

平成30年度

# スリップは見えるのか？

## －道路維持管理におけるETC2.0プローブデータ活用検討－

建設部 道路維持課 防災第1係

○田伏 雅也

遠藤 徹

佐々木 啓司

北海道開発局では、冬期間において重大事故につながりやすいスリップ事故等を防止するため、凍結防止剤の重点散布等による綿密な路面管理を実施している。しかし、熟練技術者の減少が深刻化していることから、重点的に路面管理を行う必要がある箇所を客観的なデータを用いて整理する手法の確立が求められている。本論文では、ETC2.0プローブデータを活用し、冬期通行車両のスリップ挙動を可視化する手法を検討した。

キーワード：ETC2.0プローブデータ、道路維持管理、ビッグデータ、スリップ

### まえがき

冬期間の路面管理は、スリップ事故等の重大事故を防止するため、凍結防止剤の重点散布等、綿密に実施されている。しかし、重点散布等は熟練技術者の経験に頼る部分も少なくなく、少子高齢化に伴い熟練技術者が減少している状況においては、客観的なデータを用いて整理する手法の確立が求められている。

近年、国土交通省では、ETC2.0プローブデータを収集・保有しており、交通安全対策や交通実態分析に多数活用されているが<sup>1)</sup>、道路維持管理への活用事例の報告は少ない。そのため、当課ではETC2.0プローブデータを活用し、得られる挙動履歴からスリップ発生箇所を可視化する手法を過年度より検討している。

図-1は、昨年度国道230号を対象に、スリップの可視化について検討したものである。ETC2.0で記録された挙動履歴を、記録された位置の道路線形等から導かれる挙動理論値と比較し、異常値、すなわちスリップの発生箇所を抽出する机上検討を行った。

一方で、挙動履歴が記録される要因としては、可視化手法検討の対象であるスリップの他にも、交差点右左折や追い越しなど、様々な要因が考えられる。このため挙動履歴を用いたスリップ発生箇所の可視化の精度を向上させるためには、スリップによる記録のみを抽出する必要がある。

そこで今回はスリップ等の実証実験を行い、スリップ等の車両の挙動がどのようにETC2.0プローブデータに記録されるかを確認したので報告する。

### 1. ETC2.0プローブデータ

ETC2.0は平成21年度にサービスを開始した、車載器と全国的高速道路を中心に設置された路側機との双方向通信によるビッグデータ（以下、「ETC2.0プローブデータ」という）の収集が可能なサービスである。

ETC2.0プローブデータは、基本情報（車載器等の固有情報）、走行履歴（時刻、緯度経度）及び挙動履歴（前後加速度、左右加速度、ヨー角速度）から構成される（図-2）。

走行履歴は、200m走行毎を基本として45度方向転換時にも収集され（表-1）、挙動履歴は、それぞれ閾値（前後加速度： $-0.25G$ 、左右加速度： $\pm 0.25G$ 、ヨー角速度： $\pm 8.5\text{deg/sec}$ ）を超えた時の最大値（負の値は最小値）が記録される（表-2）。

