

都市間高速道路における所要時間信頼性情報 提供の可能性検討

松下 剛¹・村上 貴行²・熊谷 孝司³・石田 貴志⁴

¹非会員 西日本高速道路株式会社 中国支社 (〒731-0103 広島市安佐南区緑井2-26-1)

E-mail: t.matsushita.ab@w-nexco.co.jp

²非会員 西日本高速道路株式会社 中国支社 三次管理事務所 (〒728-0022 広島県三次市西酒屋町216)

E-mail: t.murakami.ad@w-nexco.co.jp

³非会員 西日本高速道路エンジニアリング中国株式会社 (〒733-0037 広島市西区西観音町2-1 8階)

E-mail: t.kumagai@w-e-chugoku.co.jp

⁴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5階)

E-mail: t_ishida@doro.co.jp

都市高速道路では、密に配置された車両感知器を活用した所要時間信頼性情報がWEBサイトを通じて提供され、利用者の計画的な交通行動に役立てられている。一方、都市間高速道路では特に地方部において、車両感知器がIIC区間に1箇所配置となっている区間が多いため、速度データを基にした渋滞検知ができず、車両感知器データから精度高く所要時間を算出することが難しい状況にある。現在、種々の料金割引の実施により、地方部でも多くの渋滞が発生しており、所要時間および所要時間信頼性情報のニーズが高くなってきている。本研究は、車両感知器データよりタイムスライス法で算出した所要時間の精度を検証するとともに、車両感知器が密に配置されていない区間における新たな所要時間算出方法を構築し、信頼性情報提供の可能性を検討する。

Key Words : *travel time reliability, traffic detector, urban expressways*

1. はじめに

平成21年3月に都市間高速道路を対象として休日特別割引が適用され、土曜・休日を中心に交通量が大幅に増加し、その影響で渋滞や事故も劇的に増加した。

首都圏や京阪神地域の都市間高速道路では数百メートル間隔に車両感知器が設置され、リアルタイム所要時間が道路情報板等に提供されているほか、過去の所要時間信頼性情報がWEBサイトを通じて提供されている。また、名神高速等の一部の都市間高速道路では2km程度間隔に車両感知器が設置され、リアルタイム所要時間が道路情報板で提供されており、特に渋滞発生時の利用者の経路選択に役立っていると思われる。

一方、地方部においても種々の料金施策が行われた結果、従来に増して渋滞が多発し、所要時間情報提供の必要性が増していると考えられる。しかし、地方部の都市間高速道路では車両感知器がIIC区間に1箇所整備されている区間がほとんどであり、計測した速度データに基づくリアルタイム所要時間提供を行っていない。また、リアルタイム所要時間情報提供を行うには道路側と交通管

制室側での更なる機器整備が必要で、多額の事業費と整備時間を要する。そのため、まずは過去の所要時間信頼性情報を提供することで、利用者の旅行計画や行動変容に役立ててもらおうことを検討している。

本研究は、車両感知器が密に配置されていない都市間高速道路を対象に、タイムスライス法による所要時間算出精度を検証し課題を整理するとともに、車両感知器と渋滞統計データを組み合わせた新たな所要時間算出方法を検討する。

2. 中国地方の渋滞状況と車両感知器整備状況

(1) 中国地方の渋滞発生状況

中国地方の高速道路では、平成20年までゴールデンウィークやお盆等の交通混雑期間以外にほとんど渋滞が発生しない状況であった。しかし、種々の料金施策が行われたことにより、平成21~22年は平成20年に比べ交通集中渋滞発生回数で3~5倍、渋滞量で6~7倍と大幅な増加となっている(図-1参照)。

