

性能照査型道路計画設計手法の 実用展開に向けて

中村 悟¹・内海 泰輔²・阿部 義典³・神戸 信人⁴・下川 澄雄⁵

¹ 非会員 八千代エンジニアリング株式会社 道路・交通部 (〒111-8648 東京都台東区浅草橋 5-20-8)

E-mail: st-nakamura@yachiyo-eng.co.jp

² 正会員 株式会社 長大 社会基盤事業本部 (〒550-0013 大阪市西区新町 2-20-6)

E-mail: utsumi-t@chodai.co.jp

³ 正会員 国際航業(株) インフラマネジメント部 (〒183-0057 東京都府中市晴見町 2-24-1)

E-mail: yoshinori_abe@kk-grp.jp

⁴ 正会員 (株)オリエンタルコンサルタンツ 交通運輸事業部 (〒151-0071 東京都渋谷区本町 3-12-1)

E-mail: kanbe@oriconsul.com

⁵ 正会員 日本大学教授 理工学部 (〒274-8501 船橋市習志野台 7-24-1)

E-mail: shimokawa.sumio@nihon-u.ac.jp

性能照査型道路計画設計手法に関する実務者向け解説書として「機能階層型の道路ネットワークのためのガイドライン」が作成・公開されている。しかしながら、実務への適用に向けいくつかの課題が指摘されており、現在、交通工学研究会 基幹研究のなかで改訂作業を進めているところである。本稿では、性能照査型道路計画設計手法の実用展開をより進めるために、実務上での性能照査のポイントや流れを再整理するとともに、新規・改良道路など交通の実績データが利用できない場合でも実務者が比較的容易に実施できるよう性能曲線を活用した簡易的な性能照査手法について紹介する。

Key Words: road planning and design, performance evaluation, performance curve

1. はじめに

平成 30 年 9 月に公表された機能階層型道路ネットワーク計画のためのガイドライン (案)¹⁾ (以下、現ガイドライン) では、機能階層型道路ネットワークの考え方や実務における性能照査の手順等が示されている。このガイドラインを参考にした性能照査型道路計画設計手法が一部の業務に導入されつつある^{2,3,4)}。

しかし、実務での適用事例が拡大している状況は確認出来ず、現状で性能照査型道路計画設計手法が十分に普及しているとは言い難い。本手法の実用展開を進めるためには、現ガイドラインの実務への適用における課題を整理した上で、より活用しやすいものに改定することが望ましい。

そこで本稿では、性能照査型道路計画設計手法の実用展開をより進めるために、実務上での性能照査のポイントや流れを再整理するとともに、新規・改良道路など交

通の実績データが利用できない場合でも実務者が比較的容易に実施できるよう性能曲線を活用した簡易的な性能照査手法について提案することを目的とする。

2. 性能照査型の道路計画設計¹⁾

(1) 性能照査型の道路計画設計のポイント

性能照査型の道路計画設計のポイントは、現ガイドラインにおいて以下の通り整理されている。

1) 道路種別や計画交通量などから横断面構成や設計速度を決定し、設計区間のクリティカルな線形を決定する。現行の計画・設計の考え方に加えて、拠点間の連絡レベルや交通機能から道路の階層と目標旅行速度を設定し、これを実現する道路構造を決定すること。

2) 拠点間の目標旅行時間やこれらを連絡する道路階層の目標旅行速度 (交通サービスの質) を保障する性能照査という仕組みを取り入れること。

3) 道路の機能について、「通行機能」は「移動機能」へ、「アクセス機能」は「沿道出入機能」へと、本質的な意味に捉えなおすこと。

これらの道路計画設計のポイント・意義は、ガイドラインを改定する際にも踏襲する必要がある。

(2) 現ガイドラインにおける計画のフロー

現ガイドラインでは、道路の交通性能を照査する道路ネットワーク計画の流れを図-1 のように示している。まず、地域現況と上位計画から地域特性、現況の道路交通状況から交通特性、現況道路網と将来道路網構想からネットワーク特性を整理し、「拠点間の連絡性能目標」と「道路の機能階層と性能目標」を設定して必要な道路機能を明確化した望ましい機能階層型道路ネットワークを計画する。

