

性能照査型道路計画設計のための年間を通じた時間交通需要変動推計手法の構築*

An Estimation Method of Hourly Traffic Demand Fluctuation throughout a Year for the Performance-oriented Highway Planning and Design *

内海泰輔**, 中村英樹***, 渡辺将光****

By Taisuke UTSUMI**, Hideki NAKAMURA*** and Masamitsu WATANABE ****

1. はじめに

我が国の道路の整備水準は年々向上し、既にながりの量的ストックが形成されてきているといえる。しかし実際の交通状況を見ると、都市間を連絡する幹線道路は依然として旅行速度が低く、交通容量の不連続性による交通渋滞等もなかなか解消されない。また、都市内街路は通過交通・路上駐車・歩行者/自転車が入り乱れ、混沌とした状況である。これらの根本は、計画段階における各道路の担うべき機能設定の曖昧さと、その機能に対応した明確な性能目標の不在によるところが大きいと考えられる。また、仮に性能目標が設定されたとしても、その性能目標と計画/設計道路で想定される交通状況とを照査し、適切な道路構造/交通運用の組合せを導入するという性能照査型道路計画設計の考え方は、現在のところ採り入れられていない。

我が国の道路の計画設計は、従来から道路構造令¹⁾に基づいてほぼ全国画一に行われている。この手法では、まず自動車専用道路(以下“自専道”)か否かと地方部/都市部の別によって第1種~4種に区分される。さらに、これらはそれぞれ、地形区分、道路種別、計画交通量などに依拠していくつかの級に細分されることで各道路の種級区分が決まり、その区分に依

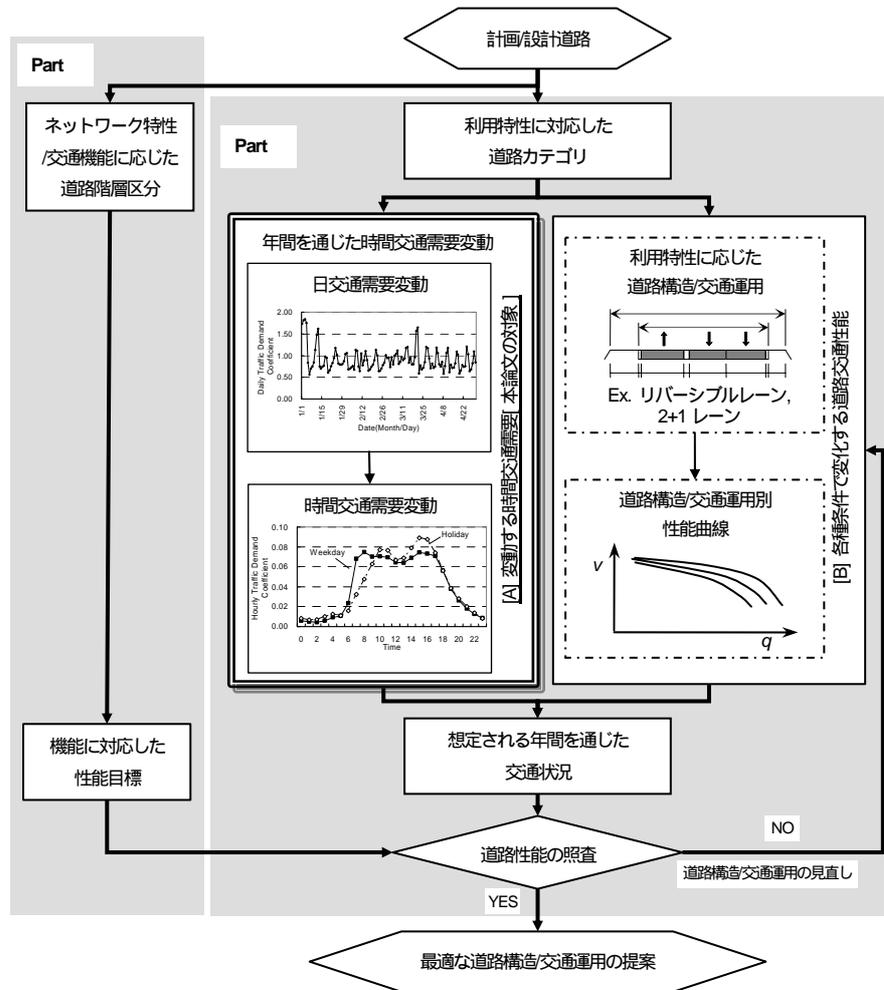


図-1 性能照査型道路計画設計手法のフレームワーク

じて道路の横断面がほぼ自動的に決定される。これはいわゆる仕様設計である。しかし、これらの種級区分は道路の機能との対応関係が曖昧であるとともに、実現するであろう道路性能がチェックされることのないままに道路構造がほぼ一義的に決定されてしまう点が問題である。そこで、中村ら^{2,3)}は図-1に示すようなフレームワークに基づく性能照査型の道路計画設計手法を提案し、その開発を行っている。

この様な方針で道路の性能照査を行なうためには、まずネットワーク特性/交通特性といった観点からその道路が担うべき機能を明確にし、それに対応した性能目標を設定することが必要である(図-1, Part)。また一

* キーワード: 交通量変動, 道路計画・設計, 性能評価
 **正会員 修(工) 名古屋大学大学院 研究員 工学研究科社会基盤工学専攻 (〒464-8603 名古屋市千種区不老町 E-mail: utsumi@genv.nagoya-u.ac.jp)
 ***正会員 工博 名古屋大学大学院 准教授 工学研究科社会基盤工学専攻
 ****非会員 修(工) 西日本電信電話株式会社

方で、計画/設計道路で想定される年間を通じた交通状況を推計すること(図-1, Part)が重要であり、これらを組合せ、比較・評価することによって道路性能の照査が可能となる。

我が国における機能に対応した道路区分に関する最近の研究として、中村ら³⁾、大口ら⁴⁾が提示している独自の道路階層区分試案がある。これは我が国の道路区分を根本から見直し、交通機能と都市・拠点間の連絡スケールの観点から理想的な道路階層区分の考え方を示したものである。

一方、想定される交通状況を推計するためには、各種条件で変化する道路交通性能(図-1[B])を明確にすることと、年間を通じて変動する時間交通需要(図-1[A])の特性を把握することが必要である。前者については、洪ら⁵⁾、稲野ら⁶⁾が自専道を対象に各種条件下での交通量 - 速度関係を分析しており、我が国における自専道の道路交通性能(交通量 - 速度曲線)が明らかになりつつある。後者については、従来から様々な文献や道路計画設計のガイドラインなどで述べられているものの、我が国の現行の道路計画/設計手法(以下、現行の設計手法とする)にその特性が十分考慮されているかは疑問である。

