

道路計画設計における 実用的な性能照査実施方法の提案

野中 康弘¹・泉 典宏²・下川 澄雄³・大口 敬⁴・中村 英樹⁵

¹正会員 株式会社道路計画 (〒170-0013 東京都豊島区東池袋2-13-14 マルヤス機械ビル)

E-mail: y_nonaka@doro.co.jp

²正会員 株式会社オリエンタルコンサルタンツ (〒450-0003 愛知県名古屋市中村区名駅南2-14-19)

E-mail: izumi@oriconsul.com

³正会員 日本大学教授 交通システム工学科 (〒274-8501 千葉県習志野市習志野台7-24-1)

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

⁴フェロー会員 東京大学生産技術研究所教授 生産技術研究所 (〒153-8505 東京都目黒区駒場4-6-1)

E-mail: takog@iis.u-tokyo.ac.jp

⁵フェロー会員 名古屋大学大学院教授 環境学研究科 都市環境学専攻

(〒464-8603 名古屋市千種区不老町C1-2(651))

E-mail: nakamura@genv.nagoya-u.ac.jp

我が国の道路の計画設計において、道路に期待される性能の一つである旅行速度に着目すると、設計速度に応じた道路構造基準による計画設計だけでは、実態としてその性能が十分に発揮されない現状がある。これは、例えば一般道において、旅行速度を大きく左右する信号交差点密度や沿道出入りなどの影響が考慮されていないことによる。すなわち、計画設計段階において旅行速度に影響する要素を洗い出し、実現する交通運用状態を的確に評価することにより、その道路が求められる性能を発揮できるかどうかを照査しながら道路の計画設計を進めるための実務的方法論の検討が必要である。本稿では、道路の走行性能のうちトラフィック機能について、旅行時間・旅行速度を指標として、性能目標の達成の可否を照査する手順及びその実用的な方法を提示する。

Key Words : highway planning, highway design, target travel speed, traffic performance

1. はじめに

我が国の道路の計画設計は、概説すると設計基準交通量による車線数決定と設計速度による道路幾何構造の計画設計によって行われてきた。しかし実現する旅行速度は渋滞の影響がない場合でも信号交差点の影響や沿道出入りの影響などにより速度低下を余儀なくされている場合が各所にあり、その道路に本来期待される走行性能が十分に発揮されていないのが実情である。

このため、道路の計画設計段階において、求められる機能によって道路を階層別に分類し、各階層において目標とする旅行速度を確保するための性能照査型道路計画設計手法の意義と手法が中村・大口・下川ら^{1) - 4)}によって示されてきたところである。

本稿では、これまで示されてきた性能照査型道路計画設計手法について、道路の走行性能のうちトラフィック

機能の面から、旅行時間・旅行速度を指標として、性能目標達成の可否を照査する手順、及びその実用的な方法を提示するものである。

2. 性能照査の意義と概略手順

(1) 性能照査の意義

我が国の道路は先に述べたとおり、設計基準交通量と設計速度を基本に計画設計されてきた。これは言わば仕様型の計画設計である。具体には、PDCAサイクルにおける「Plan」において所与の条件から定まる仕様で道路構造を決定して計画設計し、供用に至っており、完成した道路が実際に発揮される走行性能についての照査は行われないうままであった。また、供用後に渋滞問題が生じた際にはボトルネック対策やバイパス計画などが講じら