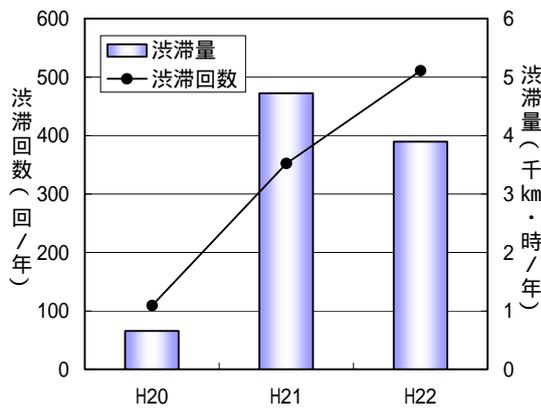


図-1 中国地方における交通集中渋滞の経年変化

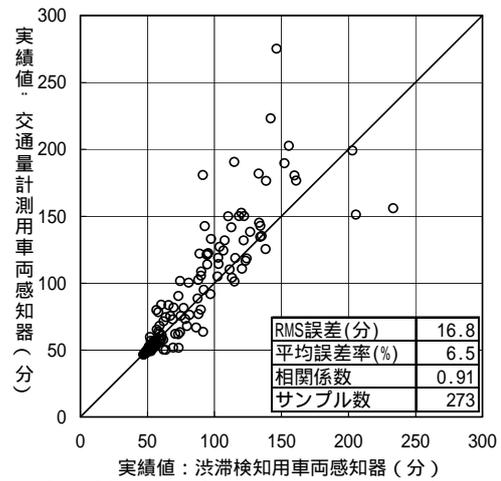


図-3 車両感知器設置密度の違いによる所要時間の比較

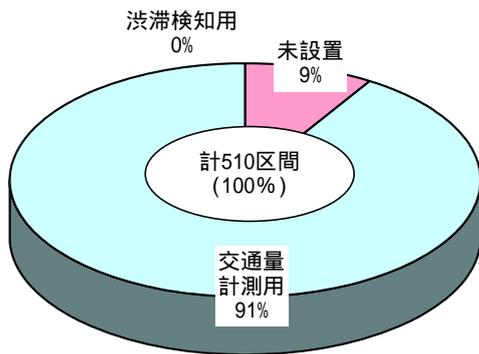


図-2 中国地方の車両感知器整備状況(H21.9.1現在)

(2) 中国地方の車両感知器整備状況

中国地方の高速道路では、車両感知器が1IC区間に1箇所整備されている区間がほとんどであり、中にはIC区間に1基も整備されていない区間もある。これは前述したように、渋滞が1年を通じて限られた期間に発生する程度であり、「渋滞検知用(約2km間隔で設置)」ではなく、「交通量計測用(1IC区間に1箇所～数箇所)」として整備されてきた経緯による。中国地方の車両感知器整備状況をみると、実に全IC区間(上下線別)の9割が交通量計測用車両感知器、1割が未設置区間であり、渋滞検知用車両感知器設置区間は1区間もない(図-2参照)。

なお、都市間高速道路における渋滞は「時速40km以下の車列が15分以上かつ1km以上連続した状態」と定義付けられているが、中国地方では渋滞ポイントにおける車速の自動検知が不可能なため、交通管理隊による巡回や交通管制室でのCCTV画像の目視等により渋滞を判定している。

3. 所要時間算出方法の現状と課題

(1) 所要時間算出方法の現状と課題

高速道路における所要時間算出方法は、車両感知器の速度データ(タイムスライス法)、ETCデータ、AVI(車両マッチング)等を用いたものと認識している。

このうち、車両感知器が数百メートル間隔に設置されている都市高速道路や、約2km間隔で整備されている名神高速等の一部の都市間高速道路では、車両感知器の速度データを用いてタイムスライス法により所要時間を算出している事例が多い。これは、データ入手の制約があまりないことに加え、データを扱いやすいということに起因する。なお、吉村ら¹⁾はAVIから計測される実所要時間とタイムスライス法による所要時間の比較検証を行い、その有効性を実証している。