現行の設計手法では、年間8,760時間(=365日×24時間)の時間交通量を交通量の大きい順に並べ替えた後、上位30番目の時間交通量を設計時間交通量として用いている。これは、時間交通量図の曲線の傾きが急激に変化する点が一般的に30番目付近でみられるといった考えに基づくもので、この変曲点以降の交通量を対象に道路を計画/設計すると投資に対してカバーできる時間数が少なく不経済であり、また一方、変曲点以前を対象とすると、混雑による損失が著しく増大するためやはり経済的ではないからである。この30番目時間交通量の大きさは一般に地域特性によって異なるため、我が国では都市部、平地面部、山地部の3つの地域区分に対してそれぞれ9%、12%、14%のK値(30番目時間交通量/年平均日交通量

[AADT]×100)を設定している。しかし、この手法によって計画/設計道路の性能を評価すると、次のような問題が生じる。

問題1：不十分な路線特性、地域特性の考慮

時間交通需要の変動パターンが路線特性や地域特性などによって異なることは、既往研究⁷⁾で明らかにされている。山田ら⁸⁾や中村ら⁹⁾は、観光系道路のような交通量変動の大きな路線では現行の設計手法で用いられているK値が実態と大きくかけ離れている、と報告している。すなわち、現行の設計手法で設定されている3つの地域区分のみでは、多様な交通需要の変動パターンを的確に反映することは難しいと考える。

問題2：単一の時間帯を設計対象とする問題

30番目時間交通量のような特定の1時間の交通量で他の全ての時間交通量を代表させ、計画/設計道路の交通性能を評価することは、残り年間8,759時間の交通性能を適切に評価しているとは言えない。

問題3：顕在化時間交通量(需要)の時系列的因果関係の問題

実際の交通状況をみると、たとえある時間帯の交通需要が同一であっても、特に直前の時間帯に渋滞列が存在していた場合、その時間帯の交通状況は大きく異なってくる。しかし、現行の設計手法では、顕在化する時間交通量を並べ替えてしまうため、このような交通状況の時系列的因果関係を考慮できない。

上述の問題1に対して、筆者ら¹⁰⁾は、AADTや大型車交通量、昼夜率といった計画/設計段階で比較的想定しやすい交通指標を用いて、路線や地域の特性などを考慮した新たな道路カテゴリを表-1のように提案している。

問題2、3に対して、Brilonら¹¹⁾は、年間8,760時間を対象とした新たな道路の計画/設計手法を提案している。この手法を用いれば、年間8,760時間の交通需要と道路交通性能(交通量 - 速度曲線)とを対応付けることができ、道路性能を詳細に照査することができる。さらに、年間

表-1 筆者ら¹⁰⁾が提案する新たな道路カテゴリ案

大分類	特徴	小分類	詳細	一般道 [Highway]	自専道 [Motorway]
幹線 [Arterial]	大都市、主要都市間を連絡するように分布している。AADT、大型車交通量ともに多い。また、昼夜率が1.50以上と高く、夜間の利用も多い。	重要幹線	首都圏/関西圏などの大都市圏を連絡する幹線	H1：重要幹線 (88)	M1：重要幹線 (242)
		幹線	大都市圏と主要都市などを連絡する地方部の幹線	-	M2：幹線 (265)
都市内/周辺 [Urban]	都市内/周辺に分布している。AADTが比較的多いが大型車の割合は“幹線”ほど高くない。また、休日係数は0.93～0.95であり、平日の方が休日よりも交通量が多い。 *：日祝日、土曜日を休日とする。 **：M4のみ休日係数1.02である。	大都市	首都圏、関西圏、中京圏の三大都市圏	H2：大都市内/周辺道路 (266)	M3：大都市周辺路線 (262)
		主要都市	札幌や仙台、広島、福岡など地方/県の主要都市	H3：地方都市内/周辺道路 (252)	M4：主要都市周辺路線 (610)
		地方都市	上記以外の地方部の中小都市		-
地域生活圏 [Local]	地方部に幅広く分布している。“幹線”、“都市内/周辺”に比べてAADT、大型車交通量ともに少ない。平日は地域の生活道路として、休日は観光道路としての変動特性みられる。	-	-	H4：地域生活圏道路 (276)	M5：地域生活圏路線 (475)
観光 [Sightseeing]	地方部の観光地周辺に分布している。全カテゴリの中で休日係数、K値が最も大きく、季節変動、曜日変動が非常に大きいカテゴリである。	-	-	H5：観光道路 (100)	M6：観光路線 (205)

本カテゴリは、表3の分析地点(一般道：892、自専道：2,059)を対象にクラスター分析により分類した結果である。()内の数値は、そのとき各カテゴリに分類された地点数である。

の速度性能だけでなく、渋滞損失やCO₂/NO_x排出量といった様々な観点からも性能を評価することができる。実際にBrilonらは、渋滞によって生じた時間損失を社会的費用に貨幣換算することにより道路の性能評価を行っている。

このように年間8,760時間を対象とした性能評価が可能となれば、計画/設計段階で季節や曜日、時間帯に応じた交通運用(リバーシブルレーン、動的路肩運用など)の導入についても想定することができ、省コストかつリーズナブルな道路構造と交通運用を組合せた道路計画/設計が行える。

以上をふまえ、本論文では、年間8,760時間の時間交通需要を時系列的に推計する手法を構築し、筆者らが既に提案している道路カテゴリ(表-1)別に平均的な時間交通需要変動を推計することを目的とする。なお、本論文における“交通需要”とは、道路上に顕在化して車両感知器等で観測される交通量を意味し、道路が整備されるなどによって新たに顕在化する可能性がある潜在的交通需要を指すものではない。

2. 利用データの概要

(1) 交通量データ

時間交通需要の推計に際して、本論文では、交通需要とほぼ同じ傾向を示すと考えられる車両感知器で観測された交通量データを利用する。これらのデータは機器による自動観測データであり、年間を通じた連続的な交通量の変動を把握することができる。車両感知器データの概要は表-2のとおりである。

車両感知器データは、機器のメンテナンスや天候などの条件によって、データの一部が欠測している場合がある。できるだけ多くのデータを用いて分析するため、ここでは欠測前後の正常データから欠測データを推計・補完し、以降の分析に用いる。なお、欠測時間が連続3時間以上になると補完精度が低下したため、欠測時間が連続2時間までを補完の対象とした。

このような処理を施して得られたデータセットから、観測時間数が年間の95%(8,322時間)以上の地点を抽出した上で、さらにデータは存在するものの年平均の大型車混入率が90%以上など機器の異常が考えられるデータを含む地点を除いたところ、分析に用いる対象地点数は、最終的に表-3に示すとおりとなった(これら対象地点と提案した道路カテゴリとの関係を表-1に示す。)

(2) 降水量データ

交通需要は月(季節)、曜日、時刻といった時間的な要因のほか、降雨や降雪といった気象条件によっても変動することが最近の研究^{12)~14)}で明らかになってきた。こ

表-2 利用データの概要

道路区分	管理主体	機器設置箇所	取得期間	車種分類	
一般道	国土交通省	大都市郊外部及び中都市以上の都市間に設置	2001.4~2004.3 [3年分]	乗用 小型貨物 バス 大型貨物	
自専道	都市間高速	旧日本道路公団	1IC区間に1箇所設置*	2002.1~2004.12 [3年分]	小型車 大型車
	都市内高速	名古屋高速道路公社	約500m間隔で設置	2003.4~2005.3 [2年分]	- (全車種)

