

# 中国四国支部第47期総会・講演会

## 講演論文集

No.095-1

開催日：平成21年3月6日(金)

会 場：山口大学工学部



社団  
法人

**日本機械学会中国四国支部**

〒739-8527

東広島市鏡山一丁目4番1号

広島大学工学部内

電話 (082) 424-7533

平成21年2月26日発行

(旋回を考慮したスリップ率の測定)

A measuring system for friction coefficient of road surface using ABS signals  
(The slip rate that thought about turning of measurement)○学 児玉迪弘 (高知工科大学) 正 岡宏一 (高知工科大学) 熊谷靖彦 (高知工科大学)  
片岡源宗 (高知工科大学) 学 宮崎駿 (高知工科大学)Michihiro KODAMA, Kochi University of Technology, Miyanoguchi185, Tosayamada-chou, Kami-city, Kochi  
Koich OKA, Kochi University of Technology

Yasuhiko KUMAGAI, Kochi University of Technology

Motomune KATAOKA, Kochi University of Technology

Shun MIYAZAKI, Kochi University of Technology

Key Words: ABS, slip rate, car, tire, model, GPS

## 1. 緒言

高知県では山間部などで冬季に降雪や路面が凍結することがある。その際スリップによる車両事故が発生することが十分考えられる。スリップ事故が発生する際はタイヤと路面との摩擦係数が低下していると考えられる。これをリアルタイムで検知できれば運転者への警告やアクティブ操舵、情報の共有による道路情報網の整備など利用範囲は広いと考えられる。このような目的のためには車両に搭載し、走行中に路面摩擦を検出が可能な簡単な計測システムが適している。このような装置として ABS 信号を用いて路面の摩擦係数を計測するシステムが開発されている<sup>(1)</sup>。本研究ではこのシステムに GPS 情報を用いた時の性能向上について検証を行う。性能向上のために対象とする路面は勾配のある路面とカーブである。

## 2. 原理

車両が走行する場合、走行抵抗と加速度に相当する駆動力  $F$  が必要となる。走行抵抗とは転がり抵抗  $R_r$ 、空気抵抗  $R_a$ 、勾配抵抗  $R_e$ 、加速抵抗  $R_c$  などであり次式のように表わせる。

$$F = R_r + R_a + R_e + R_c \quad (1)$$

この駆動力  $F$  は車軸の回転速度と車速との相対速度から発生している力であると考えられる。車の走行時にはタイヤと地面との摩擦で走りかつタイヤに弾性がある以上必ず滑りが発生する。この滑り量からタイヤと地面との摩擦係数を求め滑りやすい路面であるかどうかの判定を行うことが可能である。

ABS は、各車輪の回転をモニタしているため、ABS 信号から FF 車、FR 車の場合、駆動輪速度と従動輪速度を得ることができる。従動輪の速度を車速と考えるなら、駆動輪速度と従動輪速度の速度比をスリップ率と考えることができる。つまりスリップ率を求める式は

$$Sr = \frac{(vd - vf)}{vd}$$

となる。ここで  $Sr$ : スリップ率  $vd$ : 駆動輪速度  $vf$ : 従動輪速度である。スリップ率と車の駆動力との関係を路面摩擦係数をパラメータとして表したものが Fig.1 の  $\mu$ -S 特性である。

スリップ率が小さい場合は駆動力とスリップ率関係はほぼ線形であることがわかる。また、摩擦係数によってその線形の傾きが変わっていることがわかる。この傾きを測定することによって路面との摩擦係数を測定する。駆動力はその時点での速度や路面状況、道路勾配などの影響を受けるので実際の駆動力を正確に求めることはできない。しかし、通常の走行時ではこれらの影響による変化は小さいと仮定し、駆動力は一定の平衡点にあるとすると、その点からの駆動力の変化は車両の加速度と比例関係にあると考えることができることが(1)式よりわかる。つまり加速度の変化率とスリップ率の変化率から摩擦係数を求めることができる。

また、高知に多くある山間部の道路などでは道路が直線でないことが多いので車両は旋回しながら走行していると考えられる。このときには遠心力の影響による滑りが発生していると考えられる。しかし、この際の摩擦係数の測定は困難であると考えられるので旋回時のデータは今回実験で使うシステムでは省いてデータとして使用していない。

本研究では FF 車を使用し、駆動輪と従動輪の ABS 信号との関係からスリップ率と加速度を求めるシステムにくわえて GPS 信号より路面の勾配と旋回半径を求めその情報を付加することにより計測システムの性能向上を試みた。

## 3. GPS 補正を用いた勾配路面での検証方法と結果

本システムを搭載した FF 車両で実際の路面を走行し、GPS を使用して補正を行った場合と行わなかった場合のデータを比較し、システムの性能向上につながったかを検証する。GPS データは路面の勾配を検出するために用いる。坂道を登坂している場合、Fig.2 に示すように路面勾配  $\theta$  が変化すると、車両の質量を  $m$  とすると駆動力に  $mgsin\theta$  の変化が起きる。駆動力の増加によりスリップ率は大きくなり、結果的に路面摩擦係数を小さく測定してしまうことになる。つまり路面は滑りやすいというデータが得られる。しかし路面状況が悪くなったわけではないので、勾配による駆動力の変化を GPS データから算出した  $\theta$  を使って補正する。