一方、ETCデータやAVIを用いた所要時間算出事例はあるものの²⁾⁷⁾、ETCデータは入手が容易でないことに加え、データ量が膨大であり、データ処理や分析に時間を要する。また、休憩施設への立寄り交通を排除できないことや、複数ルートが考えられる区間ではルートを特定できないことも問題となる。AVIによる車両マッチングも同様の問題を有している。

(2) タイムスライス法の適用範囲

車両感知器が渋滞検知用として約2km間隔で整備されている一部の都市間高速道路では、一定の精度を持って所要時間を算出することが可能である。一方、交通量計測用として1IC区間に1箇所整備されている区間における所要時間算出精度は明らかとなっていない。そこで、渋滞検知用として車両感知器が約2km間隔で整備されている中国道 中国吹田IC～山陽道 山陽姫路東IC(80.4km)の上下線を対象に、車両感知器を間引くことで車両感知器が1IC間1基の状況を設定し、渋滞検知用車両感知器データによるタイムスライス所要時間と比較することで、その精度を確認する。

対象期間は、平成21年5月1日～6日の6日間としている。また、本研究では車両感知器の5分間データを用いてタイムスライス法で所要時間を算出するとともに、出発時刻を毎正時に設定し1日当り24サンプルの所要時間データを得ている。

渋滞検知用車両感知器(約2km間隔)と交通量計測用車両感知器(車両感知器を1IC間1基に設定)のタイムスライス所要時間を比較すると、RMS誤差は17分、平均誤差率で7%となった。特に、大規模な渋滞が発生し、所要時間が大きくなる日時では、渋滞検知用車両感知器に対して、1IC間1基の交通量計測用車両感知器の所要時間が過大となる傾向にある。また、交通量計測用車両感知器の所要時間が小さくなる時間帯も一部ある。

車両感知器が1IC間1基の場合、勢力範囲が長くなるため、以下a)とb)に示すような状況により所要時間が乖離する。つまり、車両感知器が1IC間1基の場合は、車両感知器の設置位置と渋滞発生位置の関係がこの乖離に大きく影響を与えるため、タイムスライス法の適用が困難であると考えられる。