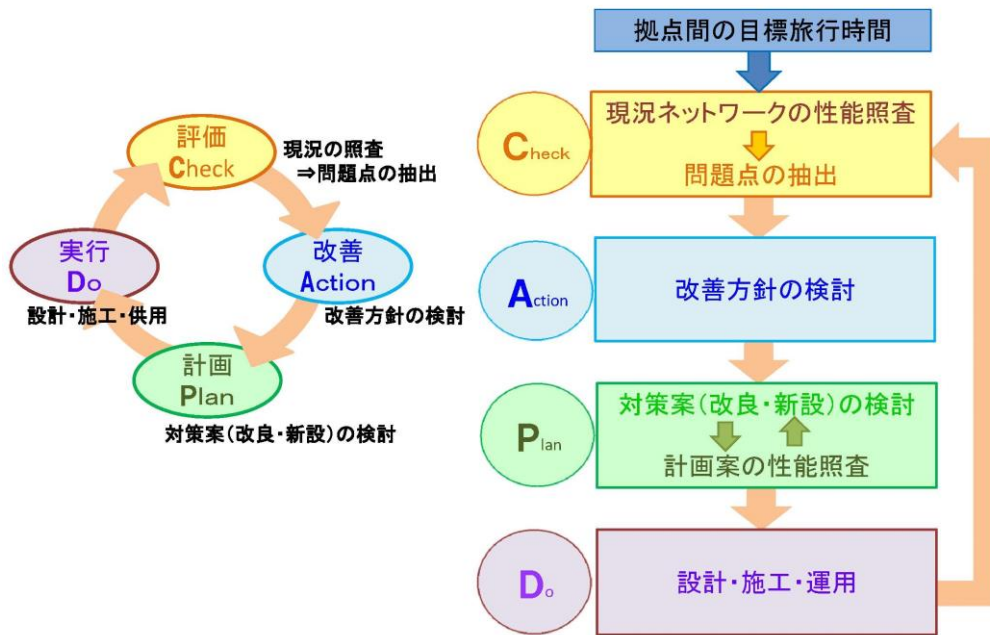


図-1 性能照査の概略手順

れてきたが、その際にもネットワークとしての拠点間の旅行時間に対する性能照査は行われず、また信号交差点等による旅行速度低下の影響など、区間を対象とした走行性能も照査されてこなかった。

結果として我が国の道路では、一般道において設計速度 80km/h の道路構造規格により設計された道路が数多くあるものの、実態として旅行速度が 80km/h に近い性能を発揮できている道路は少ない状況にある。このため、道路の速度階層は旅行速度の低い一般道と高速道路に二極化され、中間速度域の性能を発揮できる道路が少ないのが実情である⁴⁾。

このように道路の階層に応じた旅行速度が確保されていない現状から脱却し、所期の目標を達成できる道路計画設計手法が望まれるところであり、性能照査型道路設計手法はその意義のもとに提案されているものである。

(2) 性能照査の概略手順

上述した現状道路の問題点の体系的整理と階層化による問題解決のアプローチについては、阿部ら⁵⁾が示しているところであり、さらに性能照査型道路設計手法の実務的適用について、高橋ら⁶⁾及び柳沢ら⁷⁾が現況ネットワークを対象に交通需要の影響は加味しない段階での方法論を展開している。

ここでは、これまでの研究をもとに性能照査型道路計画設計の手法を体系的に整理し、実用的な実施方法について述べる。

図-1 は性能照査の概略手順を示したものである。ある種の計画から実行、評価、改善を検討する際の PDCA

サイクルは、「Plan」から開始することが一般的である。一方で今後の道路計画設計を念頭に置く場合、既に道路ネットワークの大半が完成をみている状況を鑑みると、現況ネットワークを前提として検討することが現実的であると考えられる。

よって、ここでは「Check」の段階から開始する流れで性能照査の概略手順を整理する。なお、新規に道路ネットワークを計画する場合には、「Plan」から開始するように読みかえられるように配慮する。

a) 拠点間の目標旅行時間の設定

拠点間の目標旅行時間の設定方法については、後藤ら^{8) 9)}によって示されている。概略の手順としては、拠点階層を定義し、連絡すべき拠点階層と連絡レベルを設定して拠点間の目標旅行時間、拠点階層に対応した目標旅行速度を設定する。

b) 現況ネットワークの性能照査 (Check)