今回はドライ路面で GPS を使用した場合のデータを、その実験結果を Fig.3 に示す。この傾きが路面摩擦係数の

関数になっていると考えられる。

また、ドライな坂道を走行したデータから摩擦係数を求めた。その結果を Fig.4 に示す。Fig.4 の上のグラフは横軸が時間、縦軸が路面摩擦係数になっている。また、下のグラフは横軸が時間、縦軸は路面の傾きになっている。20 秒付近での勾配が急になったあたりでの路面摩擦係数の測定は GPS での補正がある時のほうが測定は安定して行われていることがわかる。また全体的にも測定の幅が狭いことがわかる。このことから GPS で補正することによってより安定した摩擦係数の測定ができていくことがわかる。

#### 4. 旋回時の影響についての検証方法

旋回時についてはデータを省いていると前述したが、その判定の方法は内輪と外輪の回転数の差によって判定を行っている。これと GPS から得られる位置情報とを使えば旋回半径が求まる。旋回半径と旋回速度、車両の質量がわかれば発生する遠心力を求めることができると考えられる。あとはそれぞれのタイヤにかかる力をタイヤモデルによって検証しようと考えている。

今回はブラシモデルと呼ばれるものを使用しようと考えている。ブラシモデルとはトレッドラバーが環状の連続体として考えるのではなく、タイヤの周方向に独立した無数の弾性体であると考えられるものである。

#### 5. 結言

今回はドライ路面の走行を行い、そのデータを検証した。GPS を用いた場合の精度の向上をドライ路面で確認できたので今後は凍結路面での走行も行い走行も行き効果の検証を行う予定である。また、今後は遠心力が測定にどのような影響を及ぼしているかについても検証を行う。

#### 6. 謝辞

本研究を行うにあたりまして、住友ゴム株式会社様にはシステムの提供およびご指導をいただきました。ここに感謝の意を表します。

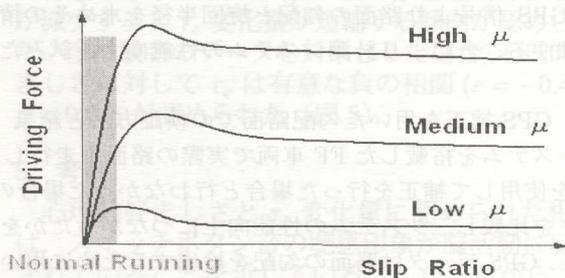


Fig.1  $\mu$ 's property

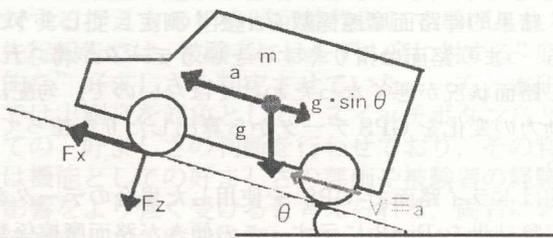


Fig.2 change in power of motion according to inclination

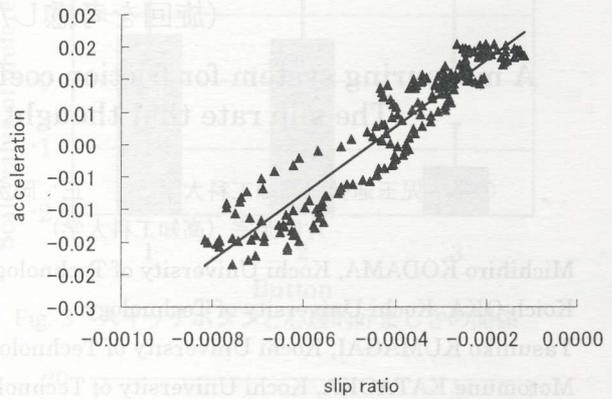


Fig.3 Experiment result after changed

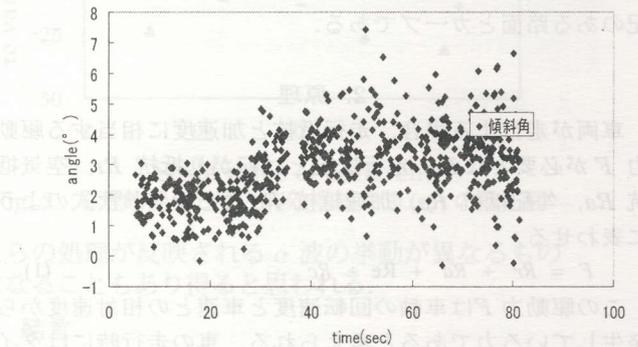
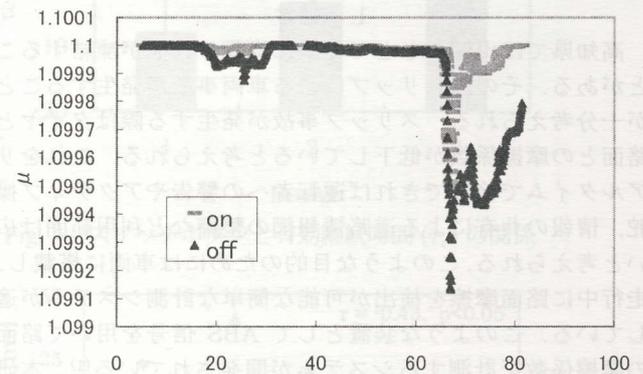


Fig.4 coefficient of friction

#### 文献

- (1) 川崎裕章, 自動車技術会 2001 年季秋大会「走行中のタイヤの滑りやすさ測定」(2001)
- (2) 酒井秀男, タイヤ工学・入門から応用まで (改訂版), グランプリ出版, (2001)