

# 常時観測道路交通データを用いた 渋滞状況の動的变化に関する分析 ～ ボトルネック交差点とその影響範囲の特定 ～

水木 智英<sup>1</sup>・橋本浩良<sup>2</sup>・門間 俊幸<sup>3</sup>・上坂 克巳<sup>2</sup>・中西 雅一<sup>4</sup>

<sup>1</sup>非会員 国土技術政策総合研究所 道路研究室 (〒305-0804茨城県つくば市旭一番地)  
E-mail:mizuki-t924a@nilim.go.jp

<sup>2</sup>正会員 国土技術政策総合研究所 道路研究室 (〒305-0804茨城県つくば市旭一番地)

<sup>3</sup>正会員 長崎河川国道事務所 (〒851-0121 長崎県長崎市宿町316-1)

<sup>4</sup>正会員 株式会社 地域未来研究所 (〒530-0003 大阪市北区堂島1-5-17)

道路の渋滞対策等の交通円滑化施策を効率的かつ効果的に実施していくためには、客観的な道路交通データに基づきボトルネック箇所やその影響範囲を的確に把握することが必要である。このような中、近年ITS技術の進展に伴いプローブ旅行時間データや交通量常時観測機器による常時観測道路交通データが取得可能になってきた。このデータを渋滞状況の把握に活用することは必要な対策を科学的かつ効率的に立案するために有効である。そこで本稿では、ボトルネック交差点に着目した損失時間の算定結果をより実態に合うものにするため、プローブ旅行時間データを用いたボトルネック交差点とその影響範囲の特定の検討を行った。その結果から次の成果を得た。ボトルネック交差点とその影響範囲の特定が可能であること、ボトルネック交差点における影響範囲を把握するためには、基本区間の日々の速度変動の相関係数が+0.2以上を閾値とすることが適当であること。

*Key Words : road-traffic survey , probe car data , evaluation of service level*

## 1. はじめに

道路の渋滞対策等の交通円滑化施策を効率的かつ効果的に実施していくためには、まずは、道路の渋滞状況を客観的な道路交通データに基づき的確に把握することが必要である。

このような中、近年のITS技術の進展に伴いプローブ旅行時間データや交通量常時観測機器による常時観測道路交通データが取得可能になってきている。国土交通省では、平成23年からこれらのデータを活用した365日24時間の常時観測体制を本格化している<sup>1)</sup>。これらのデータを渋滞状況の把握のために活用することは、必要な対策を科学的かつ効率的に立案するために有効である。

道路の交通円滑化対策における代表的な交通指標として損失時間がある。損失時間は、渋滞がない場合の旅行時間と実際の旅行時間の差を一定区間毎に算出し、その損失時間に当該区間の交通量を乗じ、合算したものを総損失時間としている<sup>2)</sup>。従来、渋滞対策箇所の抽出には、評価区間(多くはデジタル道路地図(以下「DRM」という。))<sup>3)</sup>における損失時間の大小を比較しながら、

優先度明示曲線等を示し、道路事業実施箇所の検討に活用されてきた。今後は、交通調査基本区間(以下「基本区間」という。)<sup>4),5)</sup>より自動生成される基本交差点データをを用いることで、幹線道路の交差点単位で当該交差点に流入する方向の交通調査基本区間別の損失時間量を合算することにより、交差点毎の損失時間を評価することが可能となった<sup>6)</sup>。

一方、評価区間を跨ぐ渋滞の評価や近傍に複数のボトルネックが存在する場合は、ボトルネックの移動やボトルネック相互の影響の可能性を指摘されており<sup>7),8)</sup>、これらの面的かつ動的な現状把握を行っていくことが課題となる。

これらの課題に対して、研究レベルでは、門間<sup>9)</sup>らがボトルネック交差点の上下方向に隣接する交通調査基本区間について、プローブ旅行時間データを用いた隣接する区間の日々の速度変動の相関係数を算定し、速度の低下状況と相関係数の併用により、ボトルネック交差点における影響範囲の特定方法を提案している(図-1)。ただし、この方法は、検討ケースが少ないため相関係数の閾値等の検討が行われておらず、実務への適用に向け引