道路の走行性能照査は、設定した拠点間の目標旅行時間に対して、達成の可否を判定することにより行う。

「Check」の位置づけとなる現況ネットワークの性能照査では、道路交通センサスや民間プローブデータ等の現道の走行状態を計測したデータにより行う。

現況ネットワークの性能照査により、目標旅行時間が達成できない場合は、ネットワーク構成そのものや目標が達成できない原因となる区間の問題点を抽出する。この際、従前の問題点把握のように渋滞の問題だけを扱うのではなく、所期の目標としている各階層の道路区間が目標速度を発揮できているかどうか、拠点間の目標旅行時間が達成できているかどうかを指標として判定するこ

とが重要な視点である。

c) 改善方針の検討 (Action)

現況ネットワークの照査において、目標旅行時間が達成できない場合には、改善方針を検討する。この際、交通需要によらず潜在性能として目標が達成できない場合には、ネットワークそのものの構成に問題があることから、高い速度域の階層の道路を組み込む等の改善方針が必要である。

d) 対策案の検討及び性能照査 (Plan)

改善方針を基に、対策案を検討する。対策案の検討において、従前はボトルネック対策であったり、バイパスの整備等の計画を仕様型の計画設計により行ってきたが、本手法においては対策案について区間の目標旅行速度や拠点間の目標旅行時間が達成可能かどうかを判定する照査を行いつつ計画する。

この点において、従前の対策検討では拠点間の目標旅行時間の達成に対する照査が行われなまま計画されてきたため、パッチワーク的な対処療法となる場合があったが、計画段階で性能照査を行うことにより性能を發揮するための体系的な計画が可能となる。

e) 設計・施工・運用 (Do)

対策案の検討結果に基づき、設計・施工を行う。この際にも、性能照査に基づいて計画した道路機能を確保するための各種の事項（信号交差点密度や沿道出入りの制

約等）について十分に配慮した設計・施工が重要である。つまり、設計・施工段階において現地の状況に即した対応も必要であるが、その対応が性能を劣化させ得る要因とならないよう計画思想を遵守することが必要である。

(3) 交通需要を考慮しない性能照査の必要性

主に一般道において、交通需要が少ない場合でも、そもそも目標旅行速度を達成できない場合がある。

交通需要量にかかわらず目標速度を發揮できない場合とは、その道路が有する潜在的な走行性能（基本性能）そのものが不足していることを意味する。このような場合には、ピーク時云々の議論以前にネットワーク構成や道路構造そのもののあり方を見直す必要がある。このため、性能照査において、まずは交通需要を考慮しない道路の「潜在性能の照査」を行うことにより、根本の問題点を明確化することが重要である。

例えば、拠点間連絡において高速道路までのアクセス時間が長い場合などは、交通需要によらずそもそも拠点間目標旅行時間を達成できない場合がある。このような場合には、一般道区間の階層をあげて高い速度域の道路構造として再整備することや、ネットワーク構成として高速道路へのアクセスを短縮するためのスマートICを整備する等、ネットワークの基本的な性能そのものを高めることから検討することが必要である。