*東名高速、中央道など主要路線では約2km間隔で設置

表-3 分析対象地点の抽出

道路区分	分析対象地点数				延べ分析対象地点数** (A×1+B×2+C×3)	
	(A+B+C)	データ取得年数*				
		1年(A)	2年(B)	3年(C)		
一般道	447	93	173*	181	982	
自専道	都市間	809	79	197*	520	2,033
	都市内	13	0	13	0	26
	計	822	79	210	520	2,059

*2年(B)データは必ずしも連続した2年分のデータではない。

**各道路カテゴリに属する地点数は表-1の()内のとおりである。

ここでは、(財)日本気象協会から入手した全国のAMeDASデータを用いて降雨による交通需要の変動についても分析する。本データは1時間ごとに1mm/h単位で記録されている。また、降雨量の観測所は全国に約1,300箇所あり、概ね17km間隔で設置されている。

3. 年間を通じた時間交通需要変動推計手法

(1) 超過需要の考慮

車両感知器データを用いて分析を行う際には、「渋滞時に観測される交通量は、ボトルネック(以下BN)で制約された交通量であり、その時点の交通需要ではない」ことに留意が必要である。特に本論文のように交通需要の変動を時系列的に推計する場合には、この車両感知器で直接観測することが難しい超過需要[=交通需要-BN交通容量]をどのように考慮するかが重要となる。超過需要の推定手法としては、観測データからBNを特定し、渋滞時の待ち行列長や遅れ時間から推定する手法がある。しかし、地方部の自専道や一般道のように車両感知器の設置間隔が疎らな場合は、BNの特定自体が難しく、超過需要を推定することは極めて困難である。

そこで、本論文では次の2つの仮定に基づき、超過需要を考慮した時間交通需要変動の推計を試みる。

仮定1：観測された日交通量は日交通需要に相当する。

超過需要は一時的(数時間程度)に生じるものであり、数日間にわたって継続することは考えにくい。そこで、日単位で観測された交通量は、当該区間のその日の交通需要に相当すると考える。

仮定2：超過需要が存在する日における本来の時間交通量(需要)係数の変動は、超過需要が存在しない日のそれとほぼ同じである。

なお、車両感知器データより交通量 - 速度図を作成したところ、都市間専道においては平均地点速度60km/h付近が、一般道では40km/h付近がそれぞれ臨界速度となることが明らかとなった。このため、ここではこれら臨界速度未満を“渋滞が発生している”，すなわち“超過需要が存在する”と判定する。

図-2は、中央道上り41kp付近(小仏トンネル付近)における日祝日の時間交通量(需要)係数(=時間帯別交通量/日交通量)を、超過需要が存在しない日[A：超過需要なし]と存在する日[B：超過需要あり_補正前]に分けて集計し、その中央値を示したものである。また、中央道の当該区間付近には車両感知器が比較的密に設置されており、渋滞時の待ち行列長から超過需要を推定することができる。そこで、超過需要が存在する日については、超過需要を考慮した時間交通量(需要)係数、すなわち、本来の時間交通量(需要)係数[C：超過需要あり_補正後]を推定した。その中央値も併せて図-2に示す。

AとBを比較すると、Aのピークが1, 2時間程度(15~16時)と短いのに対し、Bでは5~6時間(14~19時)と長時間にわたっており、形状が大きく異なることがわかる。別途、順位和検定(両側5%)によりAとBの時間交通量(需要)係数の差を検定したところ、午後から深夜までの時間帯(15-23時)で差が有意であることが確認できた。

一方、Cをみると、BよりもAの形状に類似していることがみてとれる。AとBの時間交通量(需要)係数の差が有意であった時間帯(15-23時)の、CとA、CとBの相関係数R(AC)とR(BC)を比べるとそれぞれ0.97と0.84であり、CとAの方が相関が大きいことがわかる。

以上のことから、超過需要が存在する日/存在しない日ともに、本来は時間交通量(需要)係数がほぼ同じであり、超過需要が存在する日に観測される時間交通量(需要)係数は、超過需要分がピーク時間帯以降にズレ込んでいるものと推測することができる。

なお、同様の分析を他のいくつかのBNでも行った。その結果、東名高速下り日進サグや中央道下り小牧ジャンクションなど[Type A]では、図-2と同様の結果が得られたが、東名高速上り東京料金所や東北道上り浦和料金所[Type B]では、AとCの形状に類似性が確認できなかった。この理由として次のようなことが考えられる。

Type Aは主として地方部に位置しており、渋滞が発生したとしても代替路として機能する道路がほとんど存在せず、経路を変更することが難しい。一方、Type Bは都市近郊であり代替路となる道路がいくつか存在する。そのため、交通状況によってユーザーは比較的柔軟に経

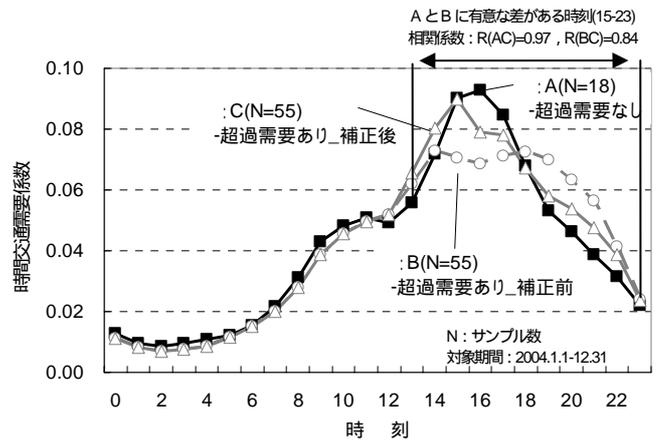


図-2 日祝日の時間交通需要係数(中央道上り41kp 付近)

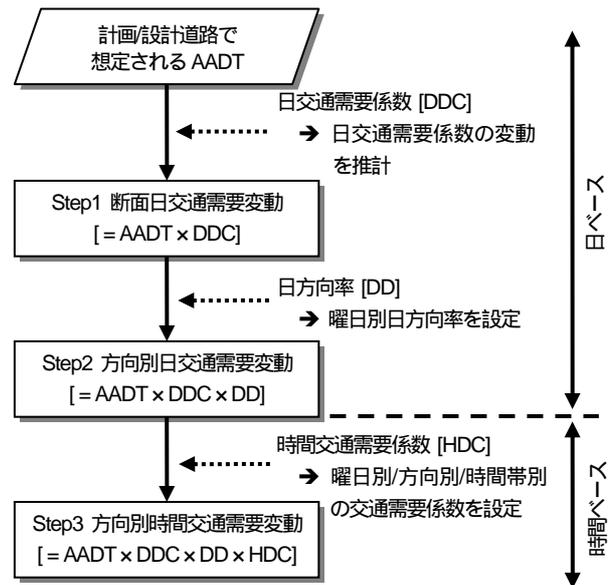


図-3 方向別時間交通需要変動の推計フロー

路を変更することができ、渋滞時にはBNを通行しようとした交通需要と車両感知器で観測(推計)された交通量とが必ずしも一致しないのではないだろうか。その結果、上述の仮定が成立しないと考えられる。すなわち、この仮定は、渋滞による経路変更が少ない都市間道路においては成立しやすいが、都市内/周辺道路では必ずしも成立しないことに十分注意しなければならない。

