

AVIシステムを用いた旅行時間算定に関する基礎的研究

BASIC STUDY ON THE TRAVEL TIME MEASUREMENT USING AUTOMATIC VEHICLE IDENTIFICATION SYSTEM(AVI)

巻上 安爾* ○関谷 浩孝** 藤田 喜文***

BY YASUJI MAKIGAMI, HIROTAKA SEKIYA AND YOSHIFUMI FUJITA

1. はじめに

適切な予測所要時間情報は、高速道路利用者の経路選択、走行計画の変更・調整を容易にし、また交通管制上から、渋滞の緩和や高速道路網の効率的運用につながる事が期待される。

現在、各関係機関で提供されている予測所要時間は、検知器による現在旅行時間を基にしたものである。現在旅行時間は演算課程が簡便であり、オンラインで瞬時に旅行時間を算定し、提供することができる利点を持っている。

しかし、検知器の地点速度をその勢力範囲の代表速度としていることから、車両の走行速度の変化の大きい停滞領域を含む渋滞時において、精度が非常に低下するという問題点がある。さらには、現在旅行時間が、刻々変化する先方区域の状況を考慮せず、同時刻における先方区域の旅行時間値を単純に加算したものであるため、渋滞の延伸・減衰時に算定された現在旅行時間は、時間遅れを生じるという欠点も持つ。これらの問題点を解決し、より実用性のある所要時間予測システムを構築するため、各関係機関でこの現在旅行時間値の各種補正方法の検討がなされている。

そこで、各種手法の精度検証に用いる大量のデータを蓄積するためや、新たな予測所要時間提供システムの開発の一環として、AVI（自動車番認識装置）を用いた旅行時間測定システムが開発され、各地で活用されている。

本研究は、工事渋滞区間においてAVIシステムによる旅行時間の算定を行い、このシステムの有効性と、車両検知器による現在旅行時間の補正方法について検討することを目的としている。

キーワード：交通調査、交通情報

*正員 工博 立命館大学理工学部環境システム工学科

** ***学生員 立命館大学理工学研究科環境社会工学専攻
(〒525 草津市野路町1916 TEL0775-66-1111 FAX 61-2667)

2. 調査概要

(a) 調査日時

・1995年6月2日(金) 6:00~16:00

(b) 調査対象区間

・中国自動車道下り線吹田IC~宝塚TN間(16.5km)

阪神大震災の影響で、都市高速道路や鉄道などの東西を結ぶ交通網が寸断されていたため、車両が中国自動車道に集中していたことと、復旧工事のための車線規制が重なったため、宝塚東TNを先頭とする渋滞が頻発していた。図1に示される区間において、3車線中、追越し1車線が工事規制により走行不可。

(c) 録画調査地点

- ・吹田IC付近人道橋（調査区間上流端）
- ・豊中IC付近人道橋（中間地点）
- ・宝塚東TN付近人道橋（調査区間下流端）

上記3地点において、走行・追越しの2車線における走行車両のナンバープレートにCCDカメラ（高解像度静止画撮像カメラ）で撮影しビデオテープに録画。

(d) フローティング調査

AVIシステムにより算定された旅行時間を実際の旅行時間と比較するために、フローティング調査を実施。1時間おきに延べ11台が調査区間を走行。

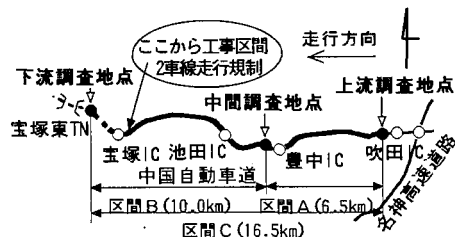


図1 調査対象区間図

3. 解析方法

以下の手順でAVI旅行時間を求めた。

①研究室でビデオテープを再生し、AVI装置によ

ってビデオ信号の画像処理を行い、ナンバープレートのデータ（サイズ・色・4桁メイン番号）を判読する。

- ②このデータをその車両の撮影地点通過時刻と共にフロッピーディスクに記録する。
- ③各調査地点のデータ群の中から同一ナンバープレートデータを検索（マッチング）し、その車両の2地点の通過時刻の差を基に、旅行時間を算定する。
- ④統計的手法を用いて異常な旅行時間値を除去する。
- ⑤旅行時間値の5分間ごとの平均値を求め、これをAVI旅行時間とする。