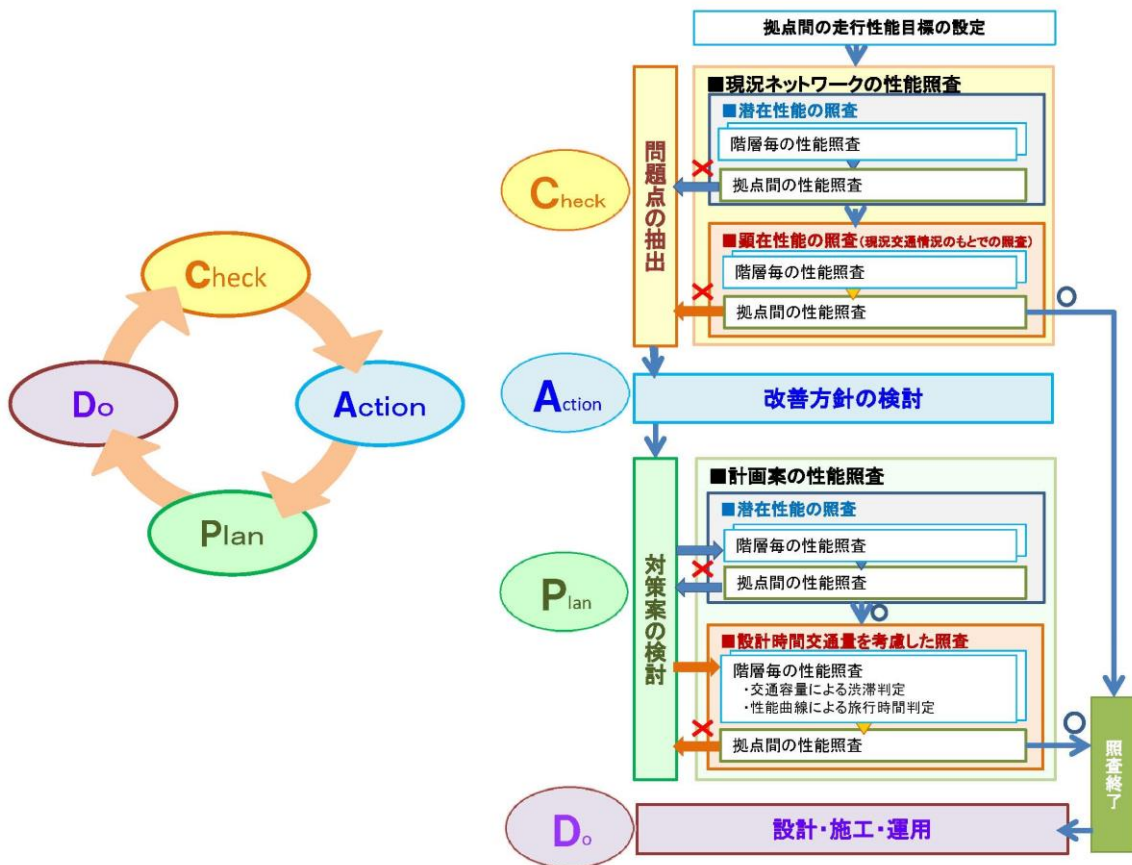


図-2 性能照査の具体的手順

3. 走行性能照査の具体的な実施方法

(1) 走行性能照査の具体的な手順

走行性能照査の具体的な手順を図-2に示す。前述の概略手順に加えて、詳細な手順として特記すべき事項は以下のとおりである。

- ・拠点間の性能照査を行うにあたり、拠点間には何段階かの道路階層が存在するが、性能照査は拠点間の主要経路における道路階層別の区間毎の旅行時間（速度）を判定するとともに、その結果を拠点間の主要経路で積みあげて、拠点間旅行時間の達成状況を判定することにより行う。
- ・現況ネットワークにおいては、問題点の抽出にあたり、「潜在性能の照査」と「顕在性能の照査（現況交通状況のもとでの照査）」の2段階で照査を行う。この「潜在性能の照査」は前述した「交通需要を考慮しない性能照査」を意味するものであり、「顕在性能の照査」はピーク時等の交通需要がある状態での性能照査を意味するものである。
- ・同様に、計画案の性能照査においても「潜在性能の照査」と「設計時間交通量を考慮した照査」の2段階で行う。

(2) 道路ネットワークの走行性能照査の実施方法

a) 現況ネットワークの性能照査の実施方法（Check）

現況ネットワークの性能照査は、まずは各道路の期待される機能等を踏まえて区間毎に階層を設定したうえで、その階層毎に「潜在性能の照査」を行い、これを拠点間で積み上げて拠点間の性能照査を行う。

潜在性能の照査は、交通需要の多少によらずそもそもそのネットワークや道路構造で目標旅行速度（旅行時間）が達成されているかどうかを判定する。この判定には便宜上、道路交通センサスや民間プローブデータで得られる「非混雑時」の旅行速度データを用いる。非混雑時であっても目標旅行速度（旅行時間）が達成できていない場合には、本来発揮すべき旅行速度が基本性能としても実現できない道路構造であることから、道路構造そのものさらには道路ネットワークの構成の妥当性の観点で問題点を抽出する。