以上のような問題があり、その対応が課題ではあるものの、少なくとも都市間道路では成立すると考え、本論文では上述の仮定を採用する。

(2) 時間交通需要変動推計手法のフレームワーク

交通渋滞(超過需要)は方向別に発生する。ここでは、(1)の仮定に基づき、図-3に示す3つのStepによって時間交通需要変動を方向別に推計する。これにより、リバーシブルレーンや動的的路肩運用といった方向別の交通運用を想定した評価も可能となる。

(a) Step 1：断面日交通需要変動

通常、計画/設計段階の道路では両方向合計、すなわ

ち断面のAADTが想定される。これとここで推計する日交通需要係数(DDC=日交通量/AADT)の変動とを組合せれば、断面の日交通需要変動を推計することができる。

ここでは、日交通需要係数の変動を推計する手法として次の2つを考える[日交通需要係数(DDC)の推計]。

手法1：日交通需要変動に影響を及ぼす要因を説明変数として、日交通需要係数を推計する。

日交通需要に影響を及ぼす要因としては、主に月(季節)、曜日、降水量(天候)の3つが考えられる。ここでは、それぞれを次のように分類し、数量化 類を用いて日交通需要係数を推計する。これにより、各要因の影響の大きさを定量的に分析評価することもできる。

- ・ 月(季節)：12カテゴリ [1月, 2月, ..., 12月]
- ・ 曜日：9カテゴリ [日, 月, ..., 土, 連休, 特異日(正月, GW, お盆)]
- ・ 降水量(天候)：4カテゴリ [0mm/day, <30mm/day, <90mm/day, ≥90mm/day]

手法2：2003年をベースに3年間の類似日の平均的な日交通需要係数を求め、変動を推計する。

表-2に示すように、本論文の分析地点には最大3年分の交通量データが存在する。ここでは、2003年をベースに3年間の類似日の平均的な日交通需要係数を求め、変動を推計する。なお、連休、特異日といった曜日構成は年によって多少変化するものの、年間を通じた変動の傾向には大きな違いはないと考えられる。よって、道路の計画/設計に際しては、推計対象年の曜日構成が2003年と同一であると仮定し、この結果を用いて日交通需要変動を推計する。

(b) Step 2：方向別日交通需要変動

方向別に時間交通需要を推計するため、Step 1で推計した断面日交通需要を日方向率(DD=ある方向の日交通量/断面日交通量)によって方向別に割り振る。ただし、日方向率は曜日によって異なると考えられる。たとえば、土曜日や連休(日祝日が連続する場合)/特異日(正月, GW, お盆)の前半には、都市部から地方部に向かう方向、日曜日や連休/特異日の後半ではその反対方向の日交通量がそれぞれ卓越すると考えられる。このことは、分析データからも確認することができた。よって、本論文では平日(月~金)、土曜日、日・祝日、連休前半/後半、特異日前半/後半の7つの曜日に分類し日方向率を設定する[曜日別日方向率(DD)の設定]。

なお、我が国の道路では、一般にその路線が連絡する2都市の特性等によって上り/下りの別が設定されている。しかし、たとえ同じ上り方向であったとしても“都市部に向かう方向”と“地方部に向かう方向”とがあり、時間変動の特性も地点によって様々である。本論文では、

一般的な時間交通需要変動を推計することを目的としており、時間変動の特性に着目し、“ある特定の着目する時間帯”の時間交通量が大きい方向を“第一方向”，小さい方向を“第二方向”と定義する。自専道/一般道の数地点で時間変動特性を分析したところ、どの道路カテゴリでも平日の午前中に通勤もしくは業務交通の集中によるピークがみられた。よってここでは、平日午前のピーク時の時間交通需要の多寡により方向を設定する。なお、着目する時間帯(ピーク時)は、道路の利用特性を考慮し自専道で午前10時、一般道で午前7時とした。

(c) Step 3：方向別時間交通需要変動

方向別日交通需要に曜日別/方向別の時間交通需要係数(HDC=各日の時間交通量/各日の日交通量)を乗ずることにより、年間の時間交通需要変動を方向別に推計する。

$$HD_{ijkl} = AADT \times DDC_i \times DD_{ijk} \times HDC_{ijkl} \quad (式1)$$

ここに、HD：時間交通需要

DDC：日交通需要係数

DD：日方向率

HDC：時間交通需要係数

i：道路カテゴリ(M1, M2, ..., H4, H5)

j：曜日(日祝, 平日, ...特異日前半, 特異日後半)

k：方向(第一方向, 第二方向)

l：時刻(0時, 1時, ..., 22時, 23時)

この曜日別/方向別の時間交通需要係数は、(1)の仮定に基づき、超過需要が存在しない日のデータによって設定する。まず、平均地点速度データにより超過需要が存在しない日を抽出し、次に曜日ごとの時間交通需要係数の形状を確認する。もし、曜日間で形状が類似するようならば、それらを同一パターンとして取り扱う。そして、各パターンの平均値を算出し、曜日別方向別の時間交通需要係数(HDC)とする。

4. 道路カテゴリ別時間交通需要変動の推計

3.で構築した推計手法を用いて、各道路カテゴリの平均的な時間交通需要変動を推計する。なお紙面の制約上、本論文では、自専道の重要幹線[M1]と観光路線[M6]の結果を示す。

(1) 断面日交通需要変動 [Step 1]

(a) 影響要因分析

各道路カテゴリの全地点のデータを用いて数量化類による分析を行い、日交通需要変動に影響を及ぼす要因について考察する。

表4より、今回対象とした3つの要因(月(季節)、曜日、降水量)の中では、曜日が日交通需要変動に最も大きく影響することがわかる。ただし、各曜日の影響の大きさ

/傾向は道路カテゴリによって異なる．重要幹線[M1]では日・祝になると平日(月～金)に比べて交通需要が低下するのに対して，観光路線[M6]では大幅に増加する．

次に，月(季節)の影響をみると，影響の大きさに違いがあるもののどちらのカテゴリも8月に最も交通需要が増加する．これは，夏休みやお盆を利用した観光及び帰省目的の交通により交通需要が増加するためと推測する．

最後に降水量の影響をみると，両カテゴリとも降水量の増加に伴い交通需要が減少することがわかる．これはChangら⁶⁾やKeayら⁷⁾の知見とも一致する．さらに，降雨による交通需要の低下の程度は，重要幹線[M1]よりも観光路線[M6]の方が大きい．これは業務交通に比べて観光交通の方が気象状況に応じてトリップを止める，もしくは延期することが容易であるためと考えられる．すなわち，降雨による交通需要の低下量は道路の利用特性によって異なるといえる．