a) 1IC間1基の所要時間が過少となる場合

図-4に示すように、渋滞があるにもかかわらず、B1C～C1C間の全区間を非渋滞時速度で走行した所要時間を計上してしまう。

b) 1IC間1基の所要時間が過大となる場合

図-5に示すように、A1C～B1C、B1C～C1Cどちらの車両感知器でも渋滞を検知するため、両IC間全体にわたって渋滞時速度で走行した所要時間を計上してしまう。

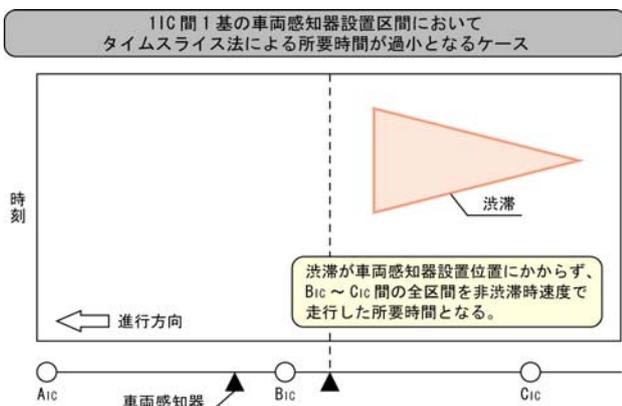


図-4 1IC間1基の所要時間が過少となる要因

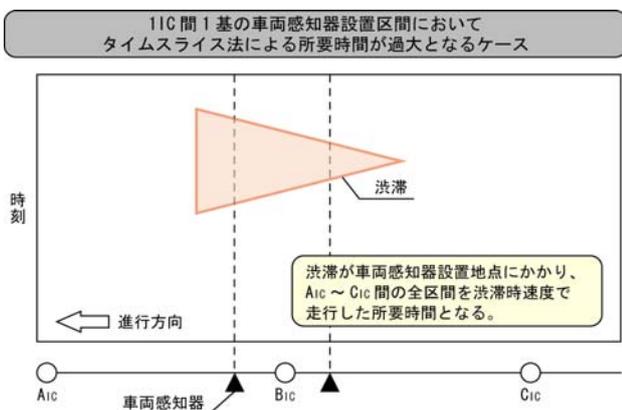


図-5 1IC間1基の所要時間が過大となる要因

4. 新たな所要時間算出方法の構築

前章のとおり、車両感知器が密でない区間では通常のタイムスライス法で所要時間を精度高く算出することが困難である。そのため、利用者への情報提供に耐える精度を目標に、新たな所要時間算出方法の構築を試みる。

具体的には、仮想車両感知器を設定することで車両感知器の勢力範囲を細分化するとともに、渋滞統計データから得られる渋滞状況をマッチングさせることで仮想車両感知器の速度を設定し、この状況下でタイムスライス法より所要時間を算出する(図-6参照)。

(1) 勢力範囲の細分化

タイムスライス法による所要時間は、地点速度の計測間隔が密になればなるほど算出精度が向上する。そのため、本研究では渋滞検知用車両感知器設置区間における所要時間算出精度を目標とし、それと同様起点側から2km間隔で仮想車両感知器を設定する。これにより、車両感知器の勢力範囲を細分化させることを実現している。

なお、仮想車両感知器を起点側から2km間隔で設定した場合、次のICまでの距離が短くなる場合がある。本研究では、ICまでの距離が1km未満の場合は、仮想車両感知器を設定しないこととしている。また、実際の車両感知器の速度データをできる限り活用したいことから、実際の車両感知器と仮想車両感知器の距離が1km未満の場合は、仮想車両感知器を設定しない方針としている。

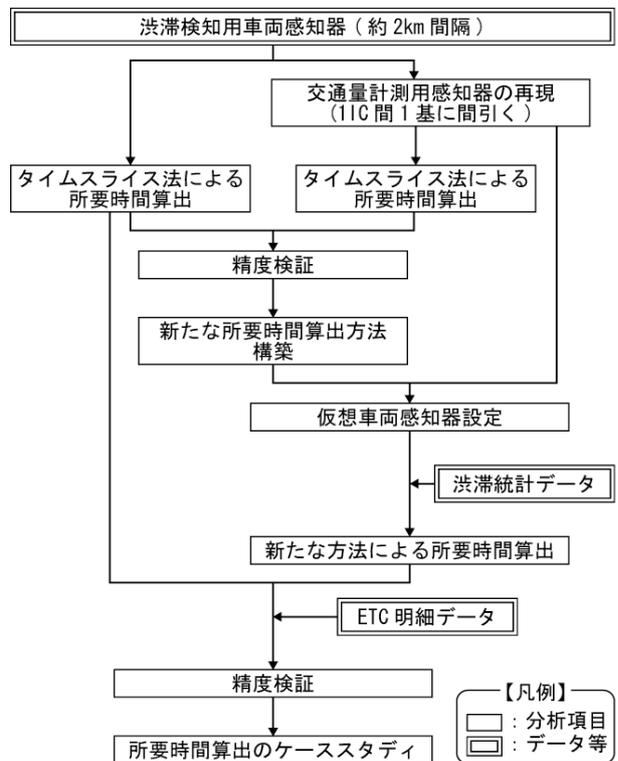


図-6 新たな所要時間算出方法構築の検討フロー

(2) 仮想車両感知器の速度設定

仮想車両感知器の速度を設定するにあたっては、渋滞の発生時刻、最大渋滞長、渋滞時間が記録された渋滞統計データを組み合わせる(時空間にマッチングする)ことを考えた(図-7 参照)。これにより、各勢力範囲を渋滞領域(交通集中渋滞、事故渋滞、工事渋滞、その他渋滞)と非渋滞領域とに区分可能となっている。