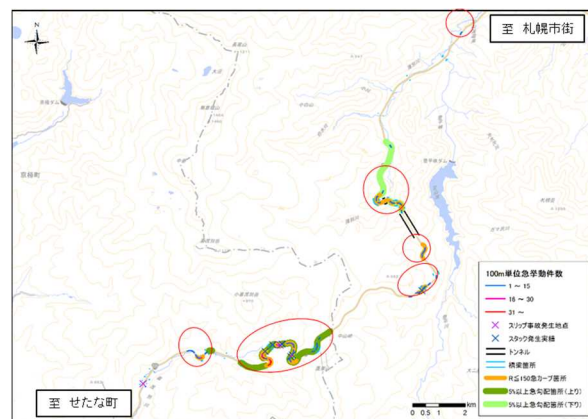


図-1 国道230号 平成29年1月の急挙動発生箇所及び異常値発生箇所（異常値抽出結果）<sup>2)</sup>

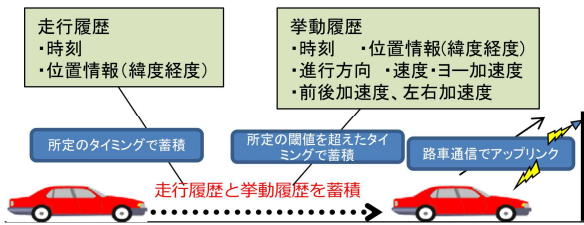


図-2 ETC2.0プローブ情報の構成イメージ

表-1 走行履歴データの取得タイミング

項目	取得タイミング
移動距離	前回蓄積した地点から200m走行した時点
進行方位の変更	前回蓄積した地点から45度以上変化した時点

表-2 挙動履歴が記録される閾値

項目	閾値
前後加速度	- 0.25G
左右加速度	±0.25G
ヨー角速度	±8.5deg/sec

また、ETC2.0車載器は、車載器メーカーおよび連動するナビメーカーによって加速度の計測センサの種類および計測方法等が異なることが、各メーカーへの確認の結果分かっている(表-3)。

## 2. スリップ挙動実証実験

### 2.1 目的

冬期道路の路面管理にて、凍結箇所をスリップ挙動より抽出し、効率的な対策(凍結防止剤の散布等)を実施するため、スリップ挙動とETC2.0プローブデータ挙動履歴の関係性を確認した。また、挙動履歴の記録が想定される交差点左折・車線変更等についても実験を実施し、スリップ挙動抽出に向けたデータを収集した。

表-3 挙動履歴データの計測方法

相違ポイント	相違内容
加速度の計測方式	<ul style="list-style-type: none"> <li>車速パルス方式</li> <li>加速度センサ方式</li> </ul>
挙動履歴データのセンシング周期	<ul style="list-style-type: none"> <li>0.1秒~1秒程度</li> <li>計測方式が車速パルス方式の場合、センシング周期の違いによる影響が大きい</li> </ul>

### 2.2 実施場所

実施場所は、夏期に冬期道路が再現可能な低μ路を要する「(財)日本自動車研究所(JARI)城里テストコース 低μ路」(茨城県)とした。

### 2.3 実施日

実験は、平成30年10月13日(土)に実施した。



写真-1 JARI城里テストコース 低μ路

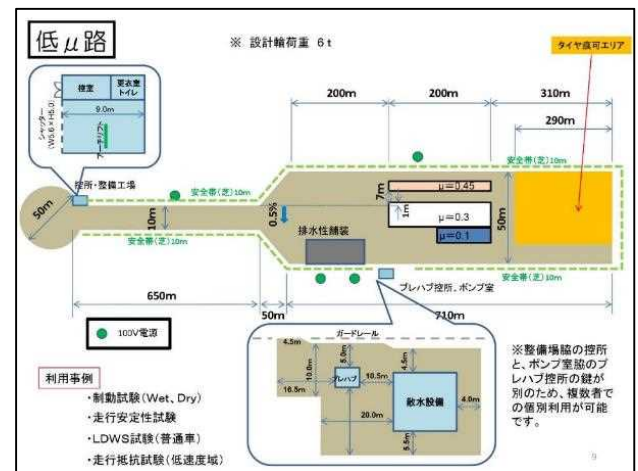


図-3 実験箇所図

表-4 実験箇所仕様

項目	諸元
全長	1,410m
加速区間長さ	700m
幅員	50m
特殊路面	磁器タイル路面 $\mu=0.45$ : 長さ 200m×幅 5m $\mu=0.30$ : 長さ 200m×幅 10m $\mu=0.10$ : 長さ 200m×幅 7m