以上のように，各要因が交通需要に与える影響の程度は，道路の利用特性(道路カテゴリ)によって異なることがわかる．このことから，計画/設計道路の交通需要変動を想定する場合には，道路の利用特性(道路カテゴリ)を十分考慮することが必要であると考えられる．

(b) 推計手法の精度検証

3.で検討した日交通需要係数の変動を推計する2つの手法の精度を検証する．まず，各道路カテゴリに属する全地点のデータにより，平均的な断面の日交通需要係数の変動を推計(推計値)する．そして，その結果と無作為に抽出したそれぞれの代表地点の変動(観測値)とを比較する(図-4，図-5)．ただし，ここで述べる手法2では，降雨による交通需要への影響は考慮していない．これは，“非降雨時データのみで日交通需要係数の変動を推計し，それと降雨に伴う需要の低下率とを組み合わせる”という手法2の改良案を別途検討したが，全体的な精度に大きな差がなかったためである．

観測値と推計値との相関係数，MAREを比較すると，若干ではあるが手法1よりも手法2の方が精度が良いことがわかる．この結果は，今回対象とした代表地点以外の数地点で検証しても同様であった．これは，手法1が最小二乗法により最も平均的な値を算出するものであるため，同じ特異日であっても1月1日と1月2日のように微妙に異なる日交通需要の特徴を推計し切れないのに対し，手法2は各日の観測値の平均値であるため，日々の微妙な違いを推計に反映できるからであると考えられる．しかし，これら手法の精度の差はわずかであり，現時点では手法2の方が適当であるとは言い切れない．また，各手法にはそれぞれの特徴がある．手法1は，各要因を組合せることにより日交通需要係数を推計するため，年によって変化する曜日構成を考慮することができる．一方，手法

表-4 数量化 類の結果

要因	カテゴリ	M1:重要幹線					M6:観光路線					
		スコア	-1.0	-0.5	0.0	0.5	1.0	スコア	-1.0	-0.5	0.0	0.5
曜日	日・祝	-0.099					0.245					
	月	-0.061					-0.193					
	火	-0.012					-0.207					
	水	0.004					-0.185					
	木	0.013					-0.193					
	金	0.062					-0.093					
	土	0.062					0.222					
	連休	0.012					0.593					
特異日	0.148					0.701						
月	1月	-0.076					-0.146					
	2月	-0.035					-0.038					
	3月	0.066					0.044					
	4月	-0.003					-0.053					
	5月	-0.036					-0.030					
	6月	-0.044					-0.055					
	7月	0.009					0.056					
	8月	0.110					0.330					
	9月	0.010					0.044					
	10月	0.007					0.087					
	11月	0.022					0.009					
	12月	-0.014					-0.016					
降水量	0mm	0.010					0.034					
	1-30mm	-0.018					-0.043					
	31-90mm	-0.037					-0.106					
	>90mm	-0.084					-0.234					
		定数項: 1.000					定数項: 1.000					

連休: 日祝が2日以上続く場合, 特異日: 12/29~1/4, 4/29~5/5, 8/10~8/16

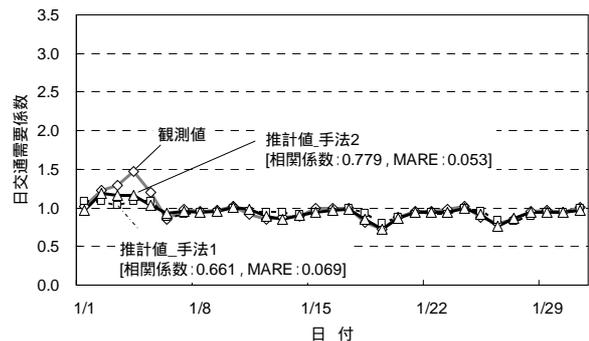


図-4 日交通需要係数/変動の推計結果[M1] (東名高速[音羽蒲郡 - 岡崎])

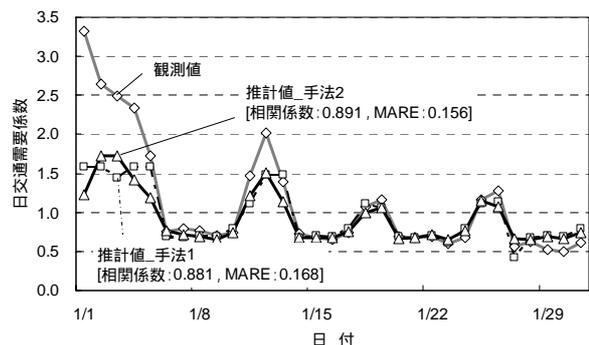


図-5 日交通需要係数/変動の推計結果[M6] (伊勢道[伊勢西 - 伊勢])

2は，考え方が簡便でわかりやすいため，実務担当者も抵抗なく利用することができる．最終的な手法については，これら特徴を考慮しつつ決定する予定である．なお，これ以降は，便宜上手法2の推計結果を用いて推計精度の検証を行う．

(c) 特定地点における日交通需要変動の補正

本論文では、各道路カテゴリの平均的な日交通需要変動を推計している。このため、個々の地域/路線に独自の変動特性がある場合、ここで推計される平均的な変動と個々の地点の変動とは必ずしも一致しない。図-5をみると、1月上旬、特に特異日や連休時に観測値と推計値の乖離が大きいがわかる。これは、伊勢・志摩地域の主要な観光地である伊勢神宮への初詣客により、この期間だけ特に交通需要が増加するといった伊勢道独自の変動特性があるためと推測する。もし、この伊勢道のように特定の期間、曜日に交通が集中する地点の変動を、各道路カテゴリの平均的な変動から推計する必要がある場合には、次のような補正の方法も考えられる。

これは、まず、交通が集中する曜日(m : 特異日)の日交通需要係数の平均値を交通が集中する期間($PADDC_m$: 1月)と全期間($ADDC_m$)で求め、特異地点補正係数(m)を算出する(式2)。そして、それを各道路カテゴリの平均的な日交通需要係数に乗ずる、といったものである。

$$m = PADDC_m / ADDC_m \quad (式2)$$

ここに、 m : 特異地点補正係数

$PADDC$: 交通が集中する期間の日交通需要係数の平均値

$ADDC$: 年間の日交通需要係数の平均値

m : 交通が集中する曜日(日祝, 特異日など)

補正前後の精度を比較した結果を図-6に示す。全体的な精度[相関係数 = 0.891 → 0.918, MARE = 0.156 → 0.152]はあまり変わらなかったものの、交通が集中する期間・曜日の精度が向上したことが図から確認することができる。ちなみに今回の補正係数は、伊勢道の数地点を対象に算出した値を用いている。

(2) 方向別日交通需要変動 [Step 2]