次に、計画した道路ネットワークを実現するために、現況道路ネットワークの性能照査を行う。仮に性能を満足しない場合は、性能目標の達成に向けた道路構造を検討して改善計画（案）を策定し、改善計画（案）の箇所毎に個別箇所の道路構造や交通運用の設計を行い、改善計画（案）を事業化につなげていく検討手順になっている。

3. 実用展開に向けた現ガイドラインの課題

(1) 性能照査の確実な実施

現ガイドラインの性能照査では、1) 拠点間を連絡する経路全体を対象に、2) 交通需要に係わらず自由走行時に発揮できる交通性能（潜在性能）と、ピーク時等の実際の交通需要を考慮した交通性能（顕在性能）の両方を実施することとされている。これは、潜在性能の照査は、交通需要に関係なく道路のネットワーク構成や構造そのものが目標を達成できる機能を有しているか否かを照査する点、顕在性能の照査は、渋滞や前方の低速車等の影響を受ける中で性能目標の達成状況を照査する点、それぞれが重要であるためである。

しかしながら、1)については、構想段階など拠点間の道路ネットワーク整備を検討する業務では連絡経路全体を対象とする一方で、新規事業採択時評価などでは特定区間のみを対象とするなど、全体と区間の両方を扱うことが求められる業務は必ずしも多くない。また、2)については、潜在性能、顕在性能の両方を必ず照査する点は、それぞれ未達の場合に改善計画（案）を検討するステップも踏まえると、作業負荷が高くなってしまいう懸念がある。

性能照査にあたっては、拠点間連絡経路全体を対象に潜在性能の照査と顕在性能の照査のいずれについても実施することが望まれるところではあるが、実用展開を

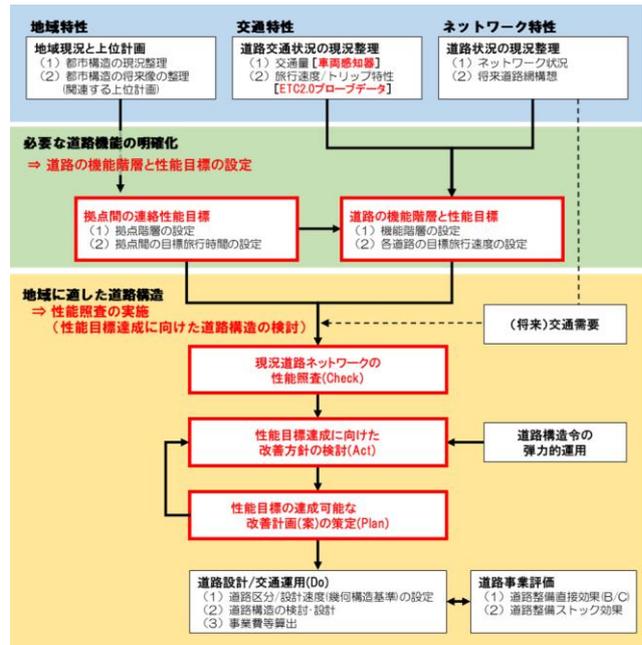


図-1 現ガイドラインにおける道路ネットワーク計画の流れ

図するためには、構想段階、事業評価段階などその業務目的に合わせて、1) 対象区間（経路全体か/特定区間か）と 2) 照査対象（潜在性能か/顕在性能か）を使い分け出来るようにするなど、むしろ性能照査を確実に実施できるような配慮も必要であると考えられる。

(2) 簡便な性能照査の実施

拠点間の連絡経路や道路区間の交通性能を照査した結果、万一、性能目標を達成できていない場合には、構想・新規道路の整備や道路構造・交通運用の見直しなど改善策を検討することとなるが、その際、改善策の妥当性を照査するためには、改善時の旅行速度が必要となる。

ここで、交通量配分モデルは通常は日ベースの推計であり、また交差点立体化による遅れの解消などの改善策の効果は評価できないことに留意が必要である。そのため、主要な交差点が多数存在するような路線の効果や面的なネットワーク効果を照査する際には、交通シミュレーションモデルを用いて拠点間や代表地点間、道路区間毎等の旅行時間を算出して照査することが一般的な手法といえる。

