

# 交通量常時観測データの補完方法に関する研究

河野 友彦<sup>1</sup>・橋本 浩良<sup>2</sup>・門間 俊幸<sup>3</sup>・上坂 克巳<sup>2</sup>

<sup>1</sup>非会員 現 復建調査設計株式会社 総合計画部（〒101-0032 東京都千代田区岩本町三丁目8-15）  
E-mail: t-kawano@fukken.co.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1）  
E-mail: hashimoto-h22ab@nilim.go.jp

<sup>3</sup>正会員 国土技術政策総合研究所 建設経済研究室（〒305-0804 茨城県つくば市旭1）  
E-mail: monma-t87yk@nilim.go.jp

国土技術政策総合研究所では、常時観測機器から得られる交通量データ(以下「常時観測データ」という。)を用い、広域的かつ効率的に交通量の日変動を算定する方法を検討している。この方法では、算定に用いる常時観測データの確定値に欠測値又は特異値が存在する場合、当該常時観測データを用いて算定した交通量データ全てに影響が発生してしまうという課題がある。常時観測データは、交通量常時観測システムを用いて収集されているものの、欠測値・特異値が存在しており、手動で処理作業を行っているのが現状である。そこで本研究では、これら課題を解決するため、欠測値処理及び特異値処理の高度化・効率化を目標として、欠測値及び特異値の処理アルゴリズムの検討等を行うとともに、検討成果に基づき、新たな常時観測データ処理アルゴリズムの提案を行った。

**Key Words:** daily monitoring of traffic volume, traffic detector, outlier analysis, supplementation of missing values

## 1. はじめに

従来、交通需要推計や渋滞対策指標である損失時間の算出に用いられる交通量データは、主に道路交通センサスで得られた結果であった。この道路交通センサスの交通量データは、5年に1度、かつある特定の1日の調査により得られたデータである。

交通量の年間変動は、図-1に示す通り大きく<sup>1)</sup>、渋滞状況も日々刻々と変化しているにも関わらず、道路交通センサスの交通量データを1年間の平均的な交通量として扱っているのが現状である。このため、渋滞対策や料

金施策時の効果把握といった、必要とするタイミングにおける交通状況を把握・分析するニーズに対応しきれない状況にある。

このような状況を踏まえ、H21年度に、国土技術政策総合研究所では、国土交通省が設置した交通量常時観測機器を用いて観測した交通量データを収集・加工・蓄積する交通量常時観測システムから得られる交通量データ(以下「常時観測データ」という。)を用いて、広域的かつ効率的に日々の交通量データを算定する方法の研究開発を行った<sup>2)</sup>。開発した交通量データの算定方法は、交通量常時観測機器を設定しない区間(以下「推定区間」という。)の交通量を常時観測機器の設置区間(以下「常時観測区間」という。)の常時観測データから推定するものである。常時観測区間の常時観測データは、推定区間の推定交通量に大きな影響を及ぼすことから、所要の精度を確保する必要がある。

しかしながら、現在の常時観測データには、欠測値や機器の異常など普段の交通量とは異なる交通量データ(以下「特異値」という。)が含まれている。このため、手作業で欠測値や特異値の処理を行い、所要の精度を有

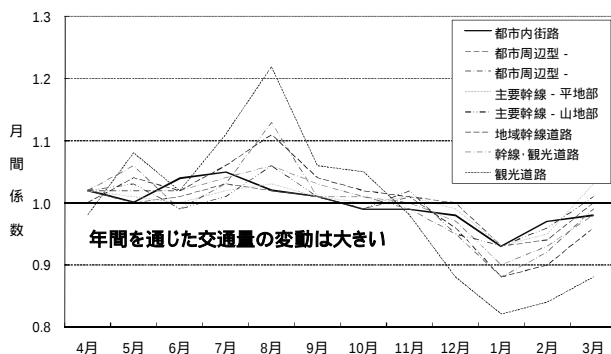


図-1 交通量の1年間の変動

する交通量データ（以下「確定値」という。）を作成しているのが現状である。

本研究では、欠測値処理・特異値処理の作業を高度化・効率化することを目標として、欠測値及び特異値の処理アルゴリズムの検討等を行うとともに、検討成果に基づき、新たな常時観測データ処理アルゴリズムの提案を行うものである。

## 2. 欠測値・特異値処理作業における現状と課題

### (1) 現在の確定値作成作業の流れ

現在の確定値作成作業は、各地方整備局にて運用されている交通量常時観測システムを用いて行われている。常時観測機器により計測された交通量データは、常時観測システムに収集・蓄積され、システム内部にて確定値(案)に加工される。加工された確定値(案)には、欠測値・特異値が含まれることから、手作業により、欠測値処理・特異値処理を行い、確定値が作成されている(図-2)。