曜日別日方向率の設定結果(第一方向)を図-7に示す。なお、自専道の第一方向は、そのほとんどが都市部から地方部へ向かう方向となっている。

重要幹線[M1]では、どの曜日も方向率が0.5付近であり、日方向率の偏りが小さいことがわかる。一方、観光路線[M6]では、土曜日や連休/特異日の前半で第一方向の日方向率が大きくなっている。これは、都市部から地方部へ向かう観光/レクリエーション目的の交通が利用するためと考えられる。反対に日曜日や連休/特異日の後半では、地方部からの行楽帰りの交通が多くなり、第一方向の日方向率が大きく低下すると推測できる。

(3) 方向別時間交通需要変動 [Step 3]

(a) 時間交通需要係数の設定

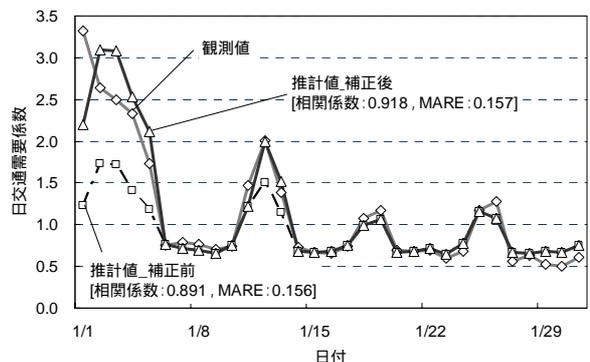


図-6 伊勢道[伊勢西 - 伊勢]の補正前後の比較

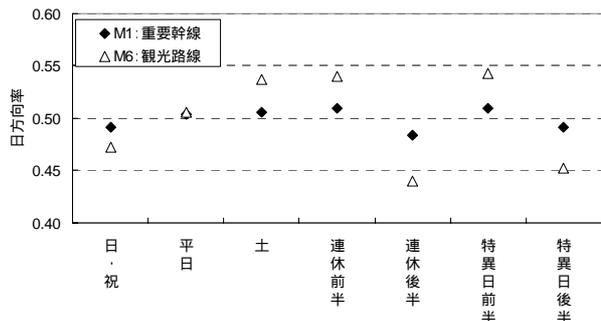


図-7 曜日別日方向率[第一方向]

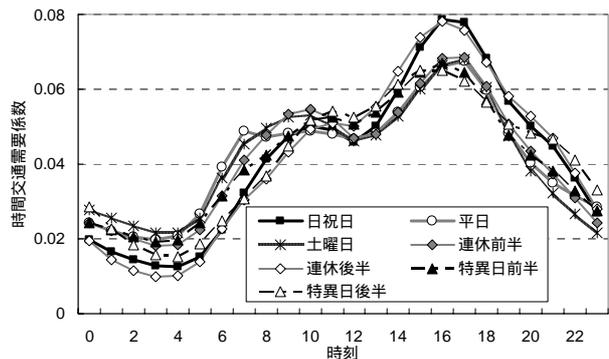
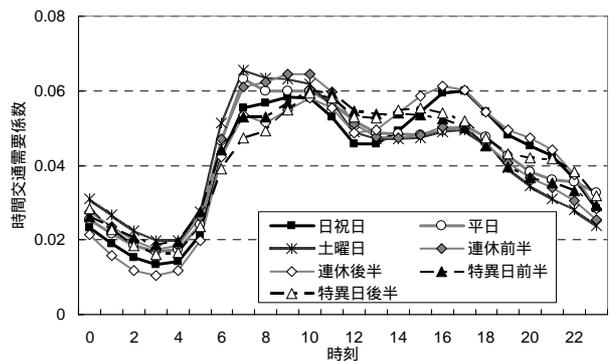


図-8 曜日別時間交通需要係数[M1]
(上: 第一方向, 下: 第二方向)

曜日別/方向別の時間交通需要係数の設定結果(重要幹線[M1])を図-8に示す。

ほとんどが都市部から地方部へ向かう方向である第一方向では、朝(6~10時)がピークとなっている。一方、第二方向では、ピークが夕方(15~18時)である。これは、午前中に都市部から地方部へ向かい、夕方に帰社するという業務交通が都市間の自専道を利用しているためと考えられる。また、平日や土曜日、連休前半に比べて日祝日、

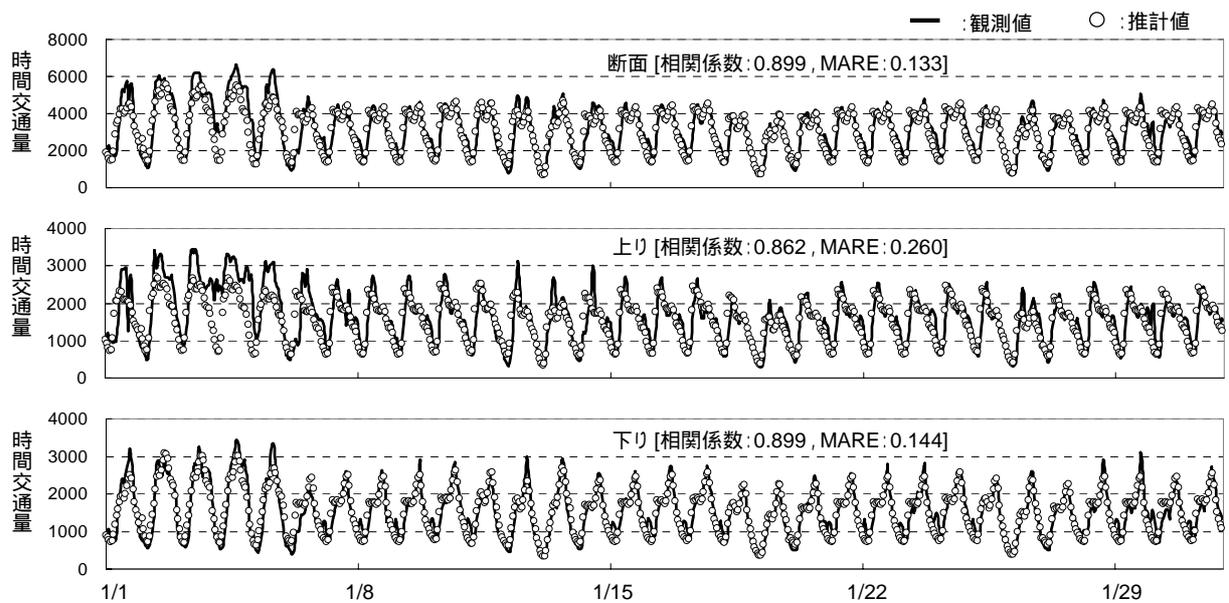


図-9 年間の時間交通需要変動の再現結果 [M1] (東名高速[音羽蒲郡 - 岡崎])