## 2.6 実験結果・考察

2.5で示した(a)～(i)の9走行パターンについて、得られた結果を表-6にまとめた。また、計測された

ETC2.0の挙動履歴値および加速度センサ値を図-6～図-14に示す。各走行パターン複数回走行を実施しているが、結果グラフは代表走行1回のみ記載している。

表-6 走行実験の結果

	走行路面	車両の挙動 (ビデオカメラ)	ナビ No.	挙動履歴の 記録回数	センサ値との絶対値(値の大きさ)比較			グラフ番号
					前後加速度	左右加速度	ヨー角速度	
(a)	急ブレーキ 低μ路	急ブレーキ直後より低μ路上を滑り、ゆるやかに停止した	1	7/7回	大きい	同程度	同程度	図-6
			3	3/7回	同程度	同程度	同程度	
(b)	カーブ① 低μ路	低μ路上でスリップし、回転して停止した。	1	7/7回	大きい	大きい	小さい	図-7
			3	5/7回	同程度	同程度	小さい	
(c)	カーブ② 低μ路	ハンドル操作直後にスリップし、車両の挙動が安定せず蛇行した。	1	7/7回	同程度	同程度	小さい	図-8
			3	7/7回	同程度	同程度	小さい	
(d)	急発進 低μ路	タイヤがしばらく空転し、その後路面をとらえて前進した。	1	3/3回	大きい	同程度	同程度	図-9
			3	0/3回	—	—	—	
(e)	急ブレーキ 通常路面	滑ることなく急停止した。	1	2/3回	同程度	同程度	同程度	図-10
			3	2/3回	同程度	同程度	同程度	
(f)	カーブ 通常路面	速度一定でR=100mのカーブを通常走行した。	1	7/7回	同程度	同程度	小さい	図-11
			3	7/7回	同程度	同程度	小さい	
(g)	車線変更 通常路面	比較的急な車線変更の動きをした。	1	3/3回	同程度	同程度	小さい	図-12
			3	3/3回	同程度	同程度	小さい	
(h)	交差点左折 通常路面	比較的急な左折の動きをした。	1	3/3回	同程度	同程度	小さい	図-13
			3	0/3回	—	—	—	
(i)	急発進 通常路面	空転することなく、急発進した。	1	0/3回	—	—	—	図-14
			3	0/3回	—	—	—	

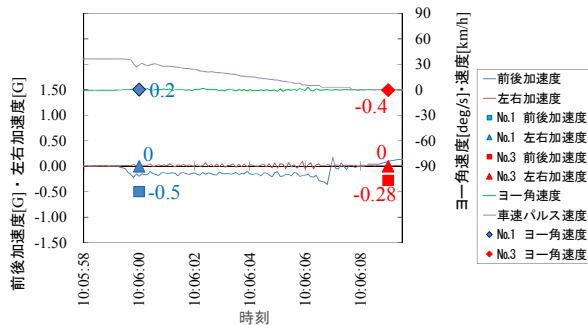


図-6 走行パターン(a) 走行5回目 (全7回)

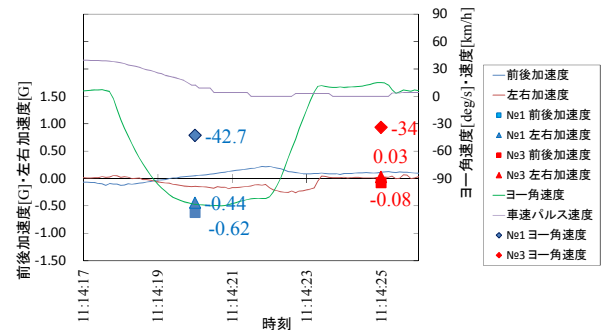


図-7 走行パターン(b) 走行6回目 (全7回)

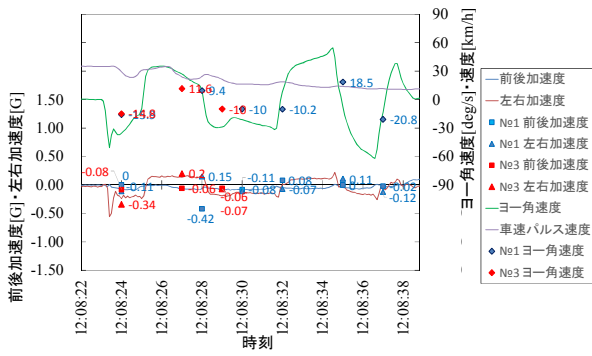


図-8 走行パターン(c) 走行3回目 (全7回)

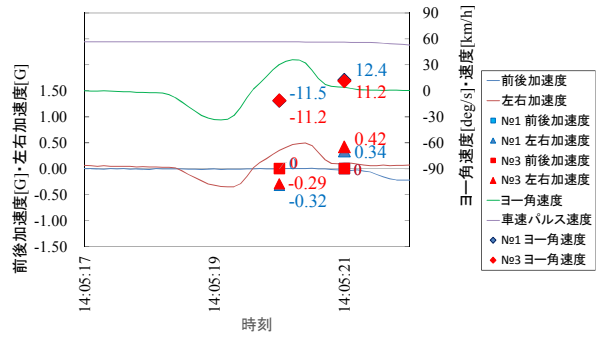


図-12 走行パターン(g) 走行2回目 (全3回)

