

連絡等施設ランプ部の渋滞情報の向上を目指して

鈴木 慎一¹

¹中日本高速道路株式会社 東京支社 保全・サービス事業部 交通技術チーム
(〒105-6011 東京都港区虎ノ門4-3-1)。

昨今、渋滞情報の中で、所要時間情報へのニーズが高まりつつあるが、連絡等施設のランプ部では、交通量計測設備の未整備箇所が多く、渋滞の有無や渋滞長に関する情報を人海戦術により収集・提供に留まっているのが現状である。近年、自動車やスマートフォンに搭載されたGPS取得端末が普及し、プローブデータが利用できる環境が整ってきたことを踏まえ、今回、現状を改善する手段として、Bluetooth通信やETC2.0プローブデータを活用し、渋滞状況の把握や提供に反映させる取組みを行ったので報告する。

キーワード 渋滞情報、交通量計測設備（トラカン）、Bluetooth通信、ETC2.0プローブデータ

1. はじめに

昨今、渋滞情報の中で、所要時間情報のニーズが高く、情報収集精度の向上・提供範囲の広域化等に努めているが、インターチェンジとジャンクション（以下「連絡等施設」と呼ぶ）のランプ部では、車両感知器（以下「トラカン」と呼ぶ）が未整備の箇所が多く、渋滞の有無や渋滞長などの情報提供に留まっているのが現状である。また、車両感知器が整備されていないランプ部での渋滞状況の把握方法は、管制センター内でのCCTV監視によるもの、料金所収受員からの報告など人海戦術に頼っている場合が多い。

本論文では、前半の課題に対し、渋滞頻度の高い連絡等施設のランプ部で、Bluetooth通信やETC2.0プローブデータといったプローブデータを利用して所要時間の実態を把握し、情報提供に反映させる手法を提案する。そして、後半の課題では、生産性向上と精度向上に伴うCS向上を目的に、渋滞状況把握からその情報提供まで一連の流れを、人の手を介さずにBluetooth通信を利用して行う、自動渋滞把握・提供システムを検討し試行したため、その結果を示す。

2. 現況と問題点

現況としてインターチェンジ（以下「IC」と呼ぶ）の入口や出口渋滞の代表的な事例を挙げる。（図-1）

(1) 入口渋滞

東名高速道路（以下「東名」と呼ぶ）上り海老名SA



図-1 ランプ渋滞発生箇所

下流の大和トンネル付近を先頭とする渋滞は、厚木ICを越えることが多く、これに伴い、厚木IC入口部も渋滞することが多い。これは、厚木IC入口は、小田原厚木道路とも接続しており、流入交通量が多いことも渋滞を助長させている原因の一つと考えられるが、この渋滞に関するお問合せやご意見が多い。

内容は、渋滞はどの程度か？通過に何分かかるのか？といったお問合せや情報板の表示内容と実態の通過時間に大きく乖離があったとのご意見も頂く。

厚木IC入口付近の渋滞に関するデータの整理結果は、表-1のとおりである。小田原厚木道路まで延伸した渋滞回数は162回あるが、ランプ内止まりの渋滞は全数把握できていないため、実質はこれ以上の回数となる。

(2) 出口渋滞

次に、東名横浜町田IC出口付近では、出口部に接続する保土ヶ谷バイパスからの渋滞が出口を超え、東名上り本線まで延伸することが多い。特に、2016年4月以降、保土ヶ谷バイパスの立体交差事業が部分完了・供用後、逆に渋滞状況が激しくなっている状況である。

出口渋滞では、渋滞通過時間を提供しておらず、通過に何分かかるのか、というお問い合わせが大半を占める。

次に、横浜町田IC出口付近の渋滞に関するデータを表-2に整理した。料金所前後止まりの渋滞は全数把握できていないため、実質はこれ以上の回数となる。なお、調査対象期間は、保土ヶ谷バイパスの立体交差事業の部分供用後約半年と設定した。