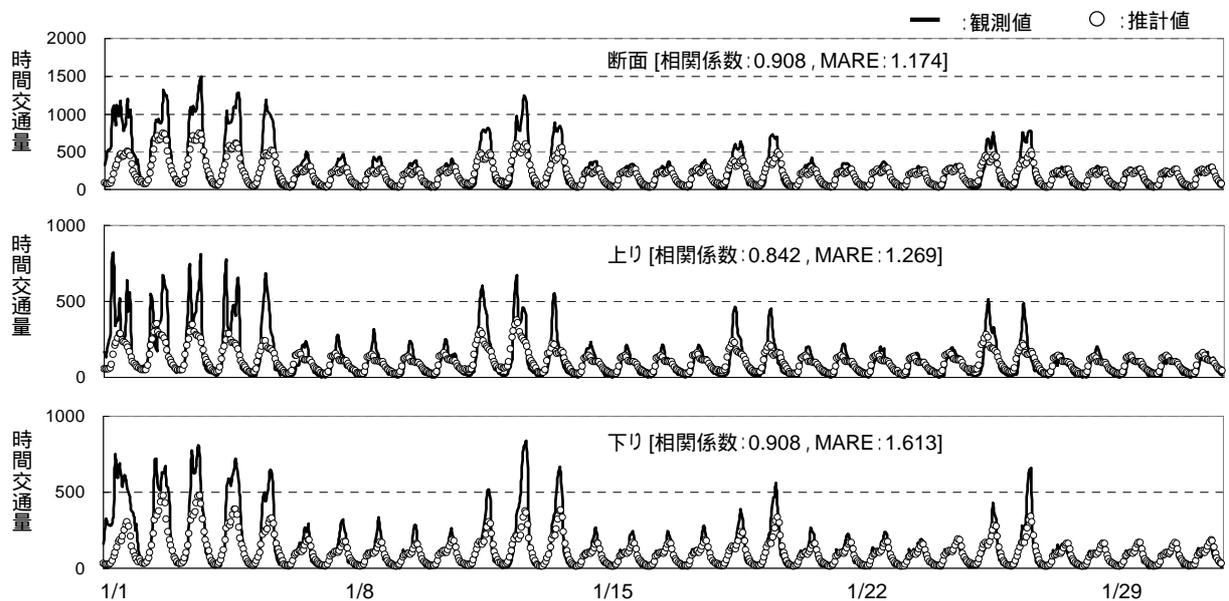


図-10 年間の時間交通需要変動の再現結果 [M6] (伊勢道[伊勢西 - 伊勢])

連休後半では、第二方向の夕方ピークの時間交通需要係数が大きくなっている。これは週末を観光地等で過ごした行楽地からの帰宅交通がこの時間帯に集中するためと推測する。

なお、観光路線[M6]や幹線[M2]といった他の道路カテゴリでも同様の傾向がみられたが、時間変動の大きさは全体的に幹線系よりも観光系の方が大きかった。

(b) 年間の時間交通需要変動の推計結果

図-9、図-10に、重要幹線[M1]と観光路線[M6]の平均的な年間時間交通需要変動(推計値)と、それぞれの代表地点の変動(観測値)を示す。ここでは紙面の制約上、一か月分(1月)の推計結果を掲載する。平均的な変動と個別地点の変動とを比較しているため、個々の時間帯の観測値と推計値とは必ずしも一致しないが、“特異日に交

通需要が増加する”、“平日のピークは午前中にある”といった全体的な変動の傾向が反映されていることは、図から確認できる。

表-5は、各道路カテゴリの平均的な年間時間交通需要変動(推計値)と代表2地点の変動(観測値)との相関係数、MAREを整理したものである。なお、代表地点は無作為に抽出した。M2 山陽道(和気-山陽)、M4 関越道(花園-本庄児玉)、H1 国道16号(横浜市旭区)など一部の地点では相関係数が0.70前後(表中の網掛け部分)となっているものの、その他は自専道、一般道とも0.80を超えており、観測値と推計値の相関が大きいことがわかる。ただし、これはあくまでも代表地点での検証結果であることに注意が必要である。

5. まとめと今後の展開

(1) まとめ

本論文では、計画/設計道路の性能をよりの確に評価するため、年間8,760時間の時間交通需要を時系列的に推計する手法を構築し、筆者らが提案している道路カテゴリごとに平均的な時間交通需要変動を推計した。主な知見・特徴を以下にまとめる。

1) 日交通需要変動に影響を及ぼす主な要因として月(季節)、曜日、降水量の3つを挙げ、それらの影響の大きさについて数量化 類により定量的に分析した。その結果、曜日が最も日交通需要に大きく影響することがわかった。また、道路の利用特性(道路カテゴリ)によって、各要因が日交通需要に与える影響の大きさが異なることが明らかとなった。このことから、計画/設計道路の交通需要を想定する場合には、道路の利用特性(道路カテゴリ)を十分考慮することが必要であると考えられる。

2) 日方向率は、幹線系(M1)よりも観光系(M6)の方が、また平日よりも連休/特異日の方が、大きくなることがわかった。これは、リバーシブルレーンや動的路肩運用といった交通運用の導入を検討する際の有益な知見であるといえる。

3) 車両感知器では直接観測することが困難な超過需要を考慮するため、日ベースと時間ベースに分けて年間8,760時間の時間交通需要変動を推計する手法を構築した。現行の設計手法では特定のピーク時間でしか計画/設計道路の性能を評価することができないが、これにより年間8,760時間を対象に評価することが可能となる。ただし、今回の推計には突発的な事故や工事による交通需要の低下の影響が考慮されていないため、これらが考慮できるよう本推計手法を引き続き改良していくことが必要である。

4) 構築した3)の手法により、各道路カテゴリの平均的な時間交通需要変動を推計した。そして、その推計結果と無作為に抽出した各カテゴリの代表地点の変動とを比較したところ、個々の時間帯では観測値と推計値が必ずしも一致しないものの、全体的な変動の傾向が推計値に反映されていること、観測値と推計値の相関が大きいこと、などが確認できた。

(2) 今後の展開

今後は、本論文で推計したカテゴリ別時間交通需要変動と、各種条件・道路構造別の道路性能値とを組み合わせることによって、想定される年間を通じた交通状況を推計し、道路構造・交通運用を評価する手法を開発する。これにより、計画/設計道路の速度や渋滞長などを各時間帯について算出することができ、これらを性能目標と対応付けることで年間の道路性能を照査することが

