

IV-48

車両運動データを用いた路面凍結感知に関する研究

秋田大学 学生会員 ○浜口 慎平

秋田大学 正会員 浜岡 秀勝

1. はじめに

積雪地においては、冬期の路面凍結の影響等により、運転者は精神的に負荷の高い状態で道路を走行しなくてはならず、多大な影響が生じている。その対策として路面温度・AHSカメラ等による凍結感知が行われているが、細街路の対策までは至っていない。一方、成瀬¹⁾の研究では、無雪・積雪期の路面状況の違いによる車両挙動特性を明らかにし、道路構造による走行特性を把握した。路面状況においてスリップ現象の発生地点が異なること、急ブレーキ等の特異走行がもたらされる地点を明らかにしたもの、それらの地点がどのような路面状況であったかまでは把握されていない。路面状況情報は道路管理者、道路利用者の双方にとって有益であり、道路の安全性向上に資することは言うまでもない。

本研究の目的は、車両の走行挙動データから路面状況の把握であるが、その特徴として四輪駆動車を実験車両として用いるところにある。四輪駆動車は全タイヤを制御するため、安定した走行環境を創出できるものの、安全であるがゆえに路面状態の判断は困難とされていた。

2. データ取得概要

摩擦の少ない路面状態での路面凍結を感知するため、実際の道路にて走行実験を行った。調査は2005年12月22、28日の2日間、圧雪路面にて実施している。スバル製普通乗用車を実験車両として用い、SUBARU Select Monitor（車両挙動センサ）とSafety Recorder（加速度センサ）を設置し、データを取得した。表1にその概要を示す。

表1 取得データの概要

場所	県道41号秋田昭和線（往復4車線）	
日時	2005年12月22日（木）	2005年12月28日（木）
天候（気温）	曇り（0.4℃）	雪（-3.4℃）
路面状態	圧雪路面	
使用器具	SUBARU Forester(2003年式)・2000cc,NA,AT車 SUBARU Select Monitor Safety Recorder ビデオカメラ（記録用）	
実験項目 （取得データ）	定速走行（30km/h, 40km/h, 50km/h, 60km/h）	
	4項目 計48回	
	加速走行（30→40km/h, 30→50km/h, 30→60km/h, 40→50km/h, 40→60km/h, 50→60km/h）	
	6項目 計24回	
	合計 10項目 72回	

3. ABS 作動時の車両挙動

車両のスリップを感知するものとしてABSが既存の技術として存在する。ゆえに、まずどのような状況でABSが作動したか把握する必要がある。ここで、車両がスリップ状態になったとき、各車輪の回転が同時にロックするのは稀であり、一般に各車輪のどれかがロック状態になると考えられることから、各車輪間の最大速度差とABS作動の関係を見ることとした。図1は各車輪の最大速度差ごとにABSの作動状況を示したものである。

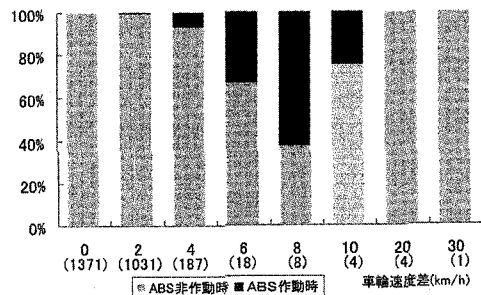


図1 車輪速度差が発生したときのABSの作動状況

この図からABSは車輪の速度差が大きいときに作動することがわかる。また、一方で車輪差がある状況であってもABSが作動しない状況も見られる。これはスリップ現象に大きく関係するものと考え、スリップ率という指標をもとに、その大きさを数値化して比較検討することにした。

ここで、スリップ率とは、タイヤの回転と車両走行速度の相対的な動きを示すもので、車の移動速度（車体速）とタイヤの回転速度（車輪速）を用いて、以下の式で表現される。

$$\text{スリップ率} = \begin{cases} \frac{\text{車体速} - \text{車輪速}}{\text{車体速}} & (\text{車体速} > \text{車輪速のとき}) \text{ ①} \\ \frac{\text{車体速} - \text{車輪速}}{\text{車輪速}} & (\text{車体速} < \text{車輪速のとき}) \text{ ②} \end{cases}$$

※今回は、車両速度にGPS速度を用いた

車体速が車輪速よりはやい場合は、①式より、車輪がロックした状況に近いものを示している。一方で、車体速が車輪速よりおそい場合は、②より車輪が空転した状況を示している。