4. 解析結果

(1) 渋滞状況と旅行時間データプロット図

業務日誌により作成された渋滞状況図を図2に示す。この図によると、調査当日の渋滞は、宝塚東TNを先頭に録画調査開始時刻（5:30）頃が発生し、録画調査終了時刻（16:15）以降まで続いており、6:30～9:10と10:30～13:10の2つの時間帯には、調査中間地点（豊中IC）を越えるところまで渋滞列が伸びていた。

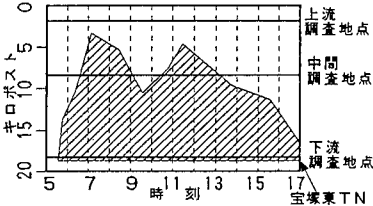


図2 渋滞状況図

また、3つの調査地点で得られた車両データを用い、3種類の区間（区間A：上流地点～中間地点、区間B：中間地点～下流地点、区間C：上流地点～下流地点）においてマッチングを行った。そこから得られた旅行時間値をプロットした図を図3 (A)～(C)に示す。3区間とも測定距離が比較的小さいことから、旅行時間値の分散は小さい。

渋滞列が中間地点を越える上記2つの時間帯においては、区間A（上流地点～中間地点）では、旅行時間が急激に増加しており、また区間B（中間地点～下流地点）では、測定区間全域が渋滞域に含まれるため、旅行時間は60分前後で安定している。また、区間C（上流地点～下流地点）における旅行時間の変動は、

7:05と11:30をピークとする当日の渋滞列の変動と一致している。このように、これら3つの図には渋滞列延伸の影響が非常に顕著に現れている。

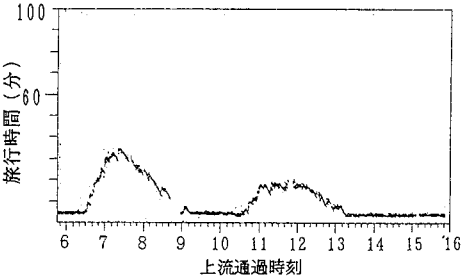


図3 (A) マッチングデータプロット図(区間A)

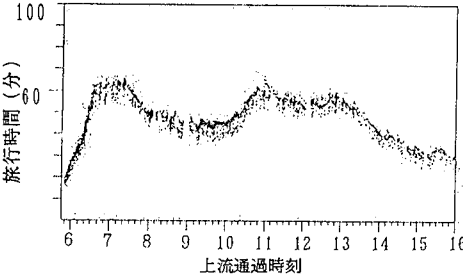


図3 (B) マッチングデータプロット図(区間B)

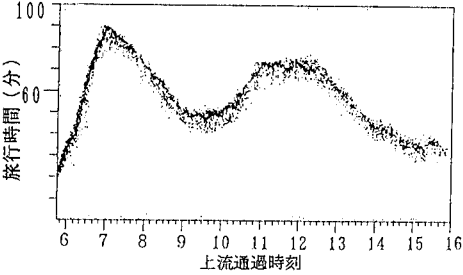


図3 (C) マッチングデータプロット図(区間C)

(2) フローティング結果との比較

図4は、AVI旅行時間（指数平滑法により異常値を除去し、さらに5分間の平均をとった旅行時間）を、フローティング車の実旅行時間と共に示している。

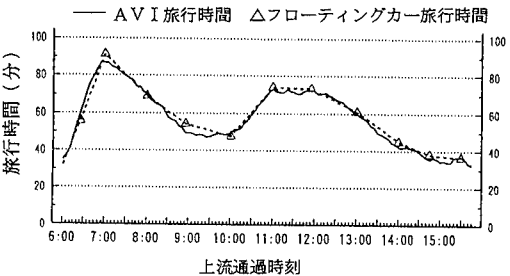


図4 AVI旅行時間とフローティング結果

渋滞延伸時・減衰時においても、AVI旅行時間

は、フローティング結果とほぼ一致していることがわかる。両者の時間差は最大で8.8% (4.8分)、平均で3.9% (2.4分)であることから、AVI旅行時間は、走行車両の旅行時間変動を非常によく捕らえているといえる。以下、AVI旅行時間を中心として、各種旅行時間を評価する。