き続き検証を行う必要がある。

そこで、本稿では、門間らが提案した特定方法に基づき、ボトルネック交差点とその影響範囲の特定の検討を行うとともに、広島県広島市の国道2号をケーススタディとして、これらの特定方法の妥当性について検証を行った。

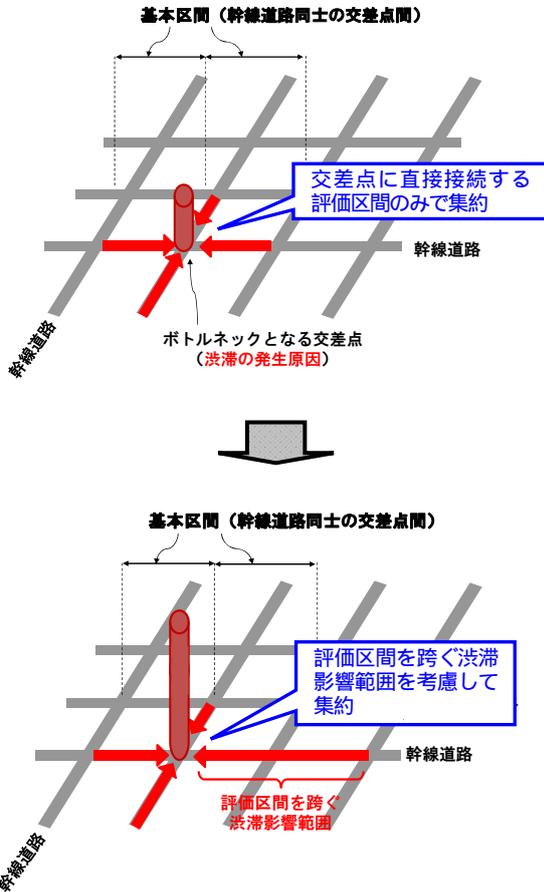


図-1 ボトルネック交差点における影響範囲を考慮した交差点単位の渋滞損失時間算定のイメージ

## 2. 常時観測道路交通データの収集・加工方法

本稿で用いる常時観測道路交通データとは、平成22年道路交通センサスにて構築した交通調査基本区間をプラットフォームとし、旅行速度及び交通量を常時観測したものである。本稿では、常時観測道路交通データのうち、旅行速度データを用いて分析を行った。

### (1) 交通調査基本区間

交通調査基本区間とは、国土交通省において、効率的にボトルネック交差点の位置を特定し、かつ、線的又は面的に広がる渋滞の程度（損失時間、渋滞発生時間帯、渋滞長等）を把握するために設定された区間であり、平成22年度に実施された道路交通センサス調査でも利用されている(図-2)。

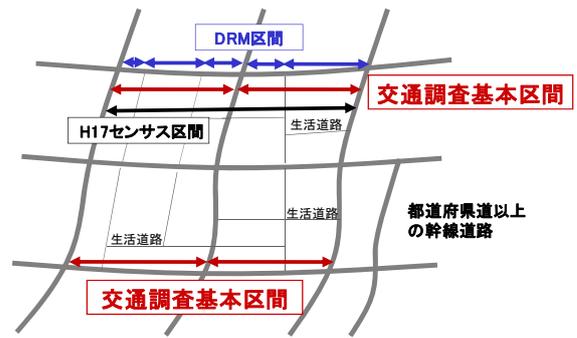


図-2 交通調査基本区間

### (2) 旅行速度

旅行速度データは、GPSを搭載したカーナビや携帯電話を使って、個々の自動車が実際に走行した位置や時間を取得する一般車両のプロブデータを活用し連続的にデータ収集する(図-3)。国土技術政策総合研究所においては、全国の幹線道路を対象に、DRMの区間毎に15分単位の平均所要時間データと情報件数を取得している(表-1)。



図-3 一般車両のプロブデータの取得

表-1 一般車両のプロブデータの項目

DRM 区間番号	日付	進入時間 (15分毎)	所要時間 (S)	情報 件数
001002	20100713	1015	90	2
001002	20100713	1030	70	1
001002	20100713	1045	85	3
...	...	...	...	..