次に、仮想車両感知器設定地点と実際の車両感知器設置地点の交通状況を時間帯別に比較し、同一の交通状況である場合は実際の車両感知器の速度データを仮想車両感知器の速度データとして適用する。これは、実際の車両感知器データを最大限活用しようとする方針によるものである。

また、実際の車両感知器設置地点と仮想車両感知器設定地点の交通状況が異なる場合、予め設定したデフォルト値を適用することとしている。デフォルト値は、中国地方を中心に関西・九州地方の一部高速道路を対象に、車両感知器データより交通状態別、車線数別に速度分布を算出することで、最頻値を設定した(図-8、表-1参照)。

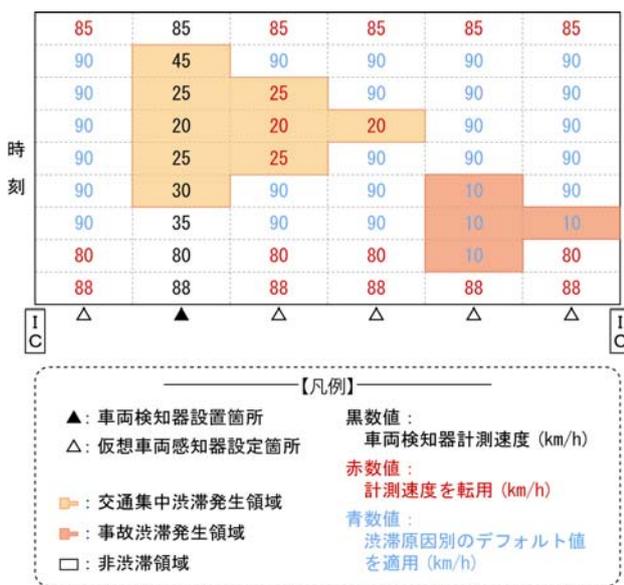


図-7 仮想車両感知器の速度設定方法の概念図

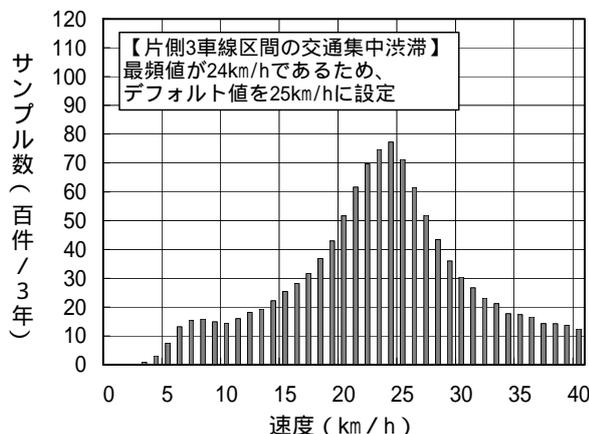


図-8 速度デフォルト値の設定例

5. 新たな所要時間算出方法の精度検証

ここでは、前章で構築した新たな所要時間算出方法の精度を検証する。検証にあたっては、前述と同様、渋滞検知用車両感知器が設置されている中国道 中国吹田IC～山陽道 山陽姫路東ICの上下線、平成21年5月1日～6日を対象とし、検証用に設定した車両感知器が1IC間に1基の状況をもとに新たな方法で所要時間を算出している。

(1) 渋滞検知用車両感知器による所要時間との比較

新たな方法によって算出した所要時間と、もともと設置されている渋滞検知用車両感知器(約2km間隔)の速度データを用いたタイムスライス法による所要時間を比較する。一例として、図-9に示す平成21年5月4日の出発時間帯別所要時間をみると、本研究で構築した新たな算出方法による所要時間は、車両感知器が1IC間に1基の場合のタイムスライス法による所要時間に比べて、実績値(渋滞検知用車両感知器よりタイムスライス法で算出した所要時間)にフィットしている様子がみてとれる。これは、仮想車両感知器を設定し勢力範囲を細分化するとともに、渋滞統計データを組み合わせさせた結果、図-10に示すように、速度コンター図が再現できたことによる。