(3) 車両検知器を基にした旅行時間との比較

車両検知器は、車両の速度を測定し、その速度と車両検知器の勢力範囲(約2km)の距離から、旅行時間を算定するものである。

本調査区間(約16.5km)には8つの車両検知器が設置されているので、調査区間の旅行時間は、8分割した小区間の旅行時間値を足し合わせるにより求めることができる。

小区間の旅行時間値の加算方法の違いにより、次の2種類の旅行時間がある。

- ・現在旅行時間：同一時刻の小区間の旅行時間を加算したもの。車両が先方のある小区間に到達したときには、算定されたその小区間の旅行時間はもはや過去のものであるため、旅行時間という概念から、現在旅行時間は架空の値である。しかし、瞬時に旅行時間を算定し、提供することができるため、予測所要時間として活用されている。

- ・推定旅行時間：車両が先方の小区間に到達するまでに要する時間の遅れを考慮して、各小区間の旅行時間を加算したもの。これは、現在旅行時間より実際の旅行時間に近い値となることが期待できるが、ある時間経過した後の旅行時間値を必要とするため、予測所要時間として提供することはできない。

また、補正旅行時間として次のものがある。

- ・工事渋滞時補正現在旅行時間

現在旅行時間に対し、工事渋滞の特性を考慮した次の3つの補正を行った旅行時間である。現在、日本道路公団名古屋管理局で検討中である。

①測定速度の補正：表1に示す速度ランクに応じた補正係数を車両検知器の測定速度に乗じて補正する。

測定速度 (km/h)	~10 ~ 20 ~ 30 ~ 40 ~50 ~ 60 ~ 80~							
補正係数	1.15	0.83	0.80	0.77	0.80	0.89	0.95	0.98

表1 車両検知器測定速度補正係数

②測定速度のスムージング：前期の平滑速度 V_{n-1} が渋滞速度(40km/h)以下であり、かつ今期の測定速度

v_n がそれを下回った場合、次に示す指数平滑によるスムージングを行い今期の平滑速度 V_n を算定する。

$$V_n = (1 - \alpha) V_{n-1} + \alpha v_n \quad (\alpha: \text{平滑係数}=0.1)$$

③渋滞列延伸の影響補正：過去5分間と今期5分間の旅行時間値の増加量を基に補正量を算出し、ある制約の基で旅行時間値を補正する。

これら3つの旅行時間とAVI旅行時間の変動を図5(A), (B), (C)に示す。

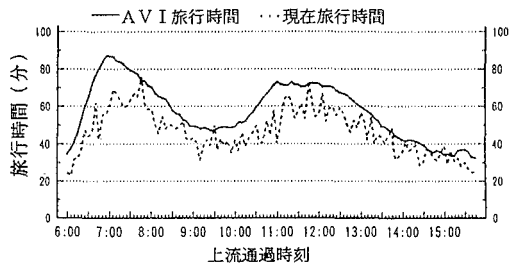


図5(A) 現在旅行時間との比較

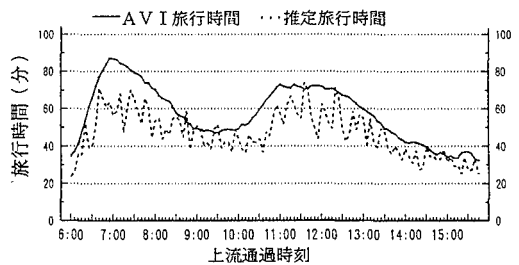


図5(B) 推定旅行時間との比較

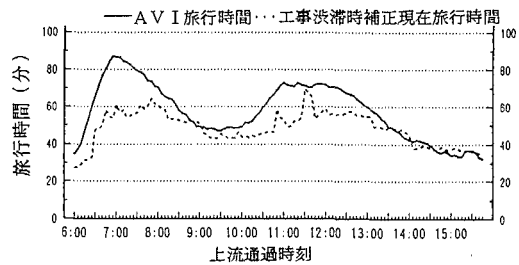


図5(C) 工事渋滞時補正現在旅行時間との比較

(A)の現在旅行時間は、6:55と11:30頃を2つのピークとするAVI旅行時間の変動と同じような傾向を示しているが、ほぼ全時間を通じてAVI旅行時間値より小さい。特に、最初の渋滞延伸時(5:45~7:05)では、AVI旅行時間値は最大で8.8分(6:55)であるのに対し、現在旅行時間の最大値は、渋滞列がピークに達した時刻(7:05)における6.9分であり、AVI旅行時間の最大値の7.7%程度にしかならない。これは、実際の速度よりも車両検知器で測定された速度の方が大きかったことによるもので、