### 3. 渋滞区間の抽出とボトルネックの特定方法

ボトルネック交差点における影響範囲を特定するために、まずは、ボトルネック交差点を的確に特定する必要がある。ボトルネック交差点とは、ボトルネック交差点を先頭にしてその上流区間に生じる車両列における交通渋滞の状態をいう。

本稿では、下記に示す手順により、渋滞区間の抽出とボトルネック交差点の特定を行った。

#### 【STEP1】渋滞区間の抽出

ケーススタディ対象地域である広島市の一般国道における平成22年度道路交通センサス一般交通量調査結果の

混雑時旅行速度が28.6km/hであることから、30km/h以下を交通渋滞の区間と定義する(図-4)。

【STEP2】ボトルネック交差点候補の抽出

STEP1で定義した交通渋滞区間に存する交差点のうち、進行方向の最後尾の交差点を除いた交差点をボトルネック交差点候補とする(図-4)。

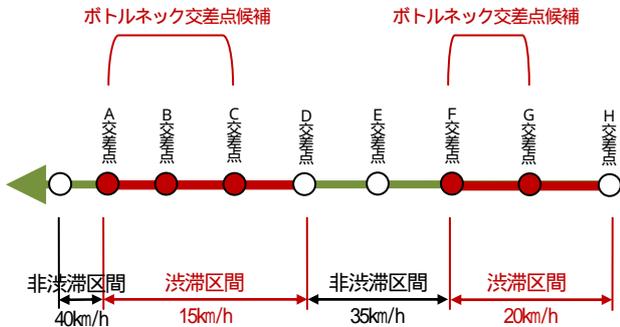


図-4 渋滞区間・ボトルネック交差点候補の特定イメージ

【STEP3】ボトルネック交差点とその影響範囲の特定

ボトルネック交差点候補のうち、下記のいずれかの条件を満たす交差点をボトルネック交差点と定義する(図-5)。

非渋滞区間と渋滞区間の切れ目となっている交差点を挟む区間の速度差が10km/h以上ある隣接する区間の速度変動が連動していない(後述)

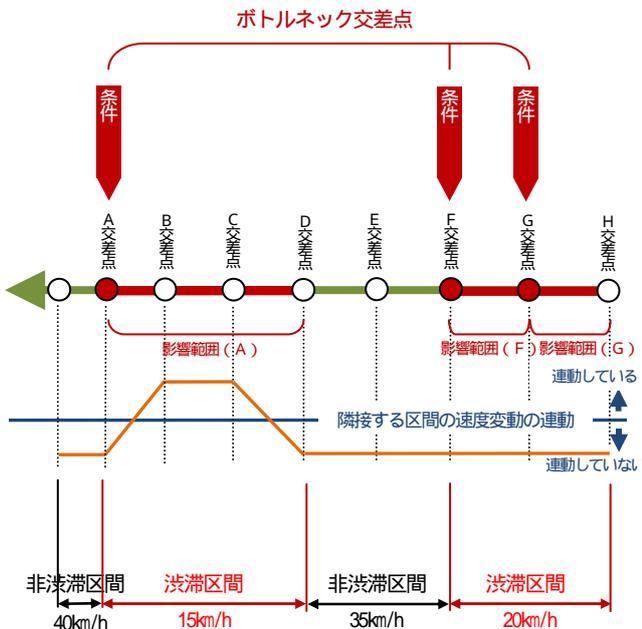


図-5 ボトルネック交差点の特定イメージ

4. 速度変動が連動しているかどうかの判定方法

(1) 基本的考え方

一つのボトルネック交差点の影響で、当該交差点に直接接続する基本区間を越えて隣接する基本区間に渋滞が広がっていると考えられる場合、ボトルネック交差点で発生した渋滞に起因する旅行速度の変動が隣接区間にも連動することが想定される。そこで、同一のボトルネック交差点の影響を受ける範囲の区間は、それぞれ上下方向別に速度変動が連動しているものと仮定し、隣接する基本区間の旅行速度の変動の連動を示す相関係数より、影響範囲を特定する(図-6)。