4. 速度状態におけるスリップ率の変化

速度変化に対するスリップ率の変化を把握するため、定速・加速状態に分類してその傾向を見た。

図2は定速状態でのスリップ率の変化を示したものである。この図から定速状態ではスリップ率の変化は小さく、0.02程度の値であることがわかる。また、図3は加速状態におけるスリップ率を示したものである。この図から、車両の加速・減速に伴い、大きく変化することが明らかとなる。また一方で、減速に着目すると、それが緩やかな場合はスリップ率が大きくならないことも確認できる。

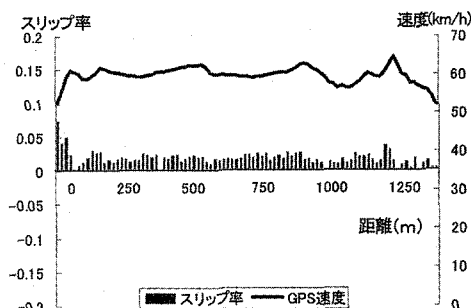


図2 定速状況のスリップ率 (60km/h 走行時)

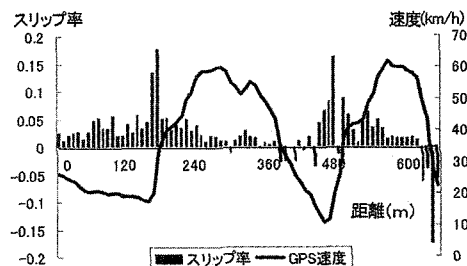


図3 加速状況のスリップ率 (30→60km/h 走行時)

5. 各地点におけるスリップ率の把握

前章の分析から速度変化とスリップ率の関係が把握できた。そこで、同じ区間の繰返し走行から各地点での路面の滑りやすさを把握することにした。これは1回のデータでは十分にわからないとしても、繰返し走行すると、路面状態が把握できると考えられるからである。

図4は定速状態 (30km/h) を5回繰返し走行したときの各地点のスリップ率を並べて示したものである。この図から約1200mおよび2200m地点にてスリップ率が大きく変化することが見てとれる。1200m地点では4回の走行のうち1回のみでスリップ率が変化した状況であり、当該地点が滑りやすい路面であるか十分に判断で

きないものの、2200m地点では4回の走行中3回もスリップ率が大きく変化しており、この地点では滑りやすい路面と考えられる。

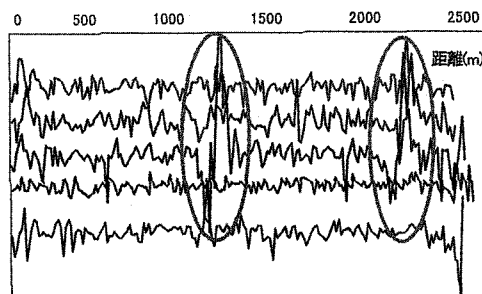


図4 各地点におけるスリップ率 (30km/h 定速)

6. まとめ

本研究では、積雪地において冬期の路面凍結の感知が重要と考え、実走行実験によりデータを取得した。取得データから、ABSは車輪の速度差があるときに作動することを確認したものの、大きな速度差が生じる状況であってもABSが作動しない状況が見られることも明らかとなった。すなわち、路面凍結の感知においてABSの作動状況のみで判断することに限界があると考えられる。

スリップ率を用いた路面判断の分析から、定速走行ではスリップ率の変化は小さく、加速・減速状態になるとその値が大きく変化することが明らかとなった。よって、スリップ率による路面の滑りやすさを感知するためには、加減速があると評価しやすいことが明らかとなった。さらに、各地点におけるスリップ率の結果から、同じ地点においてスリップ率が大きくなる地点が得られることが明らかになり、多データを蓄積することによりスリップの感知精度が向上することがわかる。

今後の課題として、車輪の加速度を用いた分析、車の回転角 (ヨーレート) のデータも含めた分析などが挙げられる。

最後に、研究に対して多くの助言・コメントをいただいたインターネット ITS 協議会の時津直樹氏 (デンソー)、横山滋氏 (ENEOS)、中島正明氏 (日立製作所)、西田尚司氏 (スバル技術研究所) に感謝の意を表します。

【参考文献】

- 1) 成瀬研治, 清水浩志郎, 浜岡秀勝: 無・降雪期における道路構造に起因する車両挙動変化に関する研究, 平成14年度東北支部技術研究発表会講演概要, pp488-489, 2003
- 2) 酒井秀男: タイヤ工学, グランプリ出版, 1987