

# 車両走行データを用いた路面凍結検知の基準値設定に関する研究

福祉環境工学講座 03-484 藤原 健太郎  
指導教官：浜岡 秀勝

## 1.はじめに

冬の路面は凍結し、スリップ事故の危険性が高く、ドライバーへの精神的負担も大きい。この状況を回避する対策として、“路面凍結情報の提供”が行われている。対策の多くは、光波センサーや温度センサーを用いて凍結を検知し、検知地点を情報提供するというものである。この対策で凍結地点の把握は可能であるが、センサーを設置した地点でのみの検知であるために、情報提供できる検知地点は限られる。広範な路面凍結情報を提供するためには、新たな対策が必要である。

昨年度までの研究<sup>1)</sup>により車両走行データを用いた路面凍結検知が可能であることを確認した。実道を走行する車両からのデータで路面凍結情報を取得できれば、広範な路面凍結情報の提供も可能である。本研究では、車両走行データを用いた路面凍結検知の有効性を示すための基礎研究として、昨年度まで曖昧であった凍結路面推定の基準値を設定する。

## 2.凍結検知方法

本研究の路面凍結検知は、以下の式で表現されるスリップ率と、前輪と後輪に生じる速度差（以下、前後車輪速度差）を用いて行う。スリップ状態となった際、四輪全てが同じ挙動を示すことはないであろうという考え方から、速度差を凍結検知に利用することとした。車輪の速度はカーブ区間等の道路構造による影響があるが、前後車輪速度差を用いることで、凍結検知の際の影響を受けにくくした。取得データの詳細を表-1に示す。なお、昨年度までの研究で使用した機器よりも高精度のものを用いたことにより、測定したデータの精度が向上し、スリップ率の算出が精巧化した。

$$\text{スリップ率} = \begin{cases} \frac{\text{車体速度} - \text{車輪速度}}{\text{車体速度}} & (\text{車体速度} > \text{車輪速度} \text{ のとき}) \\ \frac{\text{車輪速度} - \text{車体速度}}{\text{車輪速度}} & (\text{車輪速度} > \text{車体速度} \text{ のとき}) \end{cases} \quad (1)$$

表-1 使用データ詳細

期間(日数)	2006年 3/3~3/18 (14日)
取得場所	協和・角館(国道46号)
路面状況	乾燥・湿潤・シャーベット・積雪
取得データ	位置情報(車体速度)・車輪速度・制御作動情報

図-2は本研究での検知地点の位置づけである。車両のスリップ状態を把握し、制御を行う既存の技術として、ABSやTCSなどがあるが、これらの制御が作動した地点を一番危険度の高いスリップ現象とし、制御が作動した地点と、制御が作動するほどではない危険度のやや低い地点とを、本研究での検知地点の位置づけとする。

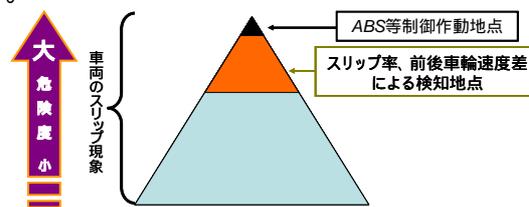


図-2 検知地点の位置づけ

## 3.スリップ率と前後車輪速度差の凍結検知性能

ABS等制御は車両がスリップ状態となった際に行われることから、スリップ率、前後車輪速度差とABSやTCS等の制御との関連性をみることで、路面凍結検知性能を確認することができると考えた。

図-3はABS等制御作動時のスリップ率変化である。制御作動時、もしくはその前後でスリップ率は高い値を示した。車両が滑る際に、車輪速度と車体速度に差が生じていることが分かる。このことから、スリップ率が高い値を示した地点は、滑りやすい地点であると考えられる。

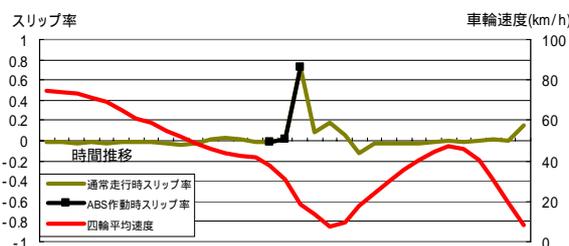


図-3 ABS等制御作動時のスリップ率推移

図-4は、前後車輪速度差別にABS等制御作動と非作動との割合を示したものである。前後車輪速度差が高い値を示している際のABS等作動の割合は多い。このことから、前後車輪速度差は、スリップ現象に深く関わっているということが分かる。また、速度差が生じていながらもABS等制御が作動していない場合もあるが、これらはABS等制御が作動するほどではない、軽度なスリップ現象であると考えられる。