表-5 各道路カテゴリの平均的な年間時間交通需要変動と代表地点の時間交通需要変動との検証結果

カテゴリ	路線名	区間/地点	断面	上り	下り
M1	東名高速	音羽蒲郡 IC-岡崎 IC	0.899 (0.133)	0.862 (0.260)	0.899 (0.144)
	名神高速	瀬田東 IC-瀬田西 IC	0.910 (0.285)	0.897 (0.310)	0.873 (0.633)
M2	中央道	恵那 IC-瑞浪 IC	0.918 (0.173)	0.837 (0.313)	0.900 (0.237)
	山陽道	和気 IC-山陽 IC	0.859 (0.188)	0.746 (0.338)	0.705 (0.354)
M3	京葉道	船橋 IC-花輪 IC	0.960 (0.156)	0.914 (0.174)	0.926 (0.185)
	近畿道	東大阪北 IC-東大阪 JCT	0.985 (0.144)	0.973 (0.192)	0.969 (0.140)
M4	関越道	花園 IC-本庄児玉 IC	0.866 (0.235)	0.734 (0.335)	0.798 (0.534)
	北陸道	福井北 IC-丸岡 IC	0.912 (0.220)	0.897 (0.206)	0.870 (0.264)
M5	徳島道	土成 IC-脇町 IC	0.893 (0.286)	0.863 (0.415)	0.879 (0.337)
	中国道	ひょうご東条 IC-滝野社 IC	0.958 (0.174)	0.886 (0.231)	0.932 (0.215)
M6	伊勢道	伊勢西 IC-伊勢 IC	0.908 (1.174)	0.842 (1.269)	0.908 (1.613)
	磐越道	津川 IC-三川 IC	0.923 (0.239)	0.832 (0.533)	0.872 (0.599)
H1	国道 1 号	三重県四日市市采女町清水	0.910 (0.128)	0.920 (0.134)	0.851 (0.175)
	国道 16 号	横浜市旭区桐ヶ作	0.865 (0.278)	0.699 (0.166)	0.898 (0.233)
H2	国道 2 号	広島県福山市今津町	0.977 (0.085)	0.946 (0.135)	0.975 (0.092)
	国道 302 号	名古屋市西区八筋町	0.972 (0.181)	0.963 (0.205)	0.951 (0.282)
H3	国道 11 号	香川県高松市六条町下川西	0.966 (0.360)	0.958 (0.430)	0.951 (0.360)
	国道 20 号	長野県諏訪郡下諏訪町友之町	0.972 (0.121)	0.963 (0.278)	0.965 (0.160)
H4	国道 41 号	岐阜県加茂郡川辺町中川辺	0.972 (0.149)	0.967 (0.151)	0.940 (0.216)
	国道 153 号	長野県飯田市北方	0.955 (0.205)	0.947 (0.256)	0.944 (0.198)
H5	国道 5 号	北海道山越郡長万部町字国縫	0.949 (0.144)	0.929 (0.263)	0.916 (0.206)
	国道 18 号	新潟県中頸城郡妙高高原町関川	0.950 (0.129)	0.924 (0.174)	0.927 (0.184)

*上段：相関係数，下段：MARE

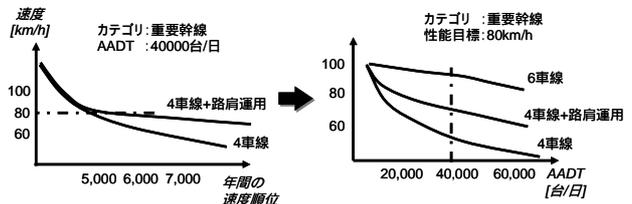


図-11 年間を通じた道路性能の評価イメージ

可能となる。図-11は、年間を通じた道路性能の評価イメージの一例である。なお、その際には、現行のように道路構造の観点のみで計画/設計道路の性能を照査するのではなく、リバーシブルレーンや動的路肩運用といった様々な交通運用の導入も想定し照査が行えるものとしていく予定である。

本論文は、国土交通省道路局「道路政策の質の向上に資する技術研究開発」により実施した内容の一部である。

謝辞：本研究を進めるに際して、貴重なデータを提供していただいた、国土交通省国土技術政策総合研究所ならびに中日本高速道路株式会社中央研究所、(財)日本気象協会に深謝致します。

参考文献

- 1) 日本道路協会：道路構造令の解説と運用，2004．
- 2) 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．
- 3) 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.31，4ページ，CD-ROM，2005．
- 4) 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.33，4ページ，CD-ROM, 2006.
- 5) 洪 性俊，大口 敬：高速道路における実勢速度の実態分析，土木計画学研究・講演集，vol.31，4ページ，CD-ROM, 2005．
- 6) 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.33，4ページ，CD-ROM, 2006.
- 7) たとえば，井上廣胤：交通量の季節変動，交通工学，vol.17, No.5, pp.15-20, 1982.
- 8) 山田晴利，中村英樹，西川昌宏：交通量変動特性を考慮した車線数決定方法に関する分析，土木技術資料38-8, pp.26-31, 1996.
- 9) 中村英樹，山田晴利：日交通量変動パターンと道路特性の分析，土木計画学研究・講演集，No.16, pp. 27-34, 1993.
- 10) 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特性分析，土木計画学研究・講演集，vol.33，4ページ，CD-ROM, 2006.
- 11) Brilon, W., Geistefeldt, J. and Regeler, M.: Randomness of Capacity – Idea and Application, Proceedings of the 5th ISHC, Volume1, TRB, pp.147-157, 2006.
- 12) Chung, E., Ohtani, O., Warita, H., Kuwahara, M. and Morita, H.: Effect of Rain on Travel Demand and Traffic Accident, 8th IEEE Intelligent Transportation Systems Conference, Vienna, Austria, 2005.
- 13) Keay, K. and Simmonds, I.; The Association of Rainfall and Other Weather Variables with Road Traffic Volume in Melbourne Australia, Accident Analysis and Prevention, Vol.37, pp.109-124, 2005.
- 14) Hanbali, R. M., and Kuemmel, D. A.: Traffic Volume Reductions Due to Winter Storm Conditions, Transportation Research Record 1387, Transportation Research Board, Washington, D.C., pp.159-164, 1993.

性能照査型道路計画設計のための年間を通じた時間交通需要変動推計手法の構築*

内海泰輔**，中村英樹***，渡辺将光****

筆者らは，性能照査型道路計画設計手法の導入を提案しているが，計画/設計道路の性能をよりの確に評価するためには，年間8,760時間の時系列的な時間交通需要変動を考慮することが必要である．そこで本論文では，日ベースと時間ベースの2段階に分け年間の時間交通需要変動を推計する手法を構築した．これにより車両感知器では直接観測することが困難な超過需要を考慮することができる．そして，この手法を用いて道路カテゴリ別の平均的な時間交通需要変動を推計した．これと各種条件・道路構造別の道路交通性能を組み合わせれば，計画/設計道路で実現される交通状況を年間を通じて想定することができ，道路の性能をより詳細に評価することが可能となる．

An Estimation Method of Hourly Traffic Demand Fluctuation throughout a Year for the Performance-oriented Highway Planning and Design *

By Taisuke UTSUMI**, Hideki NAKAMURA*** and Masamitsu WATANABE ****

The authors have been advocating performance-oriented highway planning and design methodology in Japan. For this, it is necessary to estimate the hourly traffic demand fluctuation on a planned highway section throughout a year. This study proposes a method to estimate it within two phases; estimating the daily traffic demand phase and setting the hourly traffic demand coefficient phase, in consideration of potential hourly traffic demand. Estimates for each category, corresponding to road characteristics can be calculated using this method. This procedure enables the performance-check of any planned highway sections throughout a year by inputting traffic demand into the respective design performance curve.