(3) 現在の渋滞情報の提供の仕組み

従来、渋滞情報は「A.区間（位置）」「B.原因」「C.渋滞長」を提供していたが、IC間所要時間だけでなく、渋滞通過時間が知りたい、との要望が多く寄せられ、10年程度前より「D.渋滞通過時間」の提供を開始したものの、情報板に表示可能な文字数の制限から「A.区間（位置）」表現を工夫することで、辛うじて次ICまでの範囲で提供することが限度であった。

その後、新東名高速道路の静岡県区間開通時に、マルチカラー板が導入され、路線マークを入れる必要性から、これまでの7文字2段から8文字2段に増加された。また同時期に、老朽化更新で東名上の情報板もこの板に順次更新されたことを契機に、提供内容の改善を実施した。点灯可能な文字数が増加したことで、先述のA～Dまでの渋滞情報の要素全て表示可能となったため、2016年12月より渋滞長と通過時間は対にして提供を開始した。（図-2）

さて、このように、渋滞通過時間の提供範囲を上げたところであるが、この一方で、連絡等施設のランプ部では、渋滞頻度が多い箇所があるにも関わらず、十分な情報提供ができていない。このため、ランプ部の渋滞状況に関する問い合わせも多く頂いていることから、ランプ部での情報提供の改善を図るものである。

3. 原因究明と目標設定

まず、渋滞判定について説明する。

トラカンが、本線上に概ね2km間隔で設置され、各区間の走行速度を車線毎に自動的に収集している。この各区間の最も低速の車線の走行速度から、交通量計測中央局において、「トラカンによる速度データが『時速 40km 未満に低下してから時速 50km 以上に回復するまで』の状態」で、渋滞として取り扱っている。

トラカン未設置ランプでの渋滞判定は、本線上まで渋滞が延伸し、本線上のトラカンで感知した場合には可能だが、ランプ内で留まる渋滞では、自動的に行われず、管制センター

表-1 厚木IC付近の渋滞発生状況

| | |
|-------------------------------|-------|
| 厚木インターを跨ぐ渋滞 | 238回 |
| 上記のうち、小田原厚木道路まで延伸した渋滞 | 162回 |
| 当該箇所に関するご意見・お問い合わせ | 78件 |
| 1回あたりの平均渋滞長 | 3.3km |
| 1回あたりの平均渋滞時間 | 3.04h |
| 調査対象期間365日間(2014年1月1日～12月31日) | |

表-2 横浜町田IC出口付近の渋滞状況

| | |
|--------------------------------|-------|
| 渋滞日数 | 93日 |
| 渋滞回数 | 153回 |
| 当該箇所に関するご意見・お問い合わせ | 30件 |
| 1回あたりの平均渋滞長 | 3.5km |
| 1回あたりの平均渋滞時間 | 2.25h |
| 調査対象期間191日間(2016年4月24日～10月31日) | |

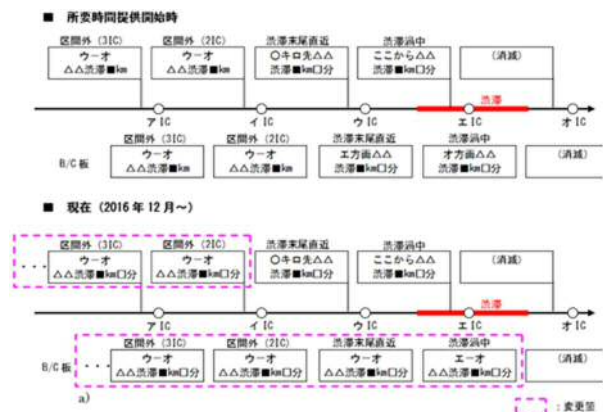


図-2 渋滞情報の変遷

でのCCTVによる確認、料金所からの報告等、人海戦術に頼るところが多く、常時監視は厳しいことから、情報提供が後手に回ることが多い。

また、現在、入口部での渋滞は、本線からの渋滞延伸で発生することが多いが、料金所情報板やIC入口情報板でランプ部の渋滞状況が加味しておらず、出口部では、アクセス道路の道路状況の悪化から渋滞が延伸することが多いが、提供できる内容は、「出口渋滞中」「出口渋滞1km」のみの提供に留まっている。多くなっていると考えられることから、現在利用可能なプローブデータを用いて、情報量の拡大を図り、お問合せの頻度を下げることが目標とする。