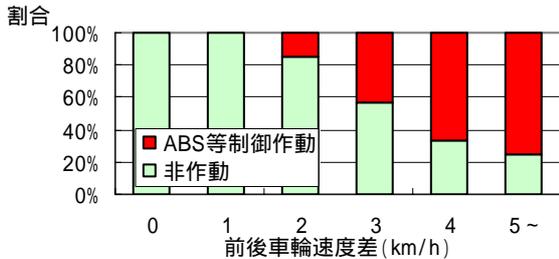


図-4 速度差別のABS等制御作動と非作動の割合

これらの結果から、スリップ率、前後車輪速度差が路面凍結検知性能を有していることが確認された。

#### 4. 検知基準値の設定

路面凍結地点を把握する際、ABS等の制御作動地点を把握するのみでも、有効な路面凍結情報を得ることができる。しかしながら、図-2に示す通り、ABS等作動地点は走行中に発生するスリップ現象発生地点の一部である。また、ABS等の制御は、ドライバーや車種、タイヤなどによる個人差がある。よって、基準値を低く設定し、ABS等制御作動地点を含め、やや危険度の低い軽度なスリップ現象が発生した数多くの地点を検知した上で、重なり合って検知された地点を凍結地点として位置づけることで、危険度の高い凍結地点をより正確に把握することが可能となる。

以上のことを踏まえ、ABS等の制御作動が、走行データ全体の0.1%であったことから、スリップ率、前後車輪速度差を用いた検知方法では、0.1%よりも多くの地点の検知が可能となるように基準値を設定する。

図-5は、スリップ率の累積分布図である。累積割合が99.5%となる値を基準値として設定し、99.5%以降の0.5%を凍結地点として検知する。

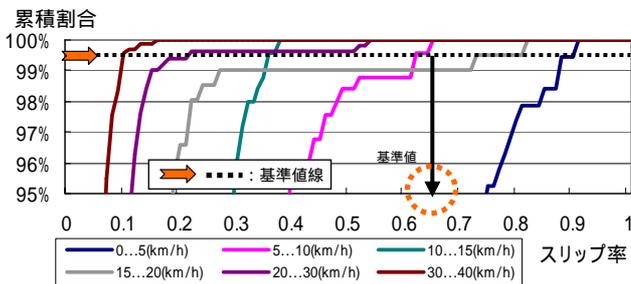


図-5 スリップ率の累積分布

図-6は設定した基準値とスリップ率の関係を示したものである。低速時のスリップ率は高い値を示しやすいという特性があるため、走行速度別に基準値を設定し、基準値を超えた部分を検知することとした。なお、基準値は0.1を下回らないという条件をつけた。図-6では、基準値によって、ABS等制御作動地点の約1.5倍である29の地点を検知した。

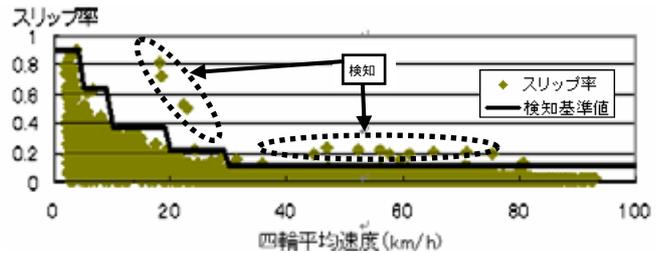


図-6 走行速度別のスリップ率と検知基準値の関係

前後車輪速度差については、累積分布を作成し、累積割合が99.85%となる値を基準値とした。ABS等制御作動地点の1.5倍の地点の検知が可能である。

#### 5. 検知シミュレーション

設定した基準値を用いて、凍結地点検知のシミュレーションを行った。シミュレーションの際、角館-協和(国道46号)を走行したデータを用いた。

ABS等制御作動地点、スリップ率による凍結検知地点、前後車輪速度差による凍結検知地点を地図上にプロットすると、ABS等作動の5地点中、4地点で重なりが見られた。設定した基準値によって、ABS等制御作動地点の検知が可能であった。

さらに、スリップ率や前後車輪速度差による凍結検知地点は、ABS等制御作動地点以外にも3地点存在した。ABS等制御が作動するほどではない、軽度なスリップ現象が起きた地点も検知可能であると考えられる。

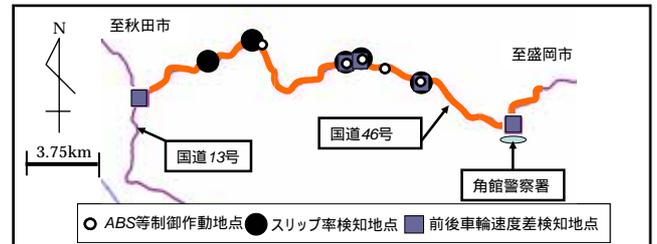


図-7 凍結検知シミュレーション

#### 6. まとめ

車両走行データを用いた凍結検知の有効性を示す基礎研究として、スリップ率、前後車輪速度差に基準値を設定した。設定した基準値による検知地点とABS等の制御が作動した地点との一致がみられ、車両走行データを用いての凍結検知の有効性が確認された。

回転に伴う車輪の変形等による車輪速度の誤差を補正し、スリップ率の算出をより精巧化することや、実際に滑った感覚があった地点と検知地点との適合度の調査等により、検知精度を高めていくことが今後の課題である。

#### 【参考文献】

- 1) 濱口慎平, 浜岡秀勝: 車両運動データを用いた路面凍結感知に関する研究, 東北支部技術研究発表会概要, pp628-629, 2006