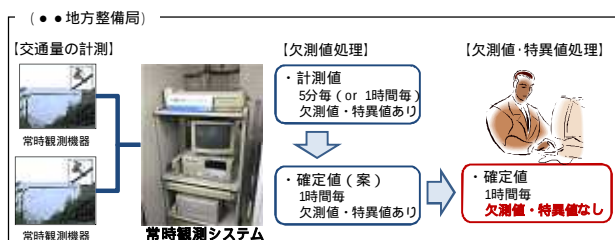


図-2 現在の確定値作成作業の流れ

### (2) 現在の確定値作成作業の課題

現在、常時観測システム内部で行われている処理内容は、図-3 の通りである。現在の課題を以下に示す。なお、それぞれの処理内容の詳細は3. にて説明する。

課題1：確定値(案)作成に2週間を要する。

欠測値処理の対象とする日の前後2週間分のデータを用いて処理を行うため、確定値(案)の作成に少なくとも2週間を要す。

課題2：確定値(案)に欠測値が残る。

現在の欠測値処理アルゴリズムでは、処理できない場合、欠測値として残る。

課題3：確定値(案)に特異値が存在する。

特異値の処理機能がないため、機器異常等により発生した特異値が存在する。

課題4：欠測値・特異値の処理作業が膨大。

手作業により、欠測値・特異値の処理を行い、確定値を作成している。

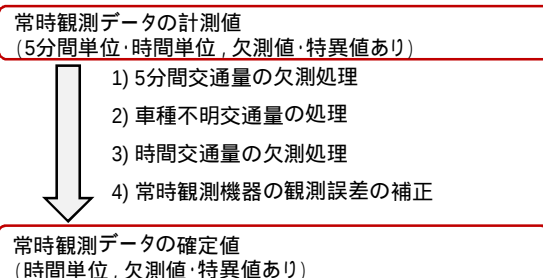


図-3 常時観測システム内部で行われている処理内容

これらの課題を踏まえ、欠測値処理のアルゴリズムを改良するとともに、特異値処理のアルゴリズムを追加し、可能な限り欠測値を除去、特異値を判別・処理することを目指し、図-4 に示す確定値作成アルゴリズムの見直しイメージに従い検討を行った。

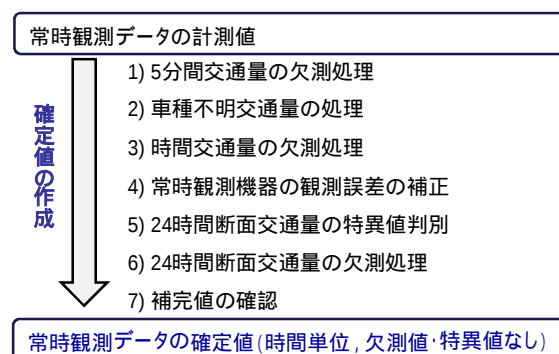


図-4 確定値作成アルゴリズムの見直しイメージ

## 3. 欠測値及び特異値の処理方法の比較検討

2. の方針を踏まえ、確定値作成アルゴリズムの見直しにおいて特に重要な欠測値及び特異値の処理方法の比較検討を行う。検討対象は、図-4における1) 5分間交通量の欠測処理、3) 時間交通量の欠測処理、5) 24時間断面交通量の特異値判別、6) 24時間断面交通量の欠測処理の4つの処理である。

### (1) 検討方針

#### a) 検討に用いるデータ

確定値作成アルゴリズムの見直しの検討には、東北地方整備局管内の常時観測区間の方向別車種別時間別の常時観測データ（H21年4月からH22年3月及びH22年6月）を用いた。

#### b) 検証の方法

欠測値及び特異値の処理方法の妥当性の検証は、着目する常時観測区間の交通量から仮想的に欠測値を作成し、その欠測値を補完して実際の観測交通量と比較することにより行った。ここで、精度検証の指標として次式により算定される平均誤差率を用いた。

・平均誤差率

$$= \left( \left| \text{補完交通量} - \text{観測交通量} \right| \right) / \text{観測交通量} \times 100(\%) \text{の平均値}$$

以下の(2)～(5)の処理方法の検討に当たっては、各々、複数の代替案を設定して検証を行い、精度の高い最良案を一つ選定することとした。また、採用する案の精度の目標は、常時観測機器の交通量観測精度が概ね95%以上であることを考慮し、平均誤差率が概ね5%範囲内とした。

## (2) 5分間交通量の欠測処理

### a) 現状の処理方法

現状の5分間交通量の欠測値処理は、欠測した5分間の直前及び直後の同方向・同車種の交通量の平均値により行う。なお、直前及び直後に欠測値がある場合は、さらにその直前及び直後の交通量を用いる。欠測値処理が不可能な場合、その5分間は欠測とし、さらにその5分間が含まれる1時間は欠測とする。

### b) 処理方法の代替案

5分間交通量の欠測処理は、処理対象の1時間のうち、欠測を除く観測できた5分間のデータを1時間分に拡大することにより行った(図-5参照)③。

処理方法の代替案は、処理対象の1時間のうち、欠測を除く観測できた5分間のデータが45分以上(案1)、30分以上(案2)、15分以上(案3)の3案である。なお、1時間の中で欠測を除き観測できた時間がそれぞれの時間に満たない場合、当該1時間は欠測とすることとした。