対象6日間の日別時間帯別所要時間を比較すると(図-11参照)、RMS誤差が8分、平均誤差率が4%となっており、前述交通量計測用車両感知器(1IC間に1基)のRMS誤差17分、平均誤差率7%より、精度が向上している。

表-1 速度デフォルト値の設定結果

渋滞状況	推定速度のデフォルト値(km/h)		
	片側1車線	片側2車線	片側3車線
非渋滞	85	90	85
交通集中渋滞	15	20	25
工事渋滞	10	10	20
事故渋滞	10	10	20
その他渋滞	10	10	20

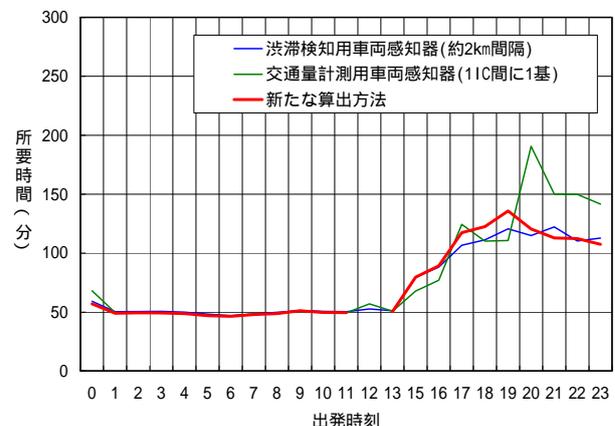


図-9 出発時間帯別所要時間の比較(H21.5.4(月・祝)上り線)

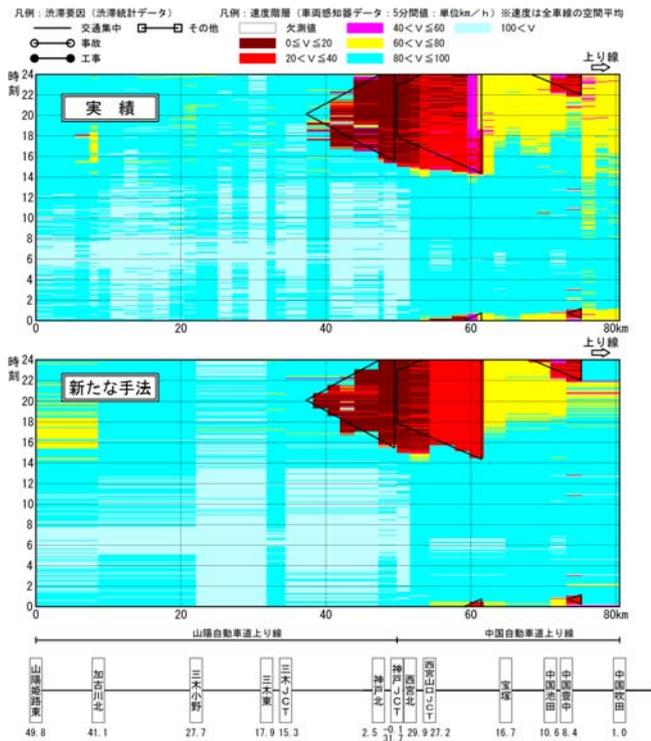


図-10 速度コンター図の比較(H21.5.4(月・祝)上り線)