(1) プローブデータ

プローブデータは、自動車・スマートフォンに搭載

された GPS 取得端末により計測された移動履歴データのことである。近年では、携帯電話やスマートフォン、カーナビゲーションシステムやドライブレコーダをはじめとする様々な端末でプローブデータが取得可能となってきた。今回は、このうち、Bluetooth通信およびETC2.0プローブデータ（以下「ETC2.0」と呼ぶ）を用いる。

a) ETC2.0プローブデータ

ETC2.0車載器を搭載した車両では、従来のETCの料金收受機能に加え、双方向通信が可能である。図-3に示すように、この機能を用いて、本線IC間に1基設置されている路側機から道路交通情報や安全運転支援情報の提供と車両に蓄積された走行状況の収集を行っている。

具体的には、200m毎の走行履歴（走行時間と位置[緯度経度]）や挙動履歴（前後・左右加速度：急ハンドルや急ブレーキ）等の走行状況が蓄積されている。

このETC2.0の走行履歴を用い、任意の2点間の通過時間の差分から所要時間を算出することが可能である。

b) Bluetooth通信

Bluetooth通信とは、携帯情報機器（ヘッドホンやマウスなど）の短距離間（最大でも100m程度）のコードレス接続に使われる無線通信技術の一つである。Bluetoothは、通信の宛先を特定するためMACアドレス(Media Access Control address, 英数字12桁からなる固有の認識番号, 例:1a:2b:3c:4d:5e:6f)を使用している。

今回、走行車両に搭載されたカーナビゲーションや携帯端末等から発するBluetoothのMACアドレスを、専用アプリをインストールした受信機(スマートフォン)で受信し、受信機毎の受信時間の差分から、走行車両毎の移動時間の把握を行う。(図-4)



図-3 ETC2.0情報収集・提供のイメージ

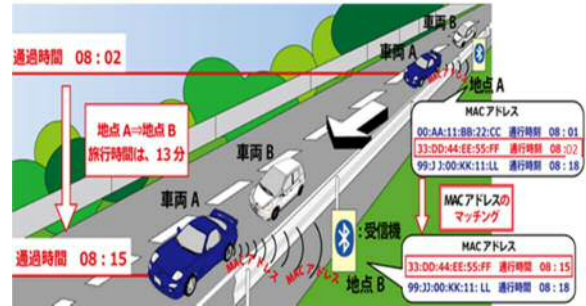


図-4 Bluetoothを用いた旅行時間算定の概要



図-5 所要時間算定区間(厚木IC)

4. 対策の立案・実施・結果(その1)

まず、入口渋滞について対策を立案する。社内関係者からも当該箇所が渋滞した場合には、通過に30分、もしくはそれ以上かかったとの意見もあるため、実態把握を行った。具体案策定前に、見込みをつけるため、集中工事中の渋滞日を狙い、図-5の区間でETC2.0による分析を行った。

ここで分析の結果、小田原厚木道路、厚木西ICから本線合流部までの渋滞長と所要時間の関係は図-6のとおりとなる。得られたデータから、渋滞長1.4kmで通過時間30分だと時速2.8km、同様に、渋滞長0.8kmで通過20分だと時速2.6kmと非常に低い速度で通過していることがわかった。

これまでのお客さま等の声がETC2.0にて状況が掴めたため、1年間ETC2.0を抽出した。ランプ流入部や小田原厚木道路からの流入であるため、交通量の絶対数が本線と比較し少なく、多くのサンプルは抽出できなかった。そこで図-7で、渋滞発生頻度の高い15時から20時に絞り、表-3で