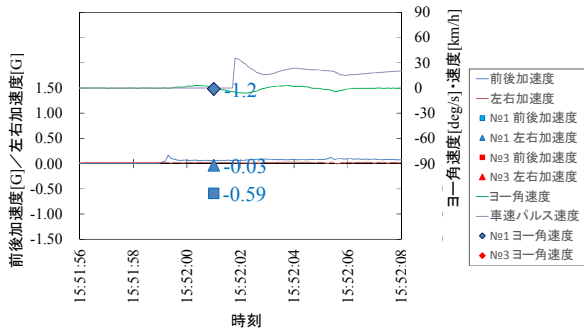


図-9 走行パターン(d) 走行2回目 (全3回)

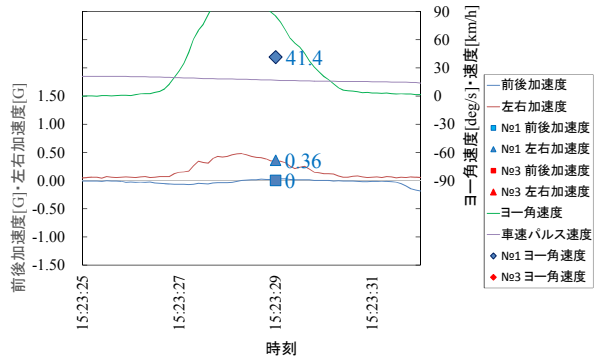


図-13 走行パターン(h) 走行2回目 (全3回)

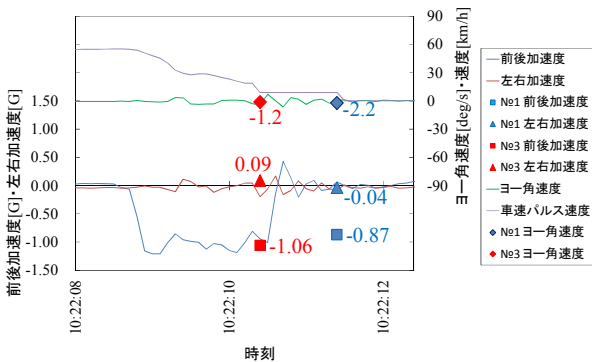


図-10 走行パターン(e) 走行1回目 (全3回)

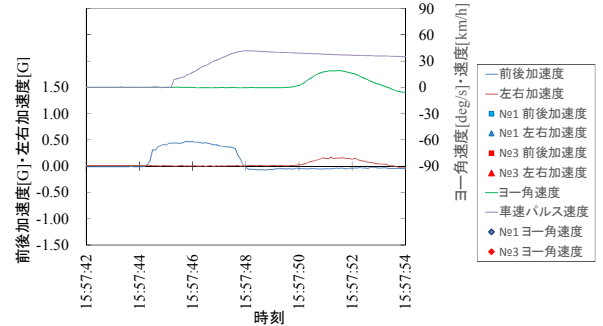


図-14 走行パターン(i) 走行1回目 (全3回)

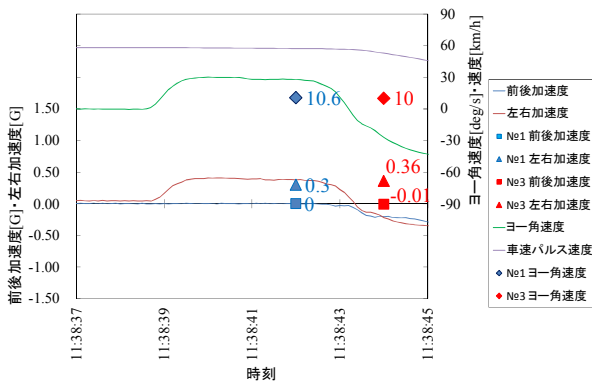


図-11 走行パターン(f) 走行3回目 (全3回)