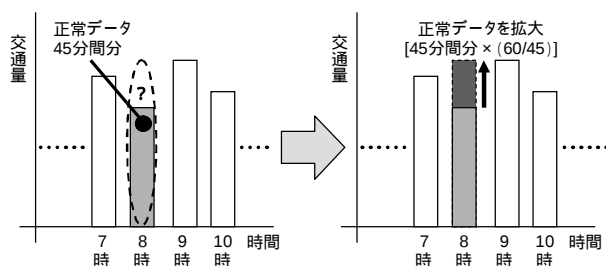


図-5 5分間交通量の欠測処理

### c) 検証結果

検証は、福島県の常時観測データ(H22年6月平日)を用いて行った。検証にあたり、後述する(3)b)「昼間12時間のうち欠測なしで観測できた時間を6時間とする場合(案2)」により補完した時間別の断面交通量の補完精度との比較も行った。時間交通量の欠測処理の精度の方が5分間交通量の欠測処理の精度より高い場合は、当該1時間は欠測とし、時間交通量の欠測処理を行った方が良いと判断される。

検証の結果を、図-6及び図-7に示す。図-6より、30分観測(案2)、15分観測(案3)による5分間交通量拡大の精度は、後述する時間交通量の欠測処理の精度を下回る。一方、45分観測(案1)による5分間交通量拡大の精

度は、平均誤差率が0.05以内であり、かつ時間交通量の欠測処理の精度を上回る傾向にある。

さらに、図-7より、各時間帯別の推定誤差を見ると、30分観測(案2)、15分観測(案3)については、5時台・6時台において、処理精度が著しく低下するものの、45分観測(案1)は、どの時間においても精度良く処理できることわかる。

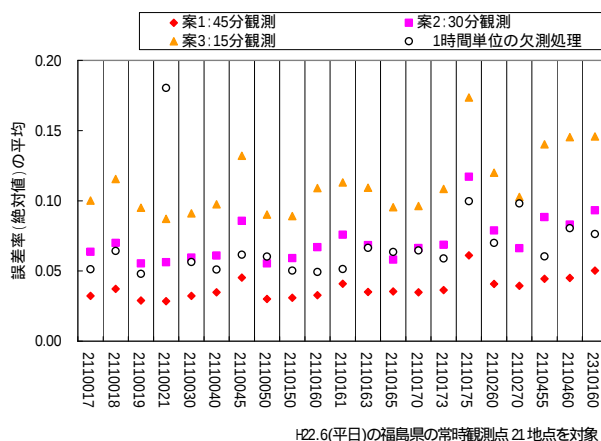


図-6 5分間交通量の欠測処理の平均処理精度

常観コード: 2110017

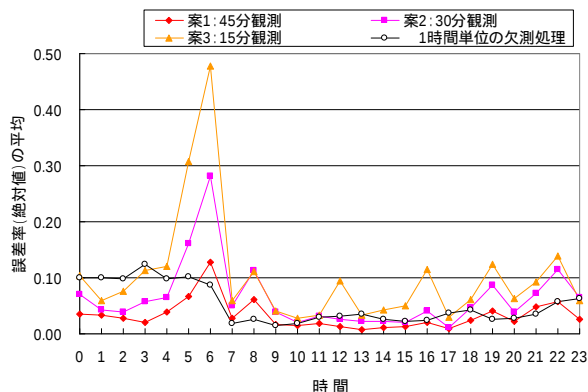


図-7 5分間交通量の欠測処理の時間別処理精度

## (3) 時間交通量の欠測処理

### a) 現状の処理方法

現状の時間交通量の欠測値処理は、欠測した1時間の前週及び次週の同曜日・同時間・同車種の交通量の平均値により行う。なお、前週又は次週に欠測値がある場合は、前々週及び次々週の交通量を用いる。欠測値処理が不可能な場合、その1時間は欠測とする。

### b) 処理方法の代替案

時間交通量の欠測処理は、次の方法により行う。まず、24時間の中で比較的交通量が多い1時間帯である昼間12時間のうち、欠測なしで観測できた各時間の断面交通量の合計を、前年度平均の24時間断面交通量に対する方向別車種別時間別交通量の比率(以下「基準時間係数」という。)で除し、24時間断面交通量を算定する。

# ・24時間断面交通量

$$= \frac{\sum \text{欠測なしで観測できた時間の断面交通量}}{\sum \text{欠測なしで観測できた時間の基準時間係数}}$$

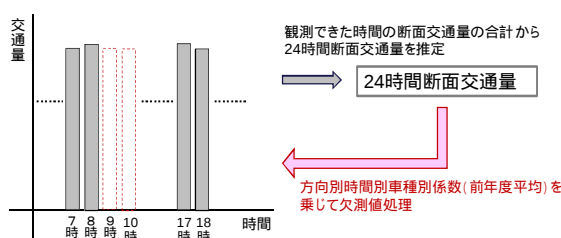
次に、上記算定した24時間断面交通量に対し、方向別車種別時間別の基準時間係数を乗じ、方向別車種別時間別交通量を算出する（図-8参照）。