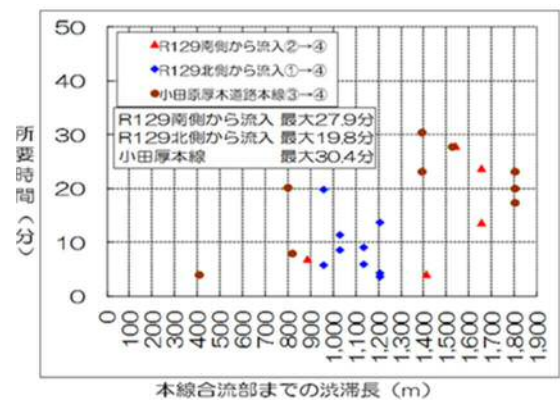


図-6 厚木IC入口本線合流部までの渋滞長と所要時間の関係

各時間帯の最大所要時間を抽出し平均値を算出した。IC入口北側、南側、小田原厚木道路最終IC出口情報板では、同じ情報を提供するシステムとなっていること

を考慮し、3か所の通過時間の最小値を渋滞時通過時間の暫定値と決定した。また、前述3か所のランプ長の最小値は、900mであるため、3か所からの情報板から提供する場合は、これまでの渋滞情報に「渋滞1km10分」を加算することとした。(図8)

2014年1年間で78件頂いたお客さまの声は、この対策により、2015年4月実施以降半年間で27件(年間換算で54件)と一定の効果は得られたが、改善後の意見も確認していくと、通常の自然渋滞時の意見は減少傾向にあるものの、事故渋滞や2車線を絞るような車線規制を実施した時のご意見は残っており、このような渋滞状況時「渋滞1km10分」の加算では、実態との乖離が多いという課題が残った。

5. 対策の立案・実施・結果(その2)

次に、前章の課題解決のため、大きな渋滞が予想される2015年度東名集中工事内、上り厚木ICの近傍で実施する2車線規制を狙い、Bluetooth受信機を高速道路上に配備し、所要時間の把握・提供作業を実施した。

まず、厚木西IC出口、厚木料金所・東名合流先の3か所に受信機を設置(図9)し、延長約4.8kmの通過時間を測定した。この測定時間には閾値を設定するが、この理由は、休憩施設の立寄などの因子を除外するため、当該箇所も側道が平行しており、商業施設が立地されているため閾値を設定した。前章調査の時速2.6kmという実績値を上限とし閾値を60分と設定したが、工事期間10日間のうち上限値に振れる時間帯が11時間にも及んだ。このため、データ信頼性確認に、ETC2.0を利用し、図10のとおり比較検証した。この結果、両者の所要時間がほぼ等しいことが確認できたため、採用データに問題ないと判断した。

本対策期間中、渋滞に関するお問合せ・ご意見を1件も受けることがなかったことから、この実態通過時間の提供は、非常に効果的な対策であることが確認できた。

一方、当該集中工事では、本線(東京~御殿場JCT)の所要時間提供も含め、所要時間の把握に2名・情報提供操作卓の操作に1名を24時間体制で配置して実施したが、通常時にこの体制で実施することは現実的ではないことは明白であり、この点が課題として残った。

6. 対策の立案・実施・結果(その3)

次にこの課題を解決すべく、昨今、ランプ渋滞が顕著な東名上り横浜町田出口で、渋滞情報の収集から提供までの自動化を検討をした。所要時間の算定は、前章で利用したエンジ東京(株)のBluetoothを用いた旅行時間の算定システムの精度が確認できたため、このデータを現場に設置した簡易LED板にインターネット回線を用いて転送する方法(図11)を提案した。当該箇所を選定した理由は、苦情件数が多く、また、これまでの短期工事と異なり、長期間、