しかしながら、交通シミュレーションモデルでの照査には多くの工数を要することから、実施が困難であったり、また複数考えられる改善策の中から有効な対策案をトライアンドエラーによって絞り込んでいく作業には必ずしも適用性が高いとは言えない。

そこで、実用展開を図るためには、旅行速度を容易に推定し照査できることが望まれる。

4. ガイドライン見直しのポイント

3で整理した現ガイドラインの課題に対し、現ガイドラインのポイントを踏襲した上で、実務でより活用しやすいものとするために、(1)性能照査の流れの見直し、(2)改善策のポイント整理、(3)性能曲線の活用の視点で、見直し内容を提案する。

(1) 性能照査の流れの見直し

a) 全体構成

現ガイドラインにおける計画の流れにおける、地域特性、交通特性、ネットワーク特性から性能目標を定めるまでのステップを簡素化し、拠点間連絡の「性能目標」など性能照査を実施する際の条件を設定するパート[A]と、性能照査の実施に関するパート[B]の構成とする、道路ネットワーク計画の流れとする見直し案を提案する。具体的には図2に示すとおりである。

b) 拠点間連絡の「性能目標」等の設定 (パート [A])

拠点間の連絡性能を照査するため、対象とする拠点の位置づけや有する機能、人やモノなど拠点間相互の交流の実態、「依存」や「連携」といった2拠点間の関係性などをもとに、拠点間の目標とする旅行時間（以下、目標旅行時間）を性能目標として設定する。また一方で、これら2拠点を連絡する現状の経路を抽出したうえで、種級区分や道路構造要件等をふまえ、インター間や主要な交差点間といった道路区間ごとに道路階層を設定する。

ここで、拠点は、拠点となる都市の位置付け、有する施設や機能に基づいて拠点階層を設定する他に、新広域道路交通計画において示されている交通拠点（都市、重要な空港・港湾等）を参考に設定することが考えられる。また、経路の設定にあたっては、各地域の広域道路ネットワーク計画や事業路線等に留意する。

c) 性能照査 (パート [B])

設定した2拠点間の目標旅行時間や、各道路区間で設定した階層にもとづく目標旅行速度等を性能目標とし、拠点間連絡経路や各道路区間で実現している旅行時間・旅行速度の交通性能を照査する。ここで、拠点間連絡経路とインターや主要な交差点間などを構成する道路区間の2段階で交通性能を照査することを基本とする。但し、拠点間の道路ネットワーク整備を検討する際は前者のみ ([1.])、道路の事業評価のように特定区間のみを対象とする場合は後者のみ ([2.])、といったように道路事業の段階に応じてどちらか一方の照査のみを行うことも考えられる。