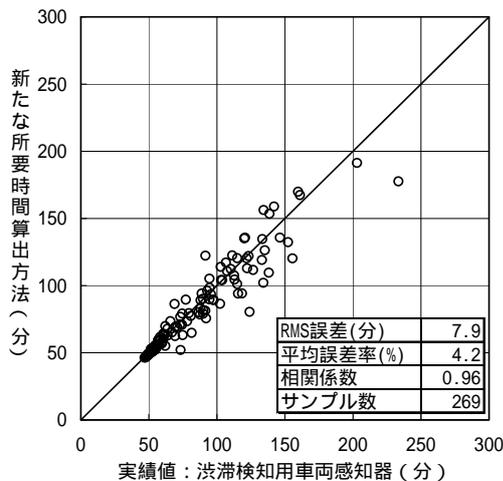


図-11 日別時間帯別所要時間の比較

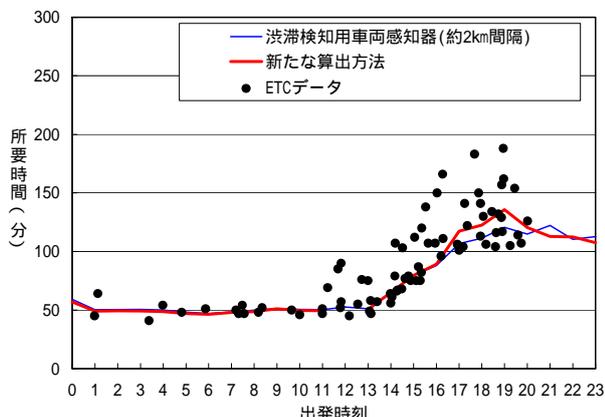


図-12 ETCデータとの所要時間比較(H21.5.4(月・祝)上り線)

なお、図-11において渋滞検知用車両感知器が233分であるプロットは、新たな算出方法が178分で、55分過小となっている。これは、下り線で宝塚東トンネルから名神あるいは近畿道まで延伸するような大規模な渋滞が発生した日である。このような渋滞でも、渋滞統計データ上では中国道で完結する渋滞が計上されており、その結果として新たな算出方法では実際の渋滞領域よりも小さな渋滞が再現されてしまうためである。

(2) ETCデータによる所要時間との比較

新たな方法によって算出した所要時間と、ETCデータに記録されている高速道路流出入日時より算出した所要時間を比較する。なお、ETCデータは分析対象期間中に対象ICペアを利用した全698台/6日間としている。

一例として、図-12に示す平成21年5月4日を見ると、新たな所要時間算出方法とETCデータによる所要時間の変動が概ね一致している様子がみてとれる。特に、ETCデータの下限値がフィットしている。上限値は休憩施設への立ち寄りと考えられることから、ETCデータと比較しても所要時間の算出精度が確保されているといえる。

6. ケーススタディ

山陽道ルートと中国道ルートの大きく2ルート区間が形成されている吹田JCT～福岡IC間では、大半の区間において車両感知器がIC間に1基しか設置されていない。そこで、吹田JCT～福岡IC間(上下線)、平成21年5月1日～6日を対象に、新たな所要時間算出方法によるルート別日別時間帯別所要時間の算出を試みる。

上り線を例にみると(図-13参照)、5月1日は平日であることから、日中の所要時間は安定しており、山陽道ルートで380分程度、中国道ルートで400分程度と山陽道ルートの所要時間が約20分短い。山陽道ルートの区間距離は約594km、中国道ルートの区間距離は約618kmであることから、両ルートともに平均的な旅行速度は90km程度であるといえる。

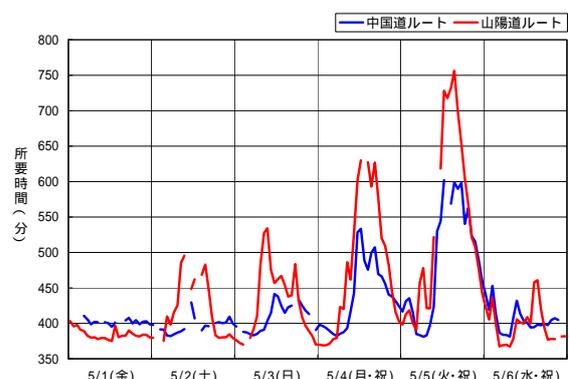


図-13 吹田JCT～福岡IC間のルート別所要時間算出結果

5月2日以降はゴールデンウィーク期間であるため、渋滞に伴う所要時間の増加がみられる。所要時間が増加している時間帯では、区間距離の短い山陽道ルート of 所要時間が長く、最大で163分も中国道ルートより時間を要したケースが存在している。ルートの選択次第で無駄な所要時間を回避できることから、当該区間における所要時間の実態に関する情報を提供することは、利用者が経路選択をする際のひとつの有益な情報になるものと考えられる。