表-3 渋滞通過最大所要時間とサンプル数

| 区間 | 時間帯 | | | | | 平均値 |
|----|------|------|------|------|------|---------|
| | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | |
| ①④ | 14.0 | 12.3 | 6.6 | 9.7 | 8.8 | 採用 10.3 |
| ②④ | 35.8 | 14.3 | 17.5 | 12.2 | 11.2 | 18.2 |
| ③④ | 25.1 | 37.4 | 32.8 | 28.5 | 28.7 | 30.5 |

| 区間 | 時間帯 | | | | | 合計 |
|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | |
| ①④ | 34 | 31 | 29 | 16 | 24 | 134 |
| ②④ | 31 | 39 | 31 | 16 | 26 | 143 |
| ③④ | 172 | 187 | 189 | 133 | 266 | 947 |

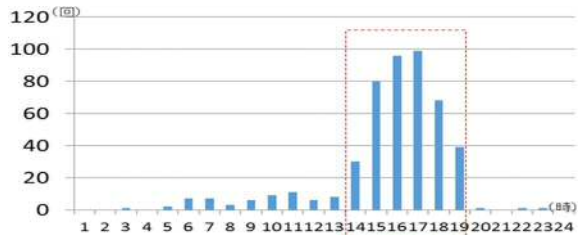


図-7 小田原厚木道路まで渋滞が延伸した時間帯毎の渋滞回数

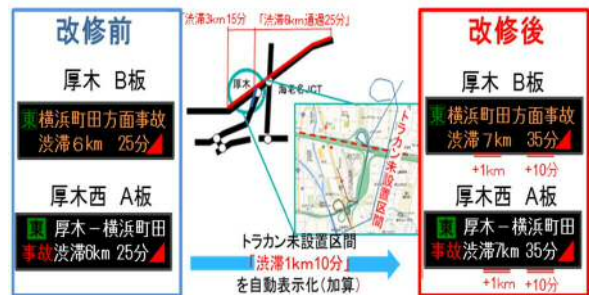


図-8 改修イメージ(ランプ部の渋滞情報の加算)



図-9 Bluetooth配置図(厚木IC)

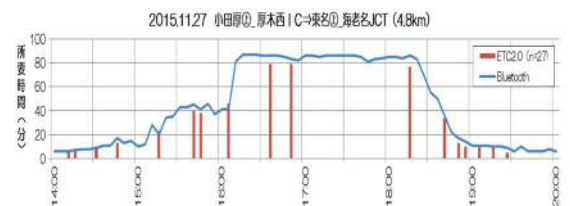


図-10 BluetoothとETC2.0の測定時間の比較

機器を存置する必要があり、故障対応等の容易さを考慮し、規制を要さず現地に立入可能であったためである。(図-12)

集中工事では、非常電話等電源供給可能な箇所を選定、これらの利用が困難な場合は、車載バッテリーを収めた仮設電源ボックスを用意し、2か月程度の対応を行っていたが、今回、アクセス道路の保土ヶ谷バイパスの立体交差事業が完了するまでの2年間の提供を目指しており、仮設電源では対応不能なため、ソーラー電源を利用した。

次に、提供時間帯の検討を行い、以下の着眼点より、5時から21時までの提供とすることにした。

- ・ソーラー電源は、季節によっては日照時間が短く、常時点灯することに不安が残る。
- ・データ信頼性の観点から、20分間に3点のデータが取得できない場合は、時間提供を見送る設定としているため、夜間交通量が少ない時間帯は、「未算定」となる時間がほとんどになる。
- ・過去1年間の渋滞履歴より、21時から翌5時までは渋滞実績がない。

提供内容は、非渋滞(自由走行)の場合は、「国道16号合流部まで5分」と表示、速度低下に伴い、通過に5分以上要する場合は、計測時間を5分単位で切り上げて表示とした。以下、当該箇所でも通過10分以上の表示をした場合を「渋滞」として扱う。地点Aから国道16号合流部までは1,600mあるため、10分要する場合、時速9.6kmとなり速度が低下し始めていることがわかる。仮に20分要する場合、時速4.8kmとなり、これは、大人の一般的な歩行速度と同等である。