まず、拠点間連絡経路の性能照査 ([1.]) では、対象

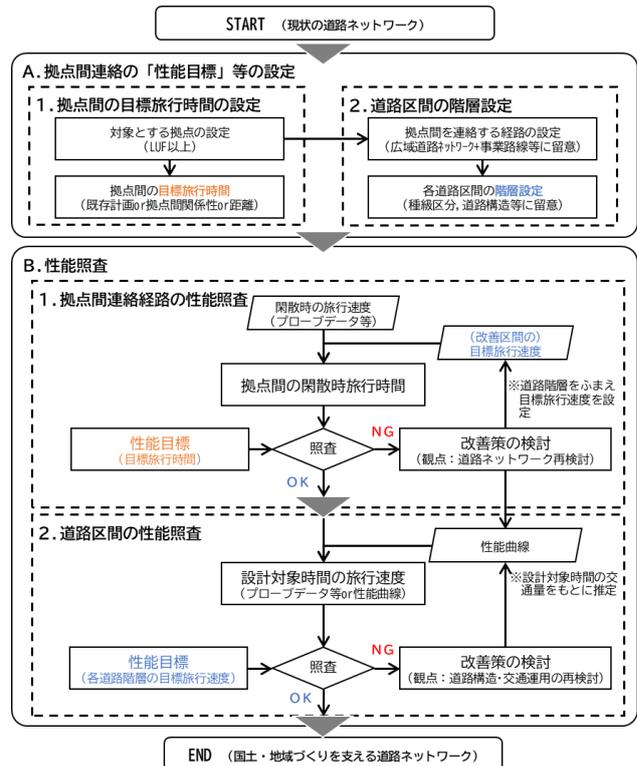


図2 道路ネットワーク計画の流れの見直し案

とする連絡経路が、そもそも拠点間の目標旅行時間を達成できる構成となっているかどうか、潜在性能を照査する。具体的には、連絡経路を利用した際の旅行時間を算出し、目標旅行時間と比較する。万一、算出した旅行時間が目標旅行時間を大幅に上回る場合には、自専道のような高い移動機能を有する道路・区間が不足していることが考えられ、道路階層の見直しも含めた道路ネットワークの構成そのものの観点から改善策を検討することが必要となる。なお、ここでは、道路ネットワークの構成に着目し交通性能を照査するため、できる限り交通要因によって生じる遅れを取り除いた状態で照査することが望ましい。そのため、照査対象とする旅行時間は夜間など交通量が少ない「閑散時」のものとする。

次に、道路区間の性能照査 ([2.]) では、各道路階層の目安となる目標旅行速度と実際の旅行速度等をもとに、道路区間の顕在性能を照査し、当該区間の道路構造や交通運用の妥当性を確認する。仮に目標旅行速度を下回る場合には、交差方法や車線数の見直し、信号制御の改善といった道路構造や交通運用の観点から改善策の検討が求められる。ここでは、他の交通等が存在するような一定の交通需要が存在する交通状況下でも交通性能が担保できるよう、本照査では各道路区間の地域・道路特性に応じて照査対象とする時間（以下、設計対象時間）を定め、その際の旅行速度で照査する。

拠点間連絡経路の性能照査 ([1.]) では潜在性能のみ、道路区間の性能照査 ([2.]) では顕在性能のみを、照査

対象とすることで現ガイドラインの手法に比べて作業負荷を低減させ、またどちらか一方の照査のみを選択することも可能とする性能照査手順とすることで、実務でより活用しやすいものとし、性能照査の実施促進を図っている。

(2) 改善策検討のポイント整理

改善策を検討する際の視点としては、大きく 1) 拠点間連絡経路構成の再検討と、2) 各道路区間の構造要件や接続形式・間隔の見直し、の2つが挙げられる。このときは、パート[A]で設定した各道路区間の道路階層および目標旅行速度の目安を活用すると良い。

たとえば、各道路区間の目標旅行速度によって算出される拠点間の旅行時間が、性能目標である目標旅行時間を大幅に超過する場合には、図-3に示すように、新たに移動機能の高い道路を整備するなど道路の階層設定を見直し、ラインホールやアクセス/イグレス道路の交通性能を大幅に向上させることが必要となる（拠点間連絡経路構成の再検討）。

一方、目標旅行時間を達成している場合には、拠点間連絡経路構成自体は問題がないと考えられる。そのため、閑散時の旅行速度と目標旅行速度との乖離が大きい区間に着目し、図-4に示すように、構造要件や接続形式・間隔等の見直しの観点から旅行速度の向上策を検討することとなる。この時、(3)の性能曲線を活用することで、改善に向けた道路構造や接続形式・間隔の要件を整理することができる。

このほか、ラインホールにおいては隣接する道路区間の連続性についてもチェックし、万一、道路階層が不連続な区間が存在する場合には、連続性が保てるよう当該区間の階層設定を見直すことが望ましい。

(3) 性能曲線の活用

拠点間の連絡経路や道路区間の交通性能を照査した結果、万一、性能目標を達成できていない場合には、構想・新規道路の整備や道路構造・交通運用の見直しなど改善策を検討することとなるが、その際、改善策の妥当性を照査するためには、改善時の旅行速度が必要となる。

この際、簡易に推定することが可能な時間交通量から旅行速度を容易に算出できることが出来れば、交通シミュレーションの実施に比べ、改善策の性能照査の負担を軽減することが可能となる。そこで、時間交通量と旅行速度の関係を示す曲線を性能曲線と呼び、改善策の性能照査においては、予め用意した性能曲線を使用することが実用展開を図るためには重要となる。