7. まとめ

本研究では、車両感知器がIC区間に1箇所しか整備されていない区間を対象に、タイムスライス法によって所要時間を算出し精度を検証した結果、車両感知器の設置位置と渋滞発生位置の関係が所要時間の乖離に大きく影響を与えていることを明らかとしている。

この乖離を小さくするため、仮想車両感知器を設定し車両感知器の勢力範囲を細分化するとともに、渋滞統計データから得られる渋滞状況をマッチングさせることで仮想車両感知器の速度を設定し、この状況下でタイムスライス法より所要時間を算出する方法を検討・構築している。

これと渋滞検知用車両感知器(約2km間隔)を用いてタイムスライス法より算出した所要時間を比較した結果、精度が向上していることを確認している。また、ETCデータに記録されている高速道路流入日時より算出した所要時間を比較したところ、所要時間の変動が概ね一致しているとともに、ETCデータの下限值ともフィットし

ており、精度が確保されていることを確認している。

本研究では、ケーススタディとして車両感知器がIC間に1基しか設置されていない区間が多い吹田JCT～福岡IC間を対象に所要時間を算出しているが、今後はその他区間でも所要時間を算出し、中国地方の所要時間信頼性の傾向を明らかにしていきたい。また、「iHighway」に代表される高速道路交通情報サイトに所要時間信頼性情報を提供することを検討し、利用者の行動計画の助けとなればと考えている。

参考文献

- 1) 吉村，菅：阪神高速道路における所要時間情報提供と精度検証，土木学会年次学術講演会講演概要集第4部，Vol.59，pp.364-365，2004.
- 2) 宇野，倉内，嶋本，山崎，小笹，成田：ETC データを用いた都市間高速道路の旅行時間信頼性分析，土木計画学研究・講演集，Vol.35，No.218，2007.
- 3) 山崎，嶋本，宇野，倉内，小笹，成田：ETC データを用いた都市間高速道路の旅行時間信頼性指標についての一考察，土木計画学研究・講演集，Vol.36，No.220，2007.
- 4) 太田，山崎，宇野，塩見：ETC データを用いた所要時間信頼性に基づく新規高速道路供用効果分析，土木計画学研究・講演集，Vol.39，No.304，2009.
- 5) 野間，奥谷，井坪，前川：交通量自動観測機器を用いた一般道の時間信頼性分析～筑波山交通調査を事例に～，土木計画学研究・講演集，Vol.35，No.219，2007.
- 6) 吉岡，上坂，橋本，中西：一般道路における旅行時間データの収集及び処理方法に関する検討，土木計画学研究・講演集，Vol.40，No.74，2009.
- 7) 上坂，橋本，吉岡，中西，朝倉：AVI データを用いた一般道路における時間信頼性指標の算出方法，土木計画学研究・講演集，Vol.41，No.125，2010.

A STUDY ON THE POSSIBILITY OF INFORMATION PROVISION AS TRAVEL TIME RELIABILITY OF INTERURBAN EXPRESSWAY

Takeshi MATSUSHITA, Takayuki MURAKAMI,
Takashi KUMAGAI and Takashi ISHIDA

There are many sections of inter-urban expressways, particularly in regional areas, that have vehicle detectors emplaced at a single location per section between interchanges. Circumstances therefore make it difficult to compute highly accurate travel times from vehicle detector data.

The study uses time-slice methodology on vehicle detector data to calculate travel times and verify the extent to which the calculated times diverge from actual travel times. It also examines the possibility of providing travel time reliability information in sections that do not have a high density of vehicle detectors.