なお、本稿では、3. で示したとおり、30km/h以下を交通渋滞と定義しているため、30km/hを超える区間は、検討の対象外である。

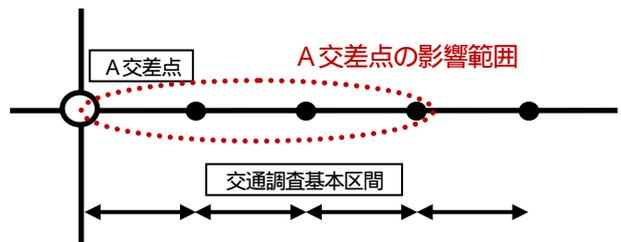


図-6 ボトルネック交差点の影響範囲のイメージ

(2) 旅行時間変動の相関係数の算出方法

特定の時間帯に着目し、隣接する基本区間相互で連続して旅行速度が取得できたデータを対象とし、1kmあたりの旅行時間の日別時間別の相関係数を算出する(図-7)。

日	単位距離当たりの平均旅行時間 (7時台)	
	区間 A	区間 B
1/1	38秒	45秒
1/2	欠測	38秒
1/3	25秒	29秒
⋮	⋮	⋮
12/29	42秒	33秒
12/30	35秒	欠測
12/31	欠測	欠測

連続で取得できたデータの抽出  
 特定の時間帯の日々の相関係数の算定

図-7 隣接区間における旅行時間の抽出イメージ

正の相関が高い場合は、隣接する基本区間の旅行速度の低下・上昇のタイミングが類似しており、旅行速度の変動が連動していることを表す。また、正の相関が低い

または負の相関の場合は、旅行速度の低下・上昇のタイミングが異なり、旅行速度の変動が連動していないことを表す(表-2)。

表-2 相関係数の値の読み取り方法

	抽出した旅行速度の散布図	読み取り方法
正の相関		旅行速度の変動が連動している
負の相関		旅行速度の変動が連動している
相関がない		旅行速度の変動が連動していない

### (3) 相関係数の閾値の検討

隣接する基本区間の旅行速度の変動の連動を示す相関係数の閾値について、プローブ旅行時間データと観測データを用いて検討した。

プローブ旅行時間データは、下記の と の双方を満たす検討対象区間を抽出した。

プローブ旅行時間データのうち、交差点流入部に直接接続する基本区間のうち、30km/h以下の交通渋滞区間を抽出する。

観測データの時間帯別の最大渋滞長が、交差点流入部に直接接続する一つの基本区間延長よりも長い区間を抽出する(相関係数を算定するには基本区間が2つ必要なため)。なお、渋滞長の観測データとは、一般的に、人手による渋滞末尾の観測調査により得られたデータのことであり。

本稿では、広島県の主要渋滞交差点の10箇所を通過する直轄国道を対象に、上記の条件を満たす5つの区間を抽出した。検討区間の相関係数の値は+0.19~+0.67となった(図-8)。