性能曲線の基本的な形状は、一般に旅行速度は交通量が0台/hのとき最大となり、交通量が増加するにつれ低下する。これは、交通量が少ないときには他車の影響が

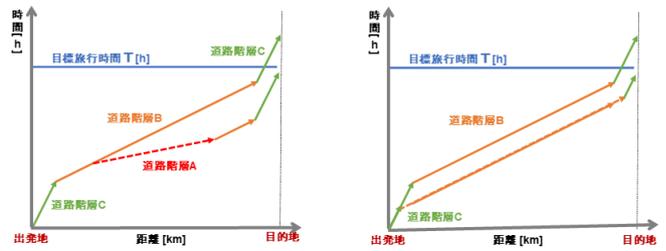


図-3 拠点間連絡経路構成の再検討イメージ
(左：ラインホールの交通性能の向上、
右：アクセス・イグレス道路の交通性能向上[ラインホールの延伸])

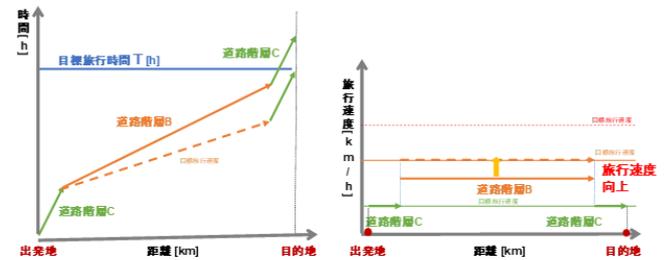


図-4 構造要件や接続形式・間隔等の見直しによる
旅行速度向上イメージ

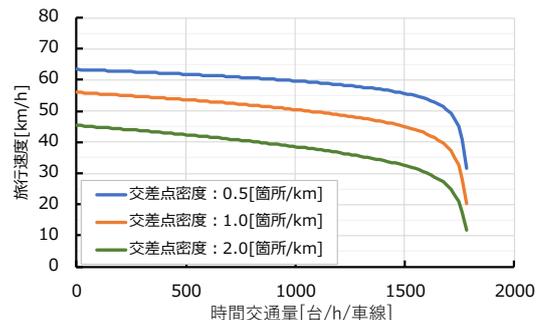


図-5 一般道の性能曲線 (例)

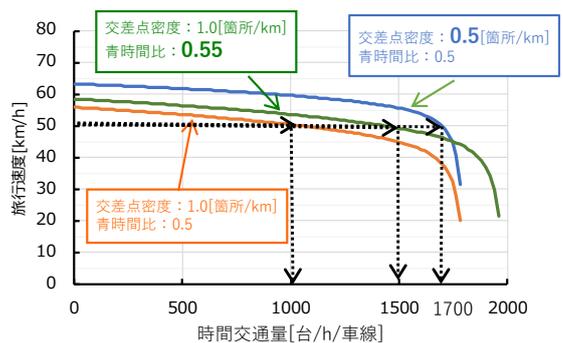


図-6 目標旅行速度(50km/h)達成に必要な
道路構造条件・交通条件の検討イメージ

小さく自由に走行できるのに対し、交通量が増加するにしたがい前方の低速車など他車の影響を受け速度が低下するためである。性能曲線は、アクセスコントロールされた「中断のない道路（自専道）」と、信号交差点による「中断のある道路（一般道）」でその特徴は異なる。

中断のない道路（自専道）の性能曲線は、近田ら⁵⁾の研究で、高速道路の車両感知器データから、道路構造条件別の QV 関係の回帰式を得る研究が進められており、この研究成果の活用が期待できる。

中断のある道路（一般道）の性能曲線は、柿元ら⁶⁾の研究で、信号交差点による影響を考慮できる時間交通量と旅行速度の関係式 (1)が提案されており、本式が活用できる。

$$v_s(q) = \frac{1}{\frac{1}{v} + D_s \cdot \left\{ \frac{(1-g)^2}{2(1-g \cdot Z)} C + \frac{Z^2}{2q(1-Z)} \right\}} \quad (1)$$