(図-6~図-14について)

・3台のナビで計測したが、No.1とNo.2については、結果に大きな差異が見られなかった。このため、グラフにはセンシング周期の短いNo.1ナビの結果のみ記載している。

・グラフ中の線で示す常時の加速度データは後部（実験用ナビと同位置）に設置した加速度センサのデータである。実験の結果、車両前部・後部の両加速度センサの値には、大きな差異が見られなかったことから、設置位置による影響は小さいと考えられる。

実験結果から得られた傾向および考えられる要因について、以下に示す。

- ・複数のパターンにおいて、ETC2.0の挙動記録時刻に、ずれが見られた。ずれに規則性はなく、走行ごとによってもずれる結果となった。ずれの原因についてメーカー確認の結果、センシング周期および時間の丸め誤差により最大1.5秒程度のずれが生じる可能性があることが分かった。

- ・No.1ナビの前後加速度の値に注目すると、低μ路走行においてセンサ値より大きな減速度値が記録されている傾向が見られた。一方で通常路面での走行やNo.3ナビについては、このような傾向は見られなかった。低μ路走行時、ABSの作動が確認され、タイヤがロックされる状況にあった。No.1ナビの前後加速度計測方法は車速パルス方式であり、タイヤの回転量の変化から加速度を算出する方法である。タイヤがロックされることにより、実際の車両の減速度よりも大きな値が算出され、記録される結果につながったと考えられる。また、タイヤの空転時にも、空転後路面をとらえることで、あたかも急加速後に急減速したような値として記録されることから、空転時に大きな減速度が記録される結果につながったと考えられる。

- ・ヨー角速度については、ナビの種類や路面状況に関係なく、加速度センサの値よりも小さくなる傾向が見られた。今回の実験では原因の推測は難しく、今後の検討課題とする。

- ・車線変更では、No.1ナビ、No.3ナビ共に挙動履歴が記録された。また、記録は車線変更開始時と完了時の2度計測され、ヨー角速度は異なる符号であったことから、車線変更の挙動をとらえられていると考えられる。一方で、記録されたヨー角速度の値は、閾値付近であり、比較的小さな値（絶対値）であった。実験の車線変更は比較的急な動きで行ったことから、車線変更では、極端に大きいヨー角速度は計測されないと考えられる。

- ・交差点左折では、センサー値は記録される閾値を超えているものの、ナビの種類の違いによって記録

されるか否かに大きな差異が見られた。今回の実験では原因の推測は難しく、今後の検討課題とする。

## おわりに

今回は、ETC2.0プローブデータと車両の挙動の関係性を明らかにするため、スリップ挙動実証実験を実施し、スリップ挙動可視化の手法について検討を行った。以下に、本検討で得られた知見を示す。

- (1) ナビおよび車載器のメーカーによって計測方法が異なるため、同じ挙動でも異なるETC2.0プローブデータ挙動履歴が記録される場合がある。
- (2) センシング周期および時間の丸め誤差により、挙動発生時刻と記録時刻にずれが生じる可能性がある。
- (3) 車速パルス方式で計測するナビについては、ABS作動やタイヤ空転時には、前後加速度の値が実際の挙動より急な挙動として記録される場合がある。
- (4) 車速パルス方式で計測するナビのみが大きな減速度を記録している箇所・時間帯にはABS作動やタイヤの空転、すなわちスリップ挙動を記録している可能性がある。

また、実証実験ではスリップだけでなく、様々な挙動の計測も行った。今後、実証実験等により車の挙動とETC2.0プローブデータの関係性についてさらに知見を深めることで、スリップの可視化手法を確立し、道路管理への活用が可能であると考えている。

スリップの可視化手法が確立されれば、より一層道路維持管理の高度化・効率化されるものと考えている。道路利用者にとって、より安全でより快適な走行が可能な道路管理を行うことを目標に、検討を継続していきたい。

## 参考文献

- 1) 伊藤：ETC2.0データを用いた道路交通の見える化～活用の現状と今後の可能性～、平成27年度「国土技術政策総合研究所講演会」資料、2015
- 2) 富田・筒井・佐々木：ETC2.0プローブ情報を活用した道路維持管理方法高度化の検討、第61回北海道開発技術研究発表会、2018