次に、交通需要を考慮した「顕在性能の照査」を行う。顕在性能の照査は、当該道路におけるピーク時等の交通需要があった場合に目標旅行速度が達成できるかどうかを判定するものである。この判定には便宜上、「混雑時」の旅行速度データを用いる。

「潜在性能の照査」及び「顕在性能の照査」の方法は、用いるデータが異なるのみであり、具体的な方法は以下のとおりである。

具体的な各階層区間の評価の手順としては、まず図-3

に示す各区間の旅行速度図を作成し、各階層の期待される旅行速度に対して、それを下回っている区間を特定する。

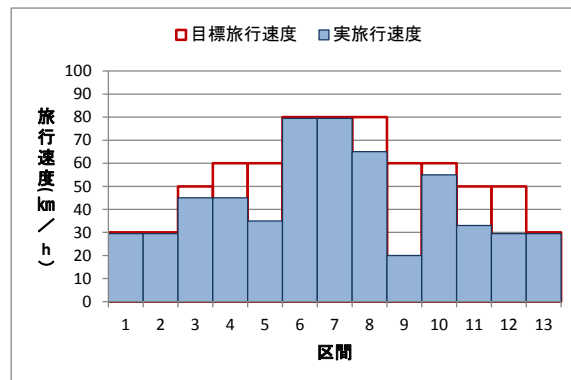


図-3 区間旅行速度図

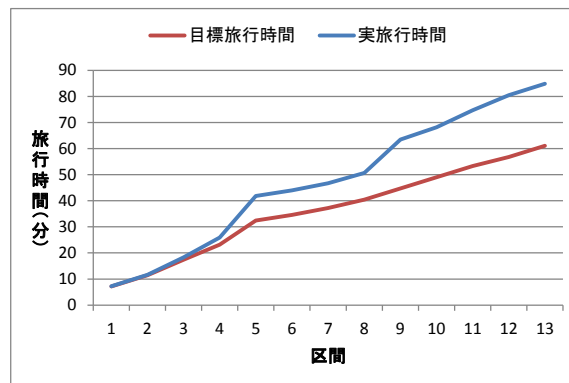


図-4 タイムスペース図

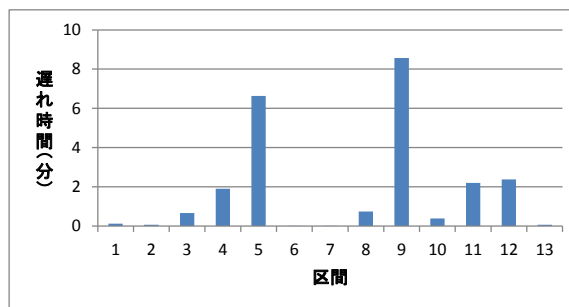


図-5 区間遅れ時間図

同時に、図-4に示すタイムスペース図を作成し、当該区間が目標としている旅行速度で走行した場合と実際の旅行速度を比較する。これにより目標旅行時間が達成できるか、どの区間で乖離が生じるかが把握できる。

さらに、図-5に示す区間ごとの遅れ時間(目標旅行速度による区間旅行時間と実測旅行速度による実旅行時間の差)を算定することで、具体的にどの区間でどの程度の「遅れ時間」が生じているかが把握できる。

拠点間の性能照査は、図-4で求めた階層別の旅行時間差を積み上げて、実際の拠点間の旅行時間と目標旅行時

間との差の有無から判定する。

照査の結果、目標旅行時間を達成できていない場合に、遅れが生じている区間とその区間の遅れの原因を特定する。問題箇所は、渋滞が生じている場合はもとより、渋滞していないにも関わらず旅行速度が低下している箇所についても問題箇所として抽出する。

＜問題箇所を評価する視点＞

潜在性能として、オフピーク時においても目標旅行時間を達成できない場合には、区間遅れ（信号交差点密度、沿道状況等）によって目標速度が確保できない影響について問題点を把握する必要がある。

また顕在性能として、ピーク時における渋滞の問題はもとより、渋滞しないまでもピーク時に遅れが生じる区間については、代表交差点での信号遅れの増大等の遅れの要因を把握する。