ここに、 $v_s(q)$ は時間交通量 q における（交差点での待ち時間を考慮した）区間の旅行速度、 v は単路部での旅行速度[km/h]、 g は青時間比、 C はサイクル長[h]、 q は流入部の交通量[pcu/h/lane]、 Z は流入部の需要率= q/c 、 c は流入部の交通容量 ($c = S \cdot g$)、 D_s は信号交差点密度[箇所/km]、 S は可能飽和交通流率[pcu/h]である。

式 (1)は、区間の旅行時間を区間内の単路部の走行時間と信号交差点の待ち時間によって構成されたものであるため、図-5に例示するように交通量 0 台/h のときにも信号交差点の影響による速度低下が考慮できる特徴がある。

これらの自専道および一般道の性能曲線を活用することで、実測データがない場合でも、拠点間連絡経路の性能照査 (I.1) において、各道路区間が有する基本的な交通性能（潜在性能）である閑散時の旅行速度を把握することができる。また、道路区間の性能照査 (I.2) において、設計対象とする時間交通量を設定すれば、その時の旅行速度を簡易に推定することが可能となる。

併せて、改善策を検討する段階においては、選択可能な道路構造条件・交通条件を設定し、複数の性能曲線を描くことで、目標達成が可能な道路構造・交通運用条件を確認するツールとしても活用可能となる。例えば、図-6に示す例では、目標旅行速度 50[km/h]を達成するために必要となる交差点密度、青時間比、時間交通量の条件が性能曲線より読み取れる。

5. まとめと今後の課題

本稿では、性能照査型道路計画設計手法の実用展開に向け、実務上での活用場面に留意し性能照査の意義や流れ、ポイント等について再整理するとともに、新規・改良道路など交通の実績データが利用できない場合でも実務者が比較的容易に実施できるよう性能曲線を活用した簡易的な性能照査手法について提案した。

今後は、本手法の実用可能性を確認すべく、性能照査方法の妥当性やケーススタディによる適用可能性の検証を行っていくことが必要である。その上で、ガイドラインの改定に向けた検討作業を進めていく予定である。

謝辞：本稿の執筆にあたっては、一般社団法人 交通工学研究会の基幹型研究「道路の交通容量とサービスの質に関する研究」委員の皆さまから貴重なご意見・ご助言を頂いた。ここに記して謝意を示す。

参考文献

- 1) 一般社団法人交通工学研究会：機能階層型道路ネットワーク計画のためのガイドライン（案），2018.9.
- 2) 加藤哲，柴田優作，矢澤修一，川渕友寛，草野孝佳，中村悟：新潟都市圏を対象とした道路ネットワークの性能照査の実務への適用，土木計画学研究・講演集，Vol.62, CD-ROM, 2020.11.
- 3) 大久保証文，坂田知己，西山祐司，湯浅貴大：新規道路整備における性能照査型道路計画の適用事例，土木計画学研究・講演集，Vol.62, CD-ROM, 2020.11.
- 4) 岩澤功英，阿部義典，深井靖史，葛西誠，浜岡秀勝：秋田都市圏道路網の現状分析と機能階層型環状道路網の形成について，土木計画学研究・講演集，Vol.62, CD-ROM, 2020.11.
- 5) 近田 博之，石田 貴志，野中 康弘，山本 隆，鳥海 梓：高速道路における道路構造条件別の速度性能曲線に関する分析，土木計画学研究・講演集，Vol.66, CD-ROM, 2022.11.
- 6) 柿元 祐史，鈴木 弘司，下川 澄雄，泉 典宏，高橋 健一：一般道の旅行速度の性能照査に向けた性能曲線の設定に関する研究，土木計画学研究・講演集，Vol.66, CD-ROM, 2022.11.

(2023. 10. 13 受付)

TOWARDS DIFFUSION OF PRACTICAL APPLICATION OF THE PERFORMANCE-ORIENTED ROAD PLANNING AND DESIGN

Satoru NAKAMURA, Taisuke UTSUMI, Yoshinori ABE, Nobuto KANBE
and Sumio SHIMOKAWA