

デジタルタコグラフ・データのバスロケーションシステム・データによる時刻補正

Time correction of data obtained from digital tachographs by bus location system data

赤羽研究室 0924169 芝 潤一郎

0924322 村瀬 邦彦

1. はじめに

本研究においては、GPS よりバス停での開扉等を高精度な時刻および位置データとともに収集できるバスロケーションシステムにより、法定により運行時の走行速度やエンジン回転数を秒単位の周期で計測、記録したデジタルタコグラフデータの時刻を補正する方法を提案する。これにより、バスの走行軌跡を高精細かつ高精度に分析する環境を整備し、バス路線上での急減速の多発箇所および時間帯等を特定し、バス運転士向けの安全運転支援への反映を目指す。

2. 収集データ

バスロケーションシステムデータとデジタルタコグラフデータ、バスプローブデータの計3つのデータを分析した結果を基に進めていく。表-1にそれぞれの収集データの仕様を示す。

表-1 収集データの仕様

バスロケーションシステムデータ	バス停に停車して開扉した時刻と位置とがGPS信号に基づいて記録される。また、バス停を発進してから3分が経過する毎に、時刻と位置が記録される。
デジタルタコグラフデータ	走行速度とエンジンの回転数が0.5秒間隔で記録される。法定により全運行時に記録されるが、記録時刻の精度が低い。
バスプローブデータ	本研究における比較基準データとして、臨時に収集した。GPS信号に基づく位置データを時刻と共に1秒間隔で記録した。

図-1に、データの収集路線である、西鉄バスの松原営業所～博多駅間を示す。また、表-2にデータ収集期間などの概要を示す。



図-1 走行ルート

表-2 使用データの概要

収集期間	平成22年9月13日(月)～19日(日)
収集走行数	55
バス台数	2台
バス停数	22 (停留所)

3. デジタルタコグラフデータの課題

図-2の速度変動図の波形から、デジタルタコグラフデータの記録時刻は、バスロケーションシステムデータの時刻と誤差が生じていることが分かる。これは、デジタルタコグラフデータの計時誤差に起因する。そこで、バスロケーションシステムデータによって、デジタルタコグラフデータの時刻を補正する方法を開発・検討する。

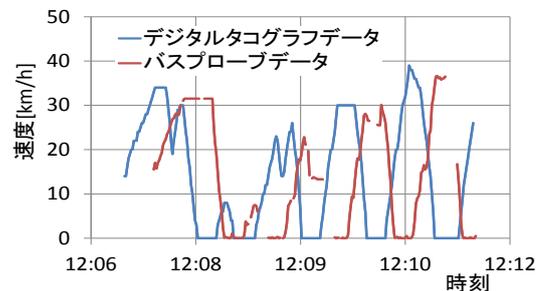


図-2 デジタルタコグラフデータの速度変動例

4. 最小二乗基準による時刻補正

デジタルタコグラフデータの時刻をバスロケーションシステムデータで補正する際の比較基準として、前者を、以下のように時刻補正した。

デジタルタコグラフデータのバスプローブデータの走行速度のRMS値 [km/時] を、次式で計算する。

$$RMS = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (v_t(i) - v_p(i))^2}{n}} \quad (1)$$

i はデータの順序番号、 $v_t(i)$ はデジタルタコグラフデータの速度、 $v_p(i)$ はバスプローブデータの速度、 n は速度データの数である。このRMS値を最小にするように、デジタルタコグラフデータの時刻を1秒毎単位で補正した。図-3に、図-2の速度変動に対する時刻補正量とRMS値との関係を示す。この例では、21秒の繰り下げが、最適時刻補正量となった。図-4に、最適時刻補正した場合の、速度変動を示す。

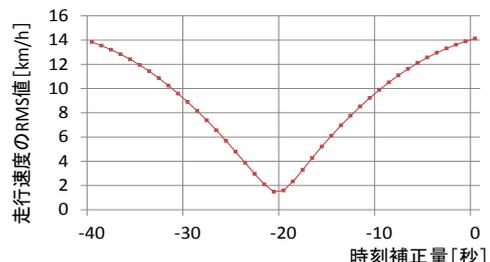


図-3 時刻補正量と走行速度のRMS値との関係例

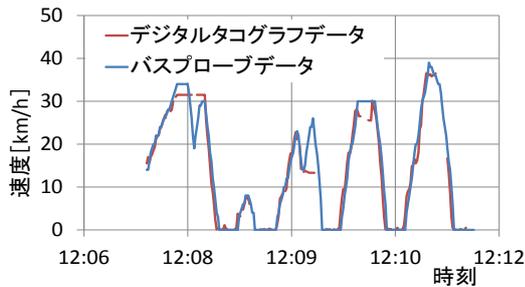


図-4 最適時刻補正した場合の速度変動例

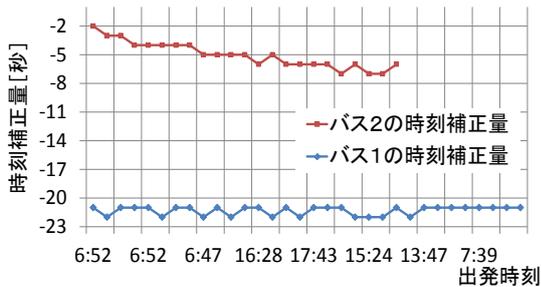


図-5 バスプローブデータによる時刻補正量

最適時刻補正を、調査期間中の全走行を対象に実施した。図-5に示すように、バス2の補正量は、少なくとも走行毎に変動していることが分かる。以下では、デジタルタコグラフデータを走行毎に時刻補正した。