ここで、問題箇所(改善すべき区間)の抽出における留意点について述べる。例えば、信号交差点密度が高い場合や主要交差点で信号停止の確率が高い区間において区間旅行速度が低くなっている場合を考える。このケースでは、単路部では高い速度で走行できていたとしても、交差点での赤信号での停止時間の割合が高い場合に区間としての旅行時間は増大することから、遅れが増大している。したがって、渋滞していなくとも以下に示すような、遅れが生じる要因について確認し、対策の必要性・可能性を検討することが必要である。

① 交差点における遅れ時間からのチェック

- ・信号交差点密度、サイクル長、青時間比(赤時間の長さ)等の影響

② 交通の流れの面からのチェック

- ・左折車が横断歩行者との交錯で待ち時間が長く、遅れ時間が増大している。
- ・右折車が右折車線から溢れるために直進車線が閉塞され、遅れ時間が増大している。
- ・沿道出入り車両による速度低下(沿道からの左折出入りによる第一車線の速度低下、右折での施設出入りによる最内側車線の速度低下等)が生じている。
- ・バスの停車の影響により後続車が追い越し出来ないで速度低下を強いられている。等々

このように、渋滞していなくても旅行速度が低く「遅れが生じている区間」も含めて、問題箇所を抽出する。

b) 改善方針の検討 (Action)

旅行速度低下要因を踏まえて、要因を排除する対策を検討する。

なお、問題箇所だけで遅れを解消することが困難と考えられる場合には、他の区間も含めて路線の旅行速度を高めることや、場合によってはネットワークの構成を見

直すことも視野におき改善方針を検討する。

c) 計画案の性能照査の実施方法 (Plan)

対策案(改善計画)または新設の場合の走行性能の照査にも、①潜在性能の照査(交通需要量によらない走行性能照査)、②交通需要を考慮した場合の照査の2つの段階の照査を行う。交通需要を考慮した走行性能照査においては、計画設計時に対象とする「設計時間交通量」を用いて走行性能を照査する(以下、設計時間交通量を考慮した性能照査)。設計時間交通量は当該道路において設計の対象とする時間交通量であり、その道路のピーク特性を考慮して設定するものである(都市部の朝夕のピーク時を対象とした時間交通量、観光地のピーク特性を考慮した時間交通量等)。

設計時間交通量を考慮した性能照査においては、渋滞の発生をチェックする「交通容量による判定」と「走行性能曲線による旅行時間判定」の二つの判定を行う。

この判定の際に、対策案(または新設)の場合には、センサ値のような走行状態の実測値がないことから、実現する走行状態を推定する必要がある。

交通容量による判定は、交通需要と交通容量との比較により行う。交通需要には設計時間交通量を用い、交通容量は既往の知見¹⁰⁾や類似箇所の実測値から求めることにより設定する。

走行性能曲線による旅行時間判定は、交通量と走行性能の関係式(Q-V相関等)により判定する。交通需要には設計時間交通量を用い、その交通量時に発揮できる速度については、高速道路や一般道の単路部においてはQ-V相関とその影響要因の知見¹¹⁾¹²⁾等を参考に算定し、一般道の交差点を含む区間についても「交通量及び区間としての遅れ時間の関係」等の旅行速度に影響を及ぼす各種要因の知見¹³⁾¹⁴⁾¹⁵⁾から交通量と走行性能(遅れ時間、旅行速度、旅行時間)を算定して判定する。なお、一般道の遅れの要因としては、「交差点での停止遅れ」、「信号交差点密度」、「中央分離帯設置率」等があげられる。

d) 設計・施工・運用 (Do)

計画した道路構造・運用方法にもとづき設計・施工を経て供用を迎え、運用段階に入る。この際に車線運用や交通信号制御などの交通運用についても、計画時に考慮した各事項を引き継ぎ、目標旅行速度の維持に努めることが重要である。