処理方法の代替案は、昼間12時間のうち欠測なしで観測できた時間を9時間とする場合（案1）、6時間とする場合（案2）、3時間とする場合（案3）の3案とした。

なお、検証は、各々の代替案について、昼間12時間のうち連続した時間で設定できる全てのケースを行った（例えば、案1の場合、7-15、8-16、9-17、10-18時台の4ケースについて算定。同様に案2は7ケース、案3は10ケース算定）。

## 方向別車種別時間別交通量

$$= 24\text{時間断面交通量} \times \text{方向別車種別時間係数(年平均)}$$



## c) 検証結果

検証は、福島県の常時観測データ（H22年6月平日）を用いて行った。なお、時間交通量の欠測処理は、方向別車種別時間交通量を算出前に、基準時間係数を用いて24時間断面交通量を算定する。このため、時間交通量の検証にあたり、後述する（5）b)の「関連常時観測点の24時間断面交通量を用いて処理を行う方法（案1）」により算定した交通量の補完精度との比較を行った。24時間断面交通量の欠測処理の精度の方が時間交通量の欠測処理の精度より高い場合は、当該1時間は欠測とし、24時間断面交通量の欠測処理を行った方が良いと判断される。なお、関連常時観測点とは、当該常時観測区間と24時間断面交通量の変動が類似する常時観測区間であり、一つの常時観測区間に対し、優先順位をつけて一つ以上の関連常時観測点を選定する。

検証結果を図-9に示す。図-9より、昼間12時間中の観測できた時間が増加するほど推定精度が向上し、観測できた時間が6時間を超えると、1日単位の欠測処理より、高い精度となるケースが多くなる傾向にある。また補完の誤差率は5%以内に集中していることが分かる。

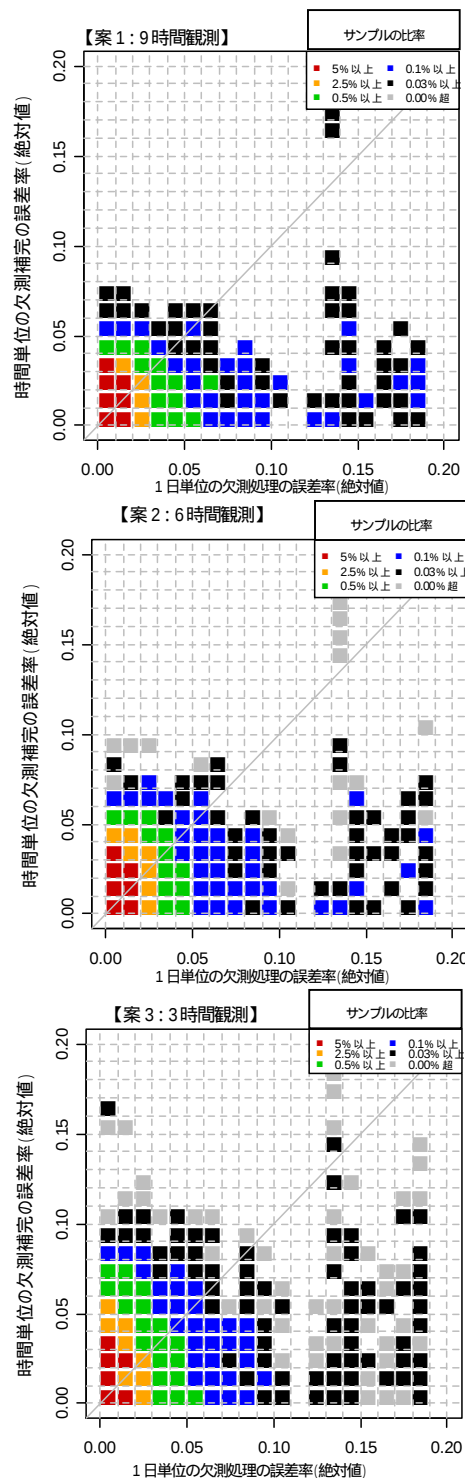


図-9 観測できた時間別の24時間断面交通量の推定誤差（平日）

## (4) 24時間断面交通量の特異値の判別

### a) 現状の処理方法

24時間断面交通量の特異値の判別処理は、現在運用中の交通量常時観測システムでは行うことができない。そのため、処理は手作業で行われている。

### b) 処理方法の代替案

特異値は、ゴールデンウィーク、お盆及び年末は広域的な箇所において特異な交通量となるので、除去する必要はないと考えられる。しかしながら、機器の故障、工

事規制及び大事故による通行規制時における交通量は、その箇所にとのみといった局所的に発生するものである。常時観測データに特異値が含まれた状態で交通量推定を行った場合、関連する隣接区間に対しその影響が及んでしまうことが課題である。このため、局所的に発生する特異値は除去する必要がある。

24時間断面交通量の特異値の判別の代替案は、当該常時観測点の過去データのみを基準として判別を行う方法（案1）と、当該常時観測点の過去データに加えて、日変動が類似する関連常時観測点との24時間断面交通量比を用いて判別を行う方法（案2）の2案を設定した。