渋滞時の低速車両の速度測定における、車両検知器の精度低下が大きく影響している。

(B)の推定旅行時間は、時間遅れを考慮した効果が見られず、むしろ5分ごとの旅行時間の変動が現在旅行時間の変動よりも大きくなっている。

(C)の工事渋滞時補正現在旅行時間は、(A)や(B)に比べ変動幅が小さくなっていてスムージング補正の効果が見られる。しかし、そのスムージングにより、急激な旅行時間の増加傾向を反映することができず、渋滞延伸時の旅行時間の最大値は60分で、(A)の現在旅行時間やAVI旅行時間に比べ非常に小さい値となってしまった。また、渋滞ピーク時には、調査区間内の複数の車両検知器の測定速度が10km/h未満となっていて、測定速度の補正(10km/h未満は補正係数1.15を10km/h以上は0.77~0.98を測定速度に乘じる)により、その速度はより大きく算定されてしまったことも、旅行時間値低下の原因であると考えられる。

(4) 移動平均現在旅行時間の提案

そこで、以上のような問題点を踏まえて、次のような旅行時間の検討を行う。

・移動平均現在旅行時間：現在旅行時間に対し、10km/h以上の測定速度についてのみの測定速度補正と渋滞列延伸補正を行い、これを前期2回分と移動平均した旅行時間。これを図6に示す。

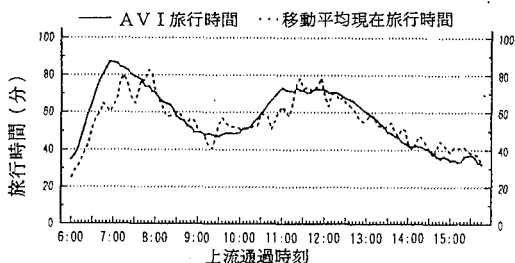
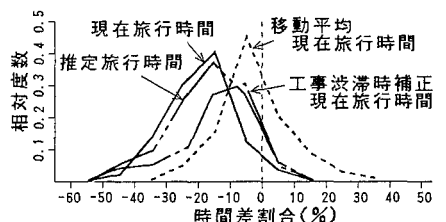


図6 移動平均現在旅行時間

移動平均現在旅行時間は、AVI旅行時間の変動曲線をやや右にシフトした形になっていて、旅行時間の変動の時間遅れを生じているものの、スムージング補正や、逆効果のあった10km/h未満の測定速度補正を行わなかったことから、旅行時間値は全体的に増加し、AVI旅行時間値に近づいている。図7は、各時間における各種旅行時間値とAVI旅行時間値との差の、AVI旅行時間値に対する割合の分

布を示している。この図からも、移動平均現在旅行時間は、他の旅行時間より実測値であるAVI旅行時間との差が少なく、実際の旅行時間変動をよく捕らえているといえる。



(—はAVI旅行時間値より小さいことを示す)

図7 各種旅行時間時間差分布

5. おわりに

本研究では、渋滞延伸時・減衰時においてもAVI旅行時間はフローティング車による実旅行時間とほぼ一致しており、調査区間が16.5km程度の場合は、走行車両の旅行時間変動を非常によく捕らえることができることが確認された。

また、現在旅行時間や工事渋滞時補正現在旅行時間について、AVI旅行時間との比較を行った。その結果、それらの値はAVI旅行時間に比べかなり小さな値となっていた。特に、補正を行ったため、渋滞延伸時においてその差が大きくなっていた。

そこで、移動平均現在旅行時間を提案し、これが他の算定法よりAVI旅行時間に近い値を取ることを明らかにした。これは、リアルタイムに算定・提供が可能のため、予測所要時間としての実用性が十分あると思われる。

しかし、これらが1日だけの調査結果の比較であることや、この工事区間に異常に交通が集中しており普通の工事渋滞下の走行状況と異なっていたことなどから、この旅行時間算定法が他より有効であるとは一概に言えない。

更に調査・研究を重ね、この有効性を検討することと、AVIシステムを用いた新たな旅行時間予測モデルを構築することが、今後の課題である。

参考文献

- 1) 金山憲司：画像処理ナンバープレート読みとりを用いた旅行時間計測について、電子情報通信学会論文誌，109巻7号，1990
- 2) 日本道路公団名古屋管理局：名古屋管理局内に関する交通情報システムに関する研究報告書，1995
- 3) 巻上安爾・村上陽二郎：AVIシステムに関する基礎的研究，立命館大学修士論文，1996