4. おわりに

本稿では、道路の計画設計において性能照査をおこないつながりながらネットワーク計画・道路構造・交通運用の計画を行う手法について実用的な手順と方法を提示した。特

に、今後の道路の計画設計は既存の道路ネットワークを前提に改善していく計画となる場合が多いことから、現況ネットワークでの実態を照査することから開始し、改善方針を立案、対策案検討時に計画案の性能照査を行う方法について提示した。特に走行性能の根本となる道路ネットワークの潜在性能を照査することの重要性について提示した。また、計画設計段階において旅行速度に影響する要素の洗い出しとその反映方法についても既往の研究事例をあげたが、これについては今後一層の研究が必要であり、このサービス速度の推定方法及び影響要因とその影響度合い等について精度の向上が望まれるところである。

ただし、この精度の向上を待ってからではなく、いま明らかになっている事項等は逐次、計画設計に反映していくことが望まれる。今後は、本稿で提案したとおり、我が国の道路計画設計手法が、その道路が求められる性能を発揮できるかどうかを照査しながら計画設計を進める方法へと、転換していくことを期待するところである。

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, Vol. 31, CD-ROM, 2005
- 2) 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
- 3) 下川澄雄, 内海泰輔, 野中康弘, 中村英樹, 大口敬: 道路の階層区分を考慮した性能照査手法の提案, 土木計画学研究・講演集, Vol. 39, CD-ROM, 2009
- 4) 下川澄雄, 内海泰輔, 野中康弘, 中村英樹, 大口敬: 道路の階層区分を考慮した性能照査手法の意義と課題, 土木計画学研究・講演集, Vol. 45, CD-ROM, 2012.
- 5) 阿部義典・柳沢敬司・高橋健一・渡部数樹: 現状道路の問題点の体系的整理と階層化による問題解決へのアプローチ, 土木計画学研究・講演集 vol.45, CD-ROM, 2012.6.
- 6) 高橋健一・阿部義典・柳沢敬司・渡部数樹: 性能照査型道路計画設計の実務展開に向けたアプローチ, 土木計画学研究・講演集 vol.47, CD-ROM, 2013.6
- 7) 柳沢敬司・阿部義典・高橋健一: 性能照査型道路計画設計の既存道路ネットワークへの実務的適用, 土木計画学研究・講演集, Vol. 49, CD-ROM, 2014
- 8) 後藤梓・中村英樹: 階層型道路ネットワーク計画における道路間隔と目標旅行速度の設定方法, 土木計画学研究・講演集, Vol. 49, CD-ROM, 2014.
- 9) 後藤梓・中村英樹・下川澄雄・喜多秀行・内海泰輔: 日本における拠点設定と効率的な拠点間連絡を実現する階層型道路計画の枠組み, 土木計画学研究・講演集, Vol. 50, CD-ROM, 2014
- 10) 若林糾・泉典宏・野見山尚志: 一般道における交通容量とサービスの質に関する研究の現状, Vol. 49, CD-ROM, 2014.
- 11) 近田博之・邢健: 縦断勾配が速度に与える影響に関する実証分析, Vol. 49, CD-ROM, 2014.
- 12) 末益元気・遠藤学史・田沢誠也: 首都高速道路における交通量-速度曲線への影響要因分析, Vol. 49, CD-ROM, 2014.
- 13) 野村昭博・下川澄雄・森田綽之: 種級区分別サービス速度の実態分析 -第3種道路を中心として-, Vol. 49, CD-ROM, 2014.
- 14) 内海泰輔・泉典宏・山川英一・野見山尚志・若林糾: 交通性能照査型道路計画・設計のための走行サービス実態分析, 土木計画学研究・講演集, Vol. 49, CD-ROM, 2014.
- 15) 今田勝昭・小林寛・中野達也・高宮: 進航空写真等を活用した道路状況と旅行速度の関係についての実態分析, Vol. 49, CD-ROM, 2014.

(2015.4.24 受付)

A Practical Procedure of the Traffic Performance Evaluation for Highway Planning and Design

Yasuhiro NONAKA, Norihiro IZUMI, Sumio SHIMOKAWA, Takashi OGUCHI and Hideki NAKAMURA