案1では、処理対象の日（以下「着目日」という）の24時間断面交通量が $m$ （前年同月の24時間断面交通量の平均値） $\times a$ （前年同月の24時間断面交通量の標準偏差） $\pm 3s$ （前月の平均24時間断面交通量の前年同月の平均24時間断面交通量に対する伸率）の範囲外であれば、通常発生するとは考えられない交通量と考え、特異値とする。

案2は、案1で特異値と判別された常時観測データに対して、関連常時観測点との24時間断面交通量比が $t$ （前月の関連常時観測点との24時間断面交通量比の平均値） $\pm 3d$ （前年同月の関連常時観測点との24時間断面交通量比の標準偏差）の範囲内であれば、特異値の処理対象から除くというものである。

$$\text{案1：24時間断面交通量} < m \times a - 3s$$

$$\text{又は } m \times a + 3s < \text{24時間断面交通量}$$

$m$ ：着目日の前年同月の24時間断面交通量の平均値（平休別）

$a$ ：着目日の当年前月と前年前月との24時間断面交通量の平均値に対する伸率（平休別）

$s$ ：着目日の前年同月の24時間断面交通量の標準偏差（平休別）

$$\text{案2：24時間断面交通量比} < t - 3d$$

$$\text{又は } t + 3d < \text{24時間断面交通量比}$$

$t$ ：着目日の前月の関連常時観測点との24時間断面交通量比の平均値（平休別）

$d$ ：着目日の前年同月の関連常時観測点との24時間断面交通量比の標準偏差（平休別）

### c) 検証結果

特異値判別の検証結果を図-10に示す。図-10左図が案1の結果を、図-10右図が案2の結果を示している。案1では、台風や年末の影響を広域的に受ける場合の交通量も特異値として判別している。一方、案2では、案1で特異値と判別された台風や年末による広域的な影響を受けた交通量を、概ね特異値から除外することが可能であることが分かる。

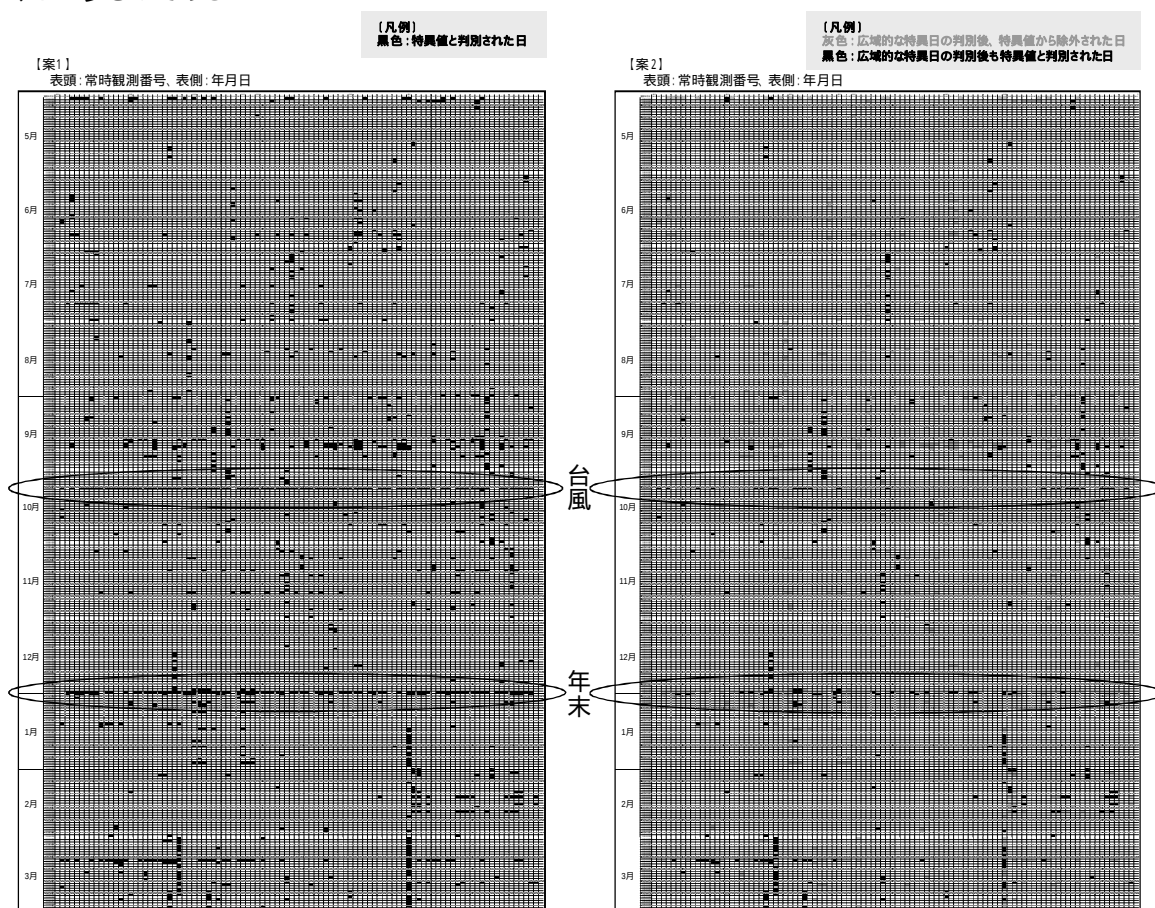


図-10 特異値の判別結果  
H21年度(H21.4 - H22.3(平日))の東北管内の常時観測点100地点を対象

## (5) 24時間断面交通量の欠測処理

### a) 現状の処理方法

24時間断面交通量の欠測処理は、現在運用中の交通量常時観測システムでは行うことができない。そのため、処理は手作業で行われている。

### b) 処理方法の代替案

24時間断面交通量の欠測処理（1日単位の欠測処理）は、1時間単位の欠測処理で処理できない欠測値（1日全ての時間が欠測等）、（4）で判別された特異値を補完処理するものである。