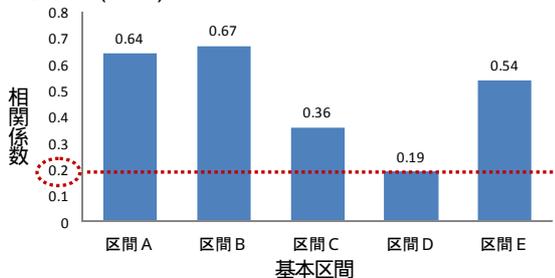


図-8 検討対象区間の相関係数

以上より、ボトルネック交差点における影響範囲を把握するためには、旅行速度が30km/h以下を下回る渋滞区間であり、かつ、相関係数が0.2以上を閾値とすること

と定義した。

図-9に渋滞による影響範囲特定概念イメージを示す。

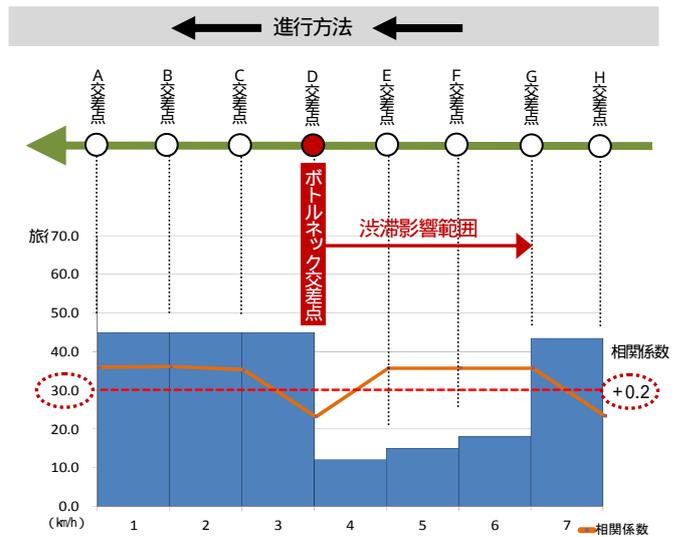


図-9 渋滞による影響範囲特定概念イメージ

また、路線全体のうち、相関係数が閾値の+0.2以上ある割合について、広島県の主要渋滞交差点の10箇所を通過する約1,400サンプルの相関係数を用いて把握した。

その結果、相関係数の値が+0.2以上ある割合は44%となり、約半数近くの隣接区間で旅行速度の変動が連動していることがわかった(図-10)。

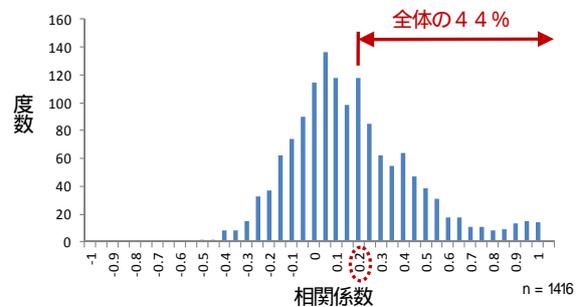


図-10 隣接区間の相関係数の分布状況

## 5. ケーススタディ

広島県広島市の国道2号をケーススタディに、プローブ旅行時間データを用いたボトルネック交差点の特定および影響範囲の検討を行った。

本稿で使用したプローブ旅行速度データは、日々の平均的な交通状況を捉えるため、季節変動の影響を取り除くことができ、かつ一定量データが確保できるという理由から、1年間分のデータ(平成22年度)とした。

### (1) 国道2号(下り・7時台)

対象区間のうち、広島市都心部へ向かう下り方向の朝

7時台におけるボトルネック交差点の特定および影響範囲を検討した。

a) 渋滞区間の抽出

区間2 - 8の旅行速度が30km/hを下回っており、渋滞区間と推定される(図-11)。

b) ボトルネック交差点候補の抽出

渋滞区間である区間2 - 8に存する交差点のうち、渋滞区間の進行方向最後尾の交差点を除いた箇所が、ボトルネック交差点候補と推定される(図-11)。

c) ボトルネック交差点とその影響範囲の特定

3.の【STEP3】で定義した条件を満たすボトルネック交差点候補は、条件 および条件 を満たす海田大正交差点と、条件 および条件 を満たす仁保交差点となった。上記のボトルネック交差点以外のボトルネック交差点候補は、いずれも相関係数が+0.2以上あり、かつ30km/hを下回る区間が連続している。このことから、影響範囲が各ボトルネック交差点を起点に、ボトルネック交差点候補の最後尾まで及んでいることが推定される(図-12)。また、当該影響範囲は人手観測による渋滞長調査結果とも合致する結果となった。

