途定められる目標水準を達成できる状況が成立しうる。

このような場合に、実際に性能曲線を用いることを想定すると、どの区間で照査するか、どのくらいの区間の長さで照査するかによって、サービス水準が変化してしまい、「どの区間で照査するのが適切か」という新たな課題が出てくる。また、実務的には、先に評価したい区間が定められ、その区間に対応した性能曲線を構築することになるため、実用上は問題ないと思われるが議論の余地は残る。

## 5. おわりに

本稿は一般道のサービス水準評価におけるこれまでの議論を振り返り、著者らの見解を提示したものである。議論の要点を整理すると、以下のようになる。

- 1) 性能照査型計画設計の中での階層設計型設計の位置付けは、理想の道路階層を設定することよりも、現存する道路ネットワークを与件として道路機能の位置付けを見直すための概念と捉えるべきである。
- 2) 一般道には、トラフィック機能よりもアクセス機能を担保すべき道路も含まれる。両者の関係は一般にトレードオフの関係といわれるものの、現実には両者間の重みが不明のため計画設計に支障をきたしている。
- 3) 交差点はトリップ距離の異なる交通が交錯する地点であり、サービス水準を左右する可能性の高い部位であるにもかかわらず適切な評価指標がない。容量を超過しない状態を前提とするが、サービス水準を確保する信号制御には長距離トリップ側の許容阻害度といった指標が必要と考えられる。なお、2)と関連するが、長距離トリップ側からみた短距離トリップをアクセスとみなせば交通流への阻害の仕組みは良く似ており、空間スケールを問わない共通の振舞いが潜在するように思われる。
- 4) 特に生活道路においては、歩行者や自転車のトラフィック機能こそ確保すべきである。自動車のトラフィック機能を高く確保しすぎてはならないため、旅行速度を低くすることこそ望ましい。よって自動車におけるトラフィック機能とアクセス機能とのトレードオフとは性質の異なる問題である。歩行者や自転車が快適に移動できる指標に関して研究の蓄積が必要である。
- 5) 計画設計時に想定した性能が発揮できるかを予測する性能曲線の定式化にはなんらかのデータが必要であるが、性能照査を目的としてデータ取得が行われていないためモデル側に工夫が必要である。長期的には、性能照査型設計のPDCAサイクルが回る中で照査用データ取得法も専用の手法が開発されることが望ましい。

一般道のサービス水準を評価することの難しさは、これまでの需要追従型計画設計であったことの裏返しともいえる。すなわち、サービスを受ける側のニーズを必ずしも十分に反映した整備ではなかったことが累積し、サービスの供給側と利用者との認識の乖離として顕在化したものと理解することも可能と思われる。購買層のニーズを意識しない製品開発があり得ないように、道路の計画設計もまたこの問題意識が必要である。

現在取り組むべき課題は、一般道か専道かに限らず、

サービス水準研究の当面のミッションである性能曲線の定式化にある。研究対象としては十分狭い範囲に限定されているといえるが、それでもなお以上のような方針の定めにくい局面に陥る理由は、実は、国土をどのように発展させていくのかという上位計画と切り離せない側面があるためではないかと思われる。道路が提供する製品としての性能とその計測方法は、使われ方を明確にすることでよりの確なものへとブラッシュアップされていくと期待される。

**謝辞：** 本論文は、平成24年度～平成26年度交通工学研究会基幹研究「道路の交通容量とサービスの質に関する研究グループ 交通容量分科会」における議論を参考にしている。ただし本稿の内容は著者らが責任を負うべきものである。ここに関係各位へ深く謝意を表す。

#### 参考文献

- 1) 中村英樹：道路交通の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.
- 2) 喜多秀行，前田信幸：道路交通における走行サービスの質とその計測：効用アプローチに基づく方法，土木学会論文集，No.772/IV-65，pp.3-10，2004.
- 3) 中村英樹，鈴木弘司，劉俊晟：ドライバーストレスの観測計測に基づく高速道路単路部におけるサービス水準の評価，土木学会論文集，No.772/IV-65，pp.11-21，2004.
- 4) 中村英樹，加藤博和，鈴木弘司，劉俊晟：ドライバー主観の計量による高速道路単路部のサービスの質の定量化とその要因分析，土木計画学研究・論文集，Vol.17，pp.941-946，2000.
- 5) 交通工学研究会，性能照査型道路計画設計のための交通容量とサービス水準に関する研究—研究成果（中間報告），2011.
- 6) 中村英樹，大口敬，森田緯之，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.31，2005.
- 7) 桑原雅夫，中村英樹，大口敬，森田緯之，尾崎晴男：階層的道路ネットワーク—計画体系のモデル化，土木計画学研究・講演集，No.35，2007.
- 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，No.33，2006.
- 9) 中村英樹，小林正人，Catbagan, J. L.: 追従車密度を考慮した往復 2 車線道路における付加追越車線の設置水準に関する研究，土木学会論文集 D3，Vol.67，No.3，pp.270-282，2011.
- 10) 内海泰輔，浜岡秀勝，中村英樹：往復分離 2 車線自専道の速度性能曲線の定式化，土木学会論文集 D3，Vol.67，No.3，pp.261-269，2011.
- 11) 洪性俊，大口敬：多車線高速道路における統合型速度推定モデル，土木学会論文集 D3，Vol.67，No.3，pp.244-260，2011.
- 12) 例えば，中村英樹，大口敬：-Editorial- 性能照査型道路計画設計の導入に向けて，土木学会論文集D3，Vol.67，No.3，p.198，2011.
- 13) Kita, H. and Kouchi, A.: Quantifying Perceived Quality of Traffic Service and Its Aggregation Structure, *Transportation Research Part C*, Vol. 19, pp.296-306, 2011.
- 14) 石橋善明，小藪英彦，河内朗：道路利用者満足評価に基づく高速道路のサービス水準の評価，土木学会論文集，No. 772/IV-65，pp.41-51，2004.
- 15) 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，土木計画研究・講演集，No.34，2006.
- 16) 森田緯之：『道路構造令の解説と運用』にみる日本の道路計画・設計思想の変遷，土木学会論文集 D3，Vol.67，No.3，pp.203-216，2011.
- 17) 日本道路協会：道路構造令の解説と運用，2004.
- 18) 早河辰郎，中村英樹：幹線街路における沿道アクセス機能に応じた旅行速度性能曲線の定式化，土木計画学研究・講演集，No.39，2009.
- 19) 山中英生：交錯指標による自転車・歩行者混合交通のサービスレベル評価方法と分離必要度の分析，土木学会論文集 D3，Vol.68，No.1，pp.49-58，2012.
- 20) 山中英生，半田佳孝，宮城祐貴：ニアミス指標による自転車歩行者混合交通の評価法とサービスレベルの提案，土木学会論文集，No.730/IV-59，pp.27-38，2003.
- 21) 山中英生，田宮佳代子，山川仁，半田佳孝：自転車走行速度に着目した歩行者・自転車混合交通の評価基準，土木計画学研究・論文集，Vol.18，pp.471-476，2001.
- 22) 橋本雄太，小林寛，山本彰，上坂克巳：都市間道路のサービス水準の実態と道路階層性評価，土木計画学研究・講演集，No.45，2012.

(2013.5.7 受付)

## DISCUSSION ON MEASUREMENT OF LEVEL OF SERVICE ON ARTERIAL CORRIDOR

Makoto KASAI and Takanori ODA