24時間断面交通量の欠測処理の代替案は、関連常時観測点の24時間断面交通量を用いて処理を行う方法（案1）と、当該常時観測点の過去データを用いて処理を行う方法（案2）の2案を設定した。なお、案1については、次式により算定する。

案1：着目日の24時間断面交通量

$$= \text{着目日の関連常時観測点の24時間断面交通量} \\ \times \text{着目日の前月の当該常時観測点の24時間断面交通量の平均値（平休別）} \\ / \text{着目日の前月の関連常時観測点の24時間断面交通量の平均値（平休別）}$$

また、案2について、用いる過去データの交通量は、前年同日直近の同曜日（案2-1）、前月同日直近の同曜日（案2-2）及び前週同曜日（案2-3）の3案を設定した。

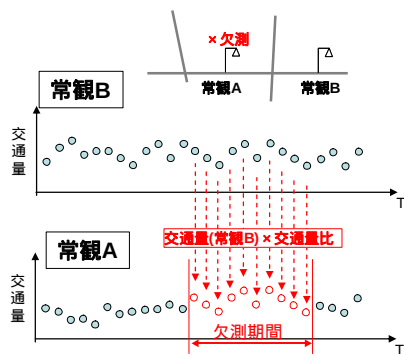


図-11 1日単位の欠測処理（案1）

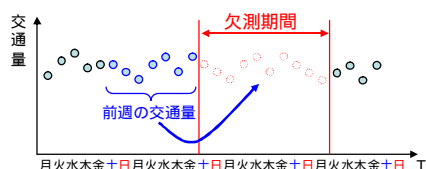


図-12 24時間断面交通量の欠測処理（案2）

### c) 検証結果

24時間断面交通量の欠測処理の検証結果を図-13に示す。図-13より、平均誤差率が5%以内で補完できているのは、案1の他案2-1、2-3がある。最も補完精度が高いのは、関連常時観測点のデータを用いる案1であった。

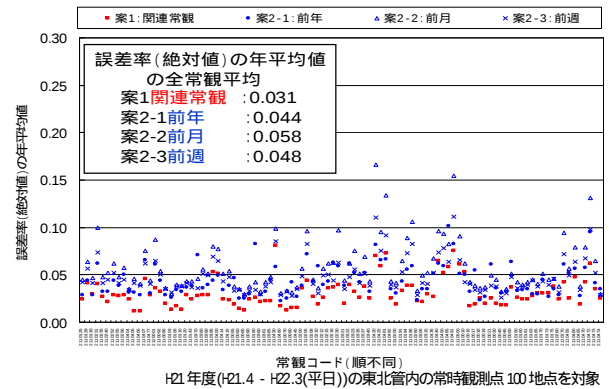


図-13 1日単位の欠測値補完の誤差率の年平均値

## 4. 新たな交通量常時観測データの算定アルゴリズム

3.の検証結果を踏まえ提案する新たな交通量常時観測データの算定アルゴリズムを図-14に示す。また、5分間交通量の欠測処理、時間交通量の欠測処理、24時間断面交通量の特異値判別及び24時間断面交通量の欠測処理の4つの処理内容の詳細を(1)～(4)に整理する。

### (1) 5分間交通量の欠測処理について

5分間交通量の欠測処理による時間交通量の生成は、以下の手順により実施する。

a) 処理対象の1時間において、方向別5分間交通量が正常に観測できた時間の累計が45分以上の場合

$$\begin{aligned} &\bullet \text{方向別車種別時間別交通量（補完値）} \\ &= \text{正常に観測できた時間（分）の総交通量} \\ &\quad \times \left( \frac{60 \text{分}}{\text{正常に観測できた時間（分）}} \right) \end{aligned}$$

b) 処理対象の1時間において、方向別5分間交通量が正常に観測できた時間の累計が45分未満の場合

・当該1時間の方向別車種別時間別交通量は欠測とする。

### (2) 時間交通量の欠測処理

時間交通量（中間値）の欠測処理は、1日（24時間）ごとに、以下の手順により実施する。

a) 昼間12時間のうち、方向別車種別時間別交通量が全て正常に観測された（（1）a）により方向別車種別時間別交通量が補完された場合を含む。以下同じ。）時間の累計が6時間以上の場合