当該区間の渋滞指数(平均旅行時間/基準旅行時間)は、2.2~4.9と高い値となった。

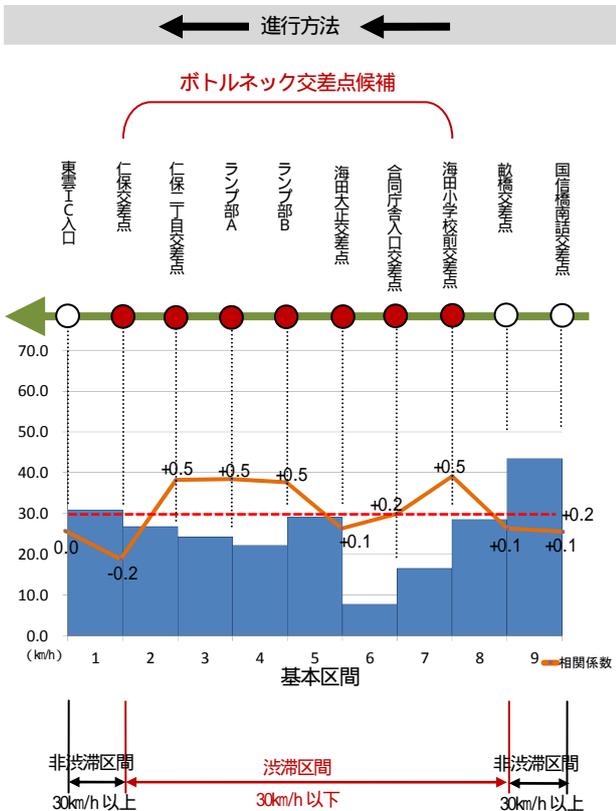


図-11 渋滞区間・ボトルネック交差点候補の特定

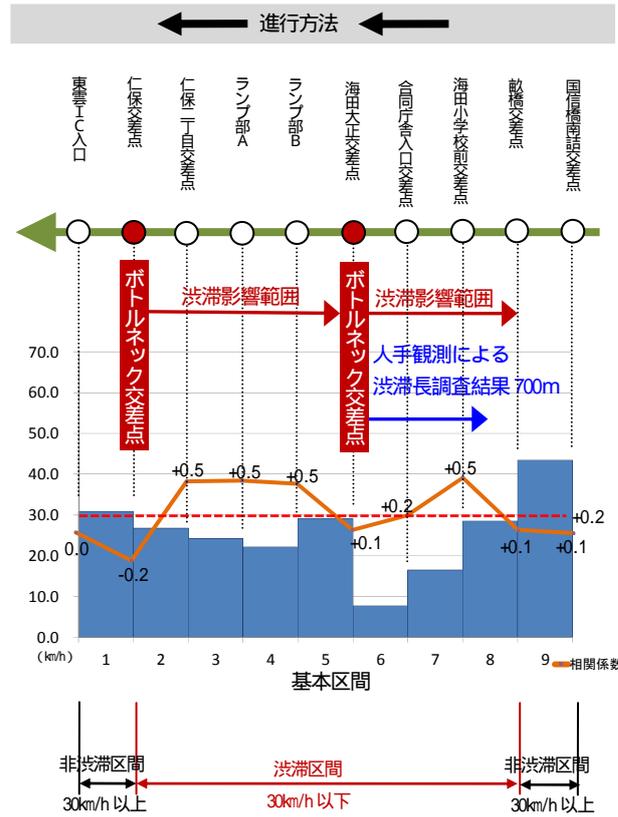


図-12 ボトルネック交差点・渋滞影響範囲の特定

(2) 国道2号(上り・7時台)

次に、対象区間のうち、上り方向の朝7時台におけるボトルネック交差点の特定および影響範囲を検討した。

a) 渋滞区間の抽出

区間5および区間7の旅行速度が30km/hを下回っており、渋滞区間と推定される(図-13)。

b) ボトルネック交差点候補の抽出

渋滞区間区間5および区間7に存する交差点のうち、渋滞区間の進行方向最後尾の交差点を除いた箇所が、ボトルネック交差点候補と推定される(図-13)。

c) ボトルネック交差点とその影響範囲の特定

3.の【STEP3】で定義した条件を満たすボトルネック交差点候補は、条件 ~ を満たす海田大正交差点、条件 ~ を満たす海田小学校前交差点となった。上記のボトルネック交差点以外にボトルネック交差点候補はなく、流入方向の相関係数も+0.2以下であることから、渋滞の影響範囲は基本区間を跨がないと考えた(図-14)。また、海田大正交差点の影響範囲は人手観測による渋滞長調査結果とも合致する結果となった。