5. 開扉遅れ時間

デジタルタコグラフで記録された走行速度から推定したバス停止時刻と、バスロケーションシステムで記録された各バス停での開扉時刻との差を、「開扉遅れ時間」とする。この代表値を6.時刻補正における目安とした。図-6に、開扉遅れ時間の累積相対頻度分布を示す。

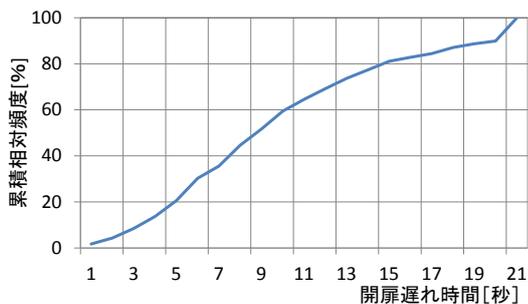


図-6 開扉遅れ時間の累積相対頻度分布図

6. バスロケーションシステムデータによるデジタルタコグラフデータの時刻補正

開扉遅れ時間の分布条件を参考として、以下の時刻補正を、走行毎に実施した。

- 1) 開扉遅れ時間の代表値を最初は、 $C=0$ [秒] と設定する。
- 2) デジタルタコグラフデータの時刻を補正しない状態で、各バス停で d (開扉遅れ時間) = 開扉時刻 - 停止時刻 [秒] を計算する。
 - ① 1つ以上のバス停で $d < 0$ となった場合には、 $d < 0$ かつ絶対値が最大の d の値 D_{max} とし、 $D_{max} + C$

をデジタルタコグラフデータの時刻から引く(繰り上げる)。

- ② すべてのバス停で $d \geq 0$ となった場合には、絶対値が最小の d の値を D_{min} とし、 $D_{min} - C$ をデジタルタコグラフデータに加える(繰り下げる)。
- 3) 2)の結果を各走行でバスプローブデータによる補正時刻と比較検証する。
- 4) $C=1, 2, 3$ 秒として、2)~4)を繰り返す。
- 5) 時刻補正誤差が最小となる C の値を特定する。

図-7には、バスプローブデータにより時刻補正した場合に対する、最適値の $C=3$ 秒と設定しバスロケーションシステムデータにより時刻補正した場合の、デジタルタコグラフデータの走行速度のRMS値の増大比率を示す。

これらから、バスロケーションシステムデータによる時刻補正の精度は、バスプローブデータによる時刻補正と比較して $\pm 1 \sim 2$ 秒程度の誤差が全走行数の9割を占める結果となった。また、バスプローブデータによる時刻補正時に対するRMS値の増大(悪化)比率も20%以内に入るデータが9割となった。これは、図-6の累積相対頻度分布の5%タイル値にあたる。

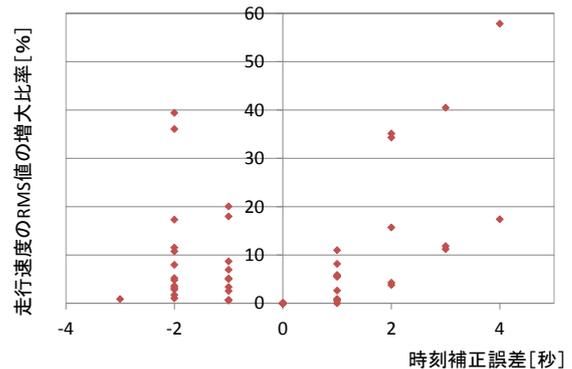


図-7 時刻補正誤差とRMS値の増大比率

7. バスロケーションシステムデータによるデジタルタコグラフデータの走行速度及び同距離補正

バスロケーションシステムデータにより、バス路線に沿った高精度な時刻と走行距離の関係が得られる。デジタルタコグラフデータの走行速度の積分値を、この走行距離で補正し、走行速度を補正し、0.5秒単位の補正済み時刻と走行距離、すなわち走行軌跡を推定した。

8. 結論と今後の展開

本研究では、バスロケーションシステムデータによって、デジタルタコグラフデータの時刻を補正する方法を開発した。この結果を、バスプローブデータにより、時刻を補正したデジタルタコグラフデータと精度の比較・検証を行った。時刻補正の精度は、 $\pm 1 \sim 2$ 秒程度の誤差で収まることを確認した。今後は、一定精度で時刻補正されたデジタルタコグラフデータにより、交通事故発生に関連すると想定される大きな減速度の時空間分布を分析し、累積距離から特定の位置と時間帯に集中しているか否かを検討したい。