#### 24時間断面交通量の算定

正常に観測された時間の断面交通量より、以下の式で24時間断面交通量を算定する。

$$\begin{aligned} &\bullet \text{24時間断面交通量} \\ &= \text{正常に観測された時間の断面交通量の合計} \\ &\quad / \text{正常に観測された時間の基準時間係数の合計} \end{aligned}$$

基準時間係数：前年度1年間の平均の平日・旧別の方向別・車種別の時間係数

#### 方向別車種別時間別交通量（補完値）の算定

で算定した24時間断面交通量を用いて、以下に従い方向別車種別時間別交通量を算定する。

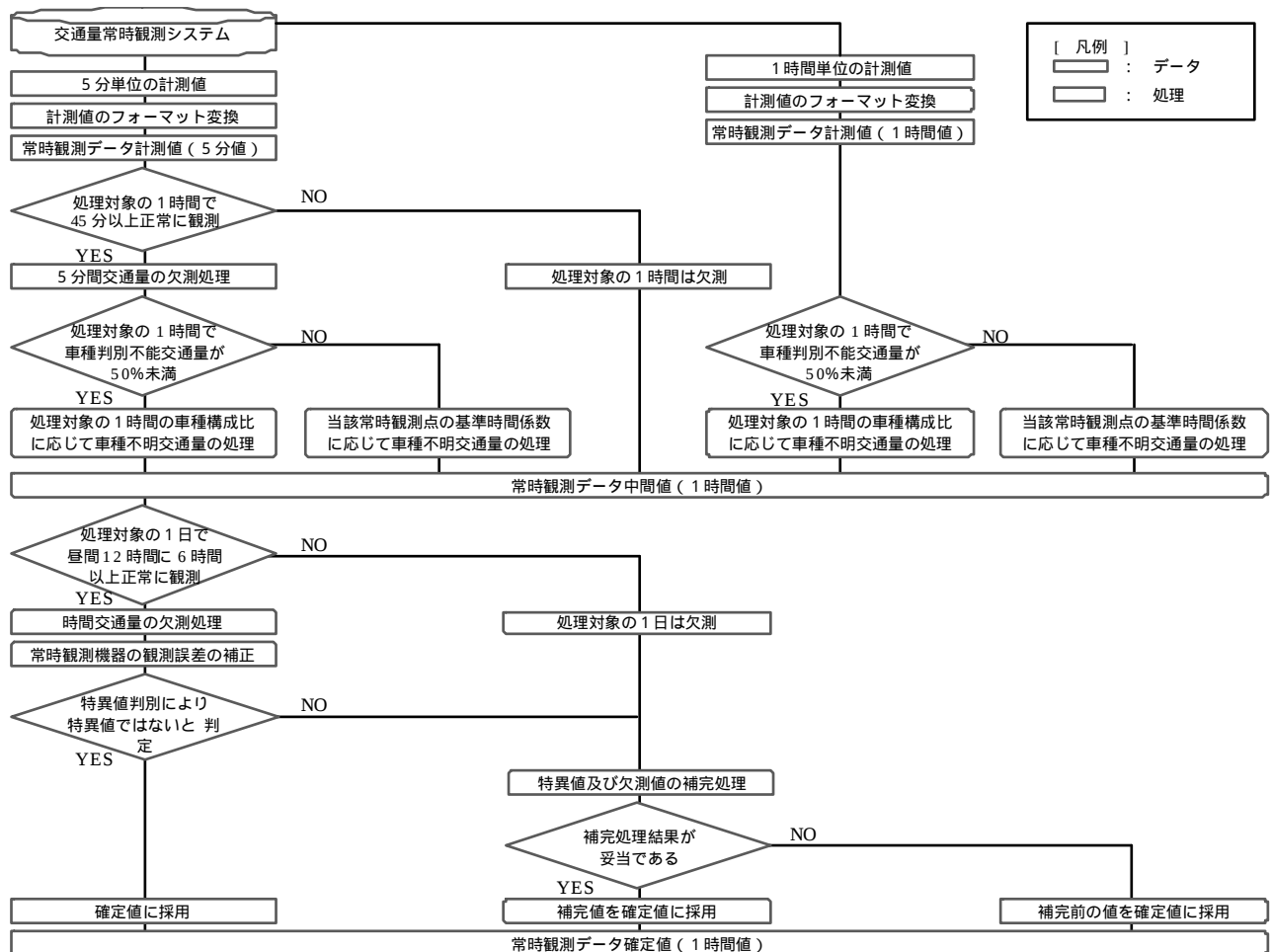


図-14 新たな交通量常時観測データの確定値算定アルゴリズム

・方向別車種別時間別交通量（補完値）

= 24時間断面交通量

× 補完値を算定する方向別車種別時間別の  
基準時間係数

基準時間係数：前年度1年間の平均の平日・旧別の方向別・車種別の時間係数

特異値候補：24時間断面交通量  $< m \times a - 3s$

又は  $m \times a + 3s < 24時間断面交通量$

$m$ ：着目日の前年同月の24時間断面交通量の平均値（平休別）

$a$ ：着目日の当年前月と前年前月との24時間断面交通量の平均値に対する伸率（平休別）

$s$ ：着目日の前年同月の24時間断面交通量の標準偏差（平休別）

b) 昼間12時間のうち方向別車種別交通量が全て正常に観測された時間の累計が6時間未満の場合

・当該日の方向別車種別時間別交通量は、24時間全て欠測とする。

(3) 24時間断面交通量の特異値判別

24時間断面交通量の特異値の判別は、以下の手順で実施する。

a) 当該常時観測点の蓄積データを用いた特異値候補の判別

・処理対象の日（以下「着目日」という。）の24時間断面交通量が、着目日の前年同月の24時間断面交通量の平均値（ $m$ ）に前年前月と当年前月の伸率（ $a$ ）を乗じた値に対して、着目日の前年同月の24時間断面交通量の標準偏差（ $s$ ）の $\pm 3$ 倍の範囲外であれば、通常発生するとは考えられない交通量と考え、特異値候補とする。

b) 当該常時観測点と関連常時観測点との24時間断面交通量比を用いた広域的な特異日の判別

a) で特異値候補と判別された着目日の当該常時観測点と着目日の関連常時観測点との24時間断面交通量比が、着目日の前月の24時間断面交通量比の平均値（ $t$ ）に対して、着目日の前年同月の24時間断面交通量比の標準偏差の $\pm 3$ 倍の範囲外であれば、24時間断面交通量は特異値であると判定し、後述の特異値の補完対象とする。一方、標準偏差の $\pm 3$ 倍の範囲内であれば、当該日は広域的な特異日であり24時間断面交通量は特異値ではないと判定し、(4)における特異値の補完の対象から除く。

特異値：24時間断面交通量比  $< t - 3d$

又は  $t + 3d < 24時間断面交通量比$

$t$ ：着目日の前月の関連常時観測点との24時間断面交通量比の平均値（平休別）

d：着目日の前年同月の関連常時観測点との24時間断面交通量比の標準偏差（平休別）