当該区間の渋滞指数(平均旅行時間/基準旅行時間)は、2.75と高い値となった。

以上から、ケーススタディによる検討結果は、主要渋滞ポイントの位置や人手観測による渋滞長観測結果とも合致していることから、特定方法の妥当性が確認された。

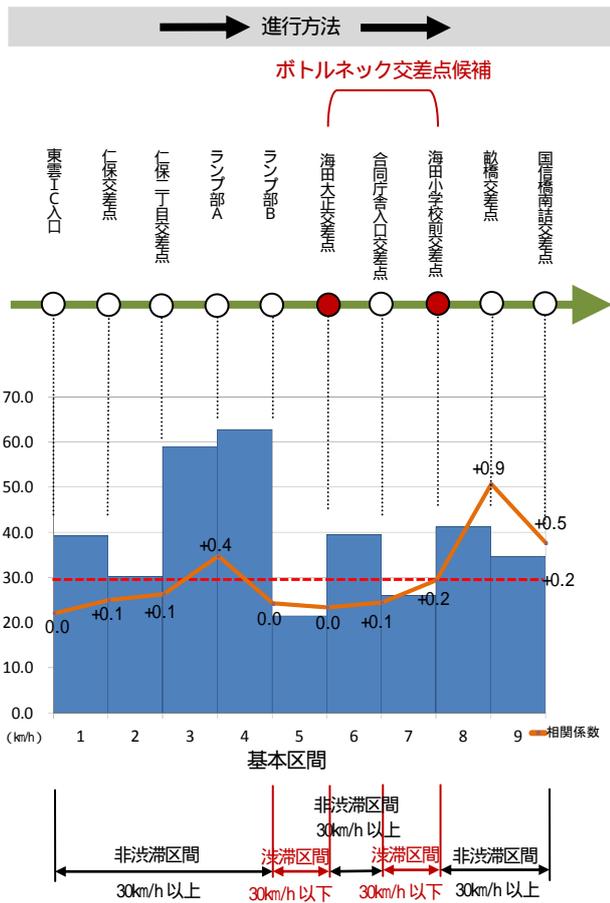


図-13 渋滞区間・ボトルネック交差点候補の特定

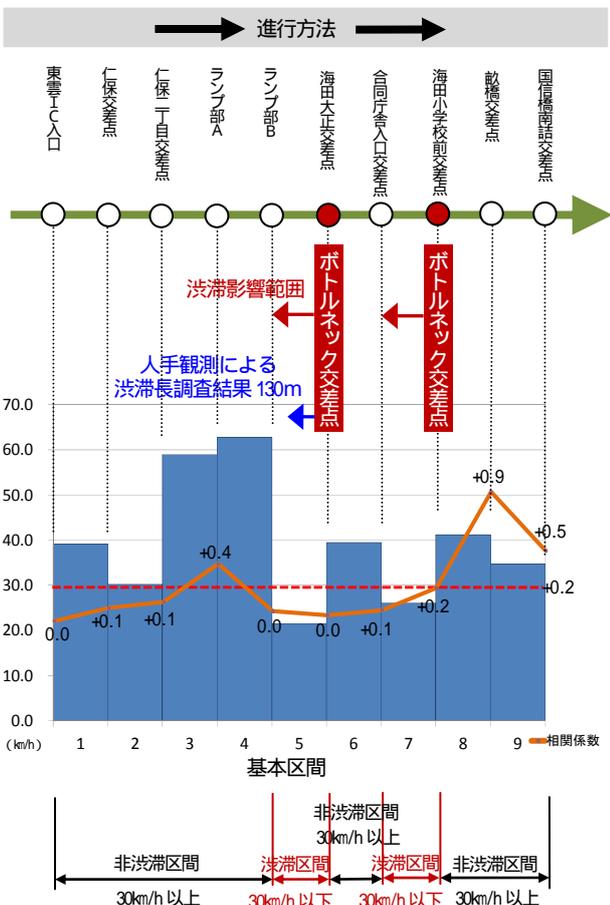


図-14 ボトルネック交差点・渋滞影響範囲の特定

## 6. まとめ

本稿では、ボトルネック交差点に着目した損失時間の算定結果をより実態に合うものにするため、ボトルネック交差点とその影響範囲の特定の検討を行った。

その結果、プローブ旅行時間データを用いることで、ボトルネック交差点および影響範囲を特定することが可能であることを示した。また、ボトルネック交差点における影響範囲を把握するためには、基本区間の日々の速度変動の相関係数が+0.2以上を閾値とすることが適当であることがわかった。なお、本稿における渋滞区間の定義は、ケーススタディ地域である広島市の観測データに基づき設定している。このため、他地域へ適用する場合は個別に定義することが望ましい。

今後も引き続き検証のサンプルを増やし、かつ現場の道路管理者の意見等を聴取しながら、渋滞の影響範囲の特定方法の精度向上を図る必要がある。これらの検討結果に基づき、渋滞の影響範囲の特定方法のアルゴリズムが開発できれば、これまでの目視による特定を自動化することができ、より効率的・効果的な分析が実現できるものと期待される。

なお、本稿は交通円滑化対策の評価のための個人的に整理したものであり、国土交通省の見解ではない。

## 参考文献

- 1) 上坂克巳・門間俊幸・橋本浩良・松本俊輔・大脇鉄也：「道路交通調査の新たな展開 ～5年に1度から365日24時間へ～」，土木計画学研究・講演集 Vol.43, 2011.5.
- 2) 国土交通省：「第12回道路分科会配付資料」，平成22年8月3日社会資本整備審議会第12回道路分科会