表-4は、提供開始後、約半月の提供状況を集計したものである。点灯時間(5時から21時)計300時間のうち、渋滞時間は約158時間に達し、約5割の時間帯で、渋滞状況にあった。

図-13は、2017年3月14日午前9時頃、提供時間が実際の通過時間を合致しているか確認調査を行った時の写真だが、写真から、ブレーキランプの点灯が確認でき、発進・停止を繰り返している渋滞状況であったことがわかる。そして、この調査の結果、国道16号合流部まで17分の走行時間であったため、提供内容とほぼ合致していることが確認できた。

図-14は、ある1日の本線情報板と簡易LED板での情報提供状況を表したものである。

横浜町田IC付近東名上り本線には、出口減速車線部及び分岐1km上流にトラカン検知可能なため、情報板での渋滞情報の提供履歴、簡易LED板での「通過10分以上」の表示履歴より、トラカンとBluetoothの渋滞感知状況の比較を行った結果、情報板での渋滞提供時間の合計は約6時間なのに対し、簡易LED板での渋滞提供時間の合計は、約11時間以上に達した。

以上より整理すると、トラカンよりも早期に、かつ、精度の高い渋滞情報を提供できたことが確認できた。頂いているお問合せ・ご意見に関しては、対策前は、半年で約30件だったのに対し、対策後約2か月半(80日間)では、1件(半年換算で3件)と9割削減することができた。

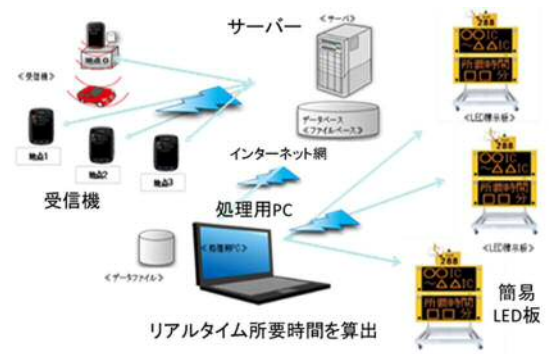


図-11 Bluetooth受信から簡易LED表示までの流れ



図-12 Bluetooth 配置図 (横浜町田 IC)



図-13 渋滞時の情報提供状況 (横浜町田IC)

表-4 通過時間提供状況集計

| | | 夜間除く(5~21時) | |
|-----------|-------|-------------|-------|
| | | 時間 | % |
| 国道16号合流まで | 5分 | 105:02 | 35.4% |
| | 10分 | 84:20 | 28.4% |
| | 15分 | 37:40 | 12.7% |
| | 20分 | 26:25 | 8.9% |
| | 25分 | 5:55 | 2.0% |
| | 30分 | 2:00 | 0.7% |
| | 35分 | 0:40 | 0.2% |
| | 40分 | 0:00 | 0.0% |
| | 45分以上 | 0:50 | 0.3% |
| 調整中 | | 34:03 | 11.5% |
| ブランク | | 0:10 | 0.1% |
| 計 | | 297:05 | |