なお、当該常時観測点の近傍に交通動向の関連が高い常時観測点が存在せず、関連常時観測点が設定されていない場合には、a)で判別された特異値候補が特異値となる。

#### (4) 24時間断面交通量の欠測処理

24時間断面交通量の特異値及び欠測値の補完は、以下の手順により実施される。

##### a) 24時間断面交通量の算定

関連常時観測点の24時間断面交通量等を用い、以下に従い24時間断面交通量を算定する。

$$\begin{aligned} & \cdot \text{着目日の24時間断面交通量} \\ &= \text{着目日の関連常時観測点の24時間断面交通量} \\ & \times \text{着目日の前月の当該常時観測点の24時間断面交通量の平均値（平休別）} \\ & / \text{着目日の前月の関連常時観測点の24時間断面交通量の平均値（平休別）} \end{aligned}$$

##### b) 方向別車種別時間別交通量（補完値）の算定

a)で算定した24時間断面交通量を用いて、以下に従い方向別車種別時間別交通量を算定する。

$$\begin{aligned} & \cdot \text{方向別車種別時間別交通量（補完値）} \\ &= \text{24時間断面交通量} \\ & \times \text{補完値を算定する当該常時観測点の方向別車種別時間別の基準時間係数} \end{aligned}$$

基準時間係数：前年度1年間の平均の平日・休日別の方向別・車種別の時間係数

## 5. まとめと今後の課題

本研究における結論を以下に整理する。

5分間交通量の欠測処理は、比較した案のうち、処理対象の1時間のうち45分以上の計測値を1時間値に拡大する方法の誤差が小さい。

時間交通量の欠測処理は、比較した案のうち、昼間12時間中の6時間以上の計測値を活用する方法の誤差が小さい。

24時間断面交通量の欠測処理は、比較した案のうち、日変動が類似する関連常時観測点の計測値を用いた方法の誤差が小さい。

特異値判別は、当該常時観測点の過去データを基準として判別する方法と、関連常時観測点との交通量比を用いて判別する方法を併用することで、ほぼ特異値を判別できる。

上記確定値算定アルゴリズムの見直しにより、欠測処理・特異値の処理を自動的に行うことが可能となるものの、処理された交通量が正確に補完できているか等、目視で最終確認することが重要である。

また、今後の課題は以下の通りである。

本稿では、特異値として判別されたデータについて、実際に機器の故障、工事規制又は事故による通行規制等の影響を受けた特異値かどうかの検証は行っていない。このため、特異値判別された結果の検証をしていく必要があると考えられる。

本稿で提案した方法により特異値・欠測値の補完をした交通量（確定値）を用いて隣接区間の交通量の推定を行った場合の精度を検証する必要があると考えられる。

謝辞：本研究を進めるにあたり、データをご提供いただいた東北地方整備局に深く感謝いたします。

#### 参考文献

- 1) 国土交通省：平成16年度交通量常時観測調査報告書，2006。
- 2) 河野友彦・橋本浩良・上坂克巳・五十嵐一智：交通量常時観測データを用いた隣接区間の交通量推定方法に関する研究，土木計画学研究・講演集，Vol.40，2010
- 3) 中村英樹他：道路機能に対応した性能目標照査型道路計画・設計手法論の研究開発，国土交通省 道路政策の技術研究開発，2007。