- 3) 日本デジタル道路地図協会HP：  
<http://www.drm.jp/database/structure.html>
- 4) 松本俊輔・大脇鉄也・古川誠・上坂克巳：「全国の幹線道路を対象とした交通調査の基本となる区間の導入」，土木計画学研究・講演集 Vol.43, 2011.5.
- 5) 上坂克巳・大脇鉄也・松本俊輔・古川誠・水木智英・門間俊幸・橋本浩良：「交通調査基本区間標準・基本交差点標準」，国土技術政策総合研究所資料 第666号，2012.1.
- 6) 松本俊輔・橋本浩良・水木智英・門間俊幸・上坂克巳：「交通調査のプラットフォームの導入～基本区間と基本交差点～」，土木技術資料 Vol.53 No.12, 2011.12.
- 7) 稲野晃・中村英樹・内海泰輔：「ボトルネックが連続する区間における渋滞現象の分析」，土木計画学研究・講演集，Vol.36, 2007
- 8) 大口敬・片倉正彦・鹿田成則・大谷武彦：「高速道

路単路部渋滞発生時の交通減少解析」, 土木計画学研究・講演集, No.21(2), pp. 905-908, 1998

9) 門間俊幸・橋本浩良・河野友彦・上坂克己: 「常時観測データを用いた新たな道路サービスレベル指標に関する研究」, 土木計画学研究・講演集 Vol.43, 2011.5.

10) 橋本浩良・河野友彦・門間俊幸・上坂克己: 「交通円滑化対策のためのプローブデータの分析方法に関する研究」, 平成22年度国土交通省国土技術研究会

(2012.5.7 受付)

ANALYSIS CONCERNING DYNAMIC REMODELING OF CONGESTION  
SITUATION IN WHICH CONSTANT OBSERVATION DATA  
OF TRAFFIC IS USED

Tomohide MIZUKI, Hiroyoshi HASHIMOTO, Toshiyuki MOMMA,  
Katsumi UESAKA, and Masakazu NAKANISHI