2017年3月13日~31日 19日間集計

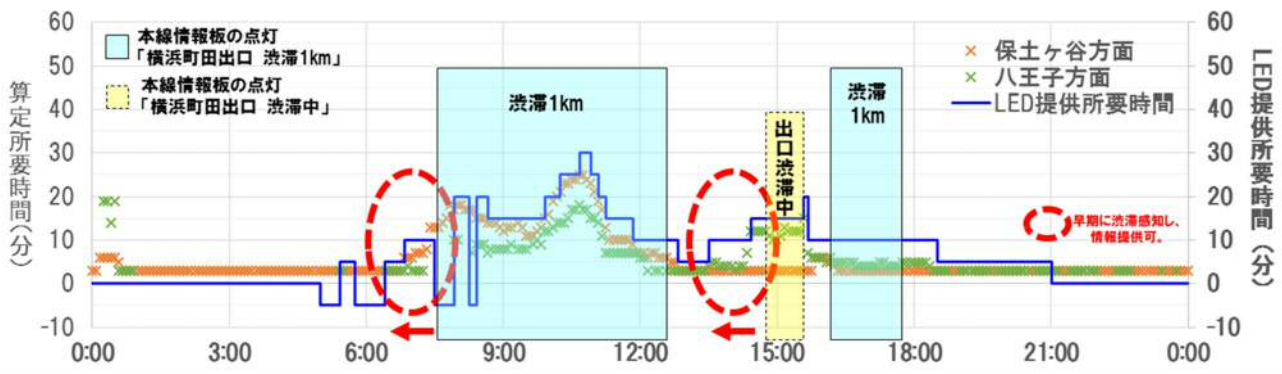


図-14 本線情報板と簡易LED板の情報提供状況 (2017年3月29日)

7. 今後の課題

今回、ランプ内で発生した渋滞の情報が乏しいことに着目し、プローブデータを用いて情報提供内容を拡充していく中、ランプだけでなく、本線の所要時間提供の課題にも対応できそうなことがわかってきた。

出口渋滞を簡易LED板で情報提供する対策を、仮に本線で実施する場合、更に上流側から情報提供を行い、行動判断をして頂く必要がある。

出口渋滞を簡易LED板で情報提供する対策を、仮に本線で実施する場合、更に上流側から情報提供を行い、行動判断をして頂く必要がある。このためには、交通中央局に情報を送り、複数の情報板は勿論、ハイウェイラジオ等他メディアからの提供も必要になる。

ここに、Bluetooth情報を交通中央局から展開させる場合の課題3点を以下に記す。

- ①Bluetoothの進化スピードが速く、数年後にはバージョンが一致せず、受信可能なデータが激減していく可能性がある。(耐用年数の短期化)
- ②集中工事では、簡易的にプラスチックケースに入れ管理しているが、恒常的に長期間存置するのであれば、永久構造物とできるよう、ケースは勿論、配線についても耐候性・防水性能等の優れた材料選定が必要となる。
- ③Bluetoothの局所的な利用は、既存トラカンデータとの連続性を図る必要がある。既存トラカンは勢力範囲を持っており、勢力範囲毎の所要時間の和によりIC間所要時間を提供しているため、Bluetooth測定区間の置換方法について、検討が必要である。

なお、トラカン計測とBluetooth計測の所要時間計測の違いについては、次項でも記す。

この他、無人化による情報提供を開始してから時間が経過しておらず、更なる課題が生じる場合もある。



図-15 トラカンとBluetoothの所要時間算出方法の違い

8. おわりに

昨今、ETC2.0の普及が目覚ましく、取得データは増加傾向にある。恐らく数年後には、現在のトラカンとともにリアルタイムで交通状況を把握する重要なツールのひとつになるだろう。

しかし、これを待たずして、この過渡期である現在も所要時間提供の要求レベルは向上の一途を辿っているため、時を待たずして対応を求められているところである。

この所要時間提供に関する意見が多いのが、車線規制付近での所要時間が提供時間と実際の走行時間にかい離があることである。車線規制のテーパー部では、合流が発生するため、停滞状態が発生するが、この状況をトラカンで反映させることは非常に困難である。現在、図-15のとおり、トラカンは、約2km毎に設置された代表点の速度を用いて所要時間提供を行っているため、トラカン設定地点の間の交通変動は加味できず、細かい速度変動に追従できないことが長年の課題である。

これと比較し、Bluetoothは、設置機器間の通過時間の差分により所要時間を算出するため、実態との大きな誤差は生じにくく、トラカンの課題を克服できる。また、ETC2.0も同様の仕組みで所要時間を掴むことができるため、最終的には、採用していくことになるだろう。

今後、このETC2.0が整備されるまでに、長期に亘り、車線規制や対面通行規制を要する特定更新工事が控えているため、このような箇所でもBluetoothを交通中央局に接続し、積極的に活用していきたい。