

1. はじめに

近未来のニーズには「静摩擦係数： μ 」がある。道路の「出来高管理」および「維持管理」において、自動運転時代では、車の基本機能（走る・曲がる・止まる）を左右する「主要因の静摩擦係数 μ 」が「必要不可欠」になる。それを可能にする本案装置の特長を下記する。

2. 従来のすべり測定機との違い：従来機には走行中に測れるモノはない。

- (1) 「走行中」に「静摩擦係数 μ 」が測れる。
- (2) 「クーロンの法則」を厳守した「シンプル構造・高耐久性」である。
- (3) 測定輪は「市販の小径タイヤ」でゴム質への対応が易しい。
- (4) 測定輪は「均等に磨耗」するので長寿命である。

3. 特長の詳細：

(1) 静摩擦係数に期待できる効果：

「OTTO」は「クーロンの法則」を厳守した斬新且つシンプルな機講を考案した測定機である。その「静摩擦係数」： μ とは、 W の物体が静止状態からすべり始める時の力を：摩擦力 $F(S)$ とし、静摩擦係数 $\mu = F(S) / W$ となる。

- ① 現代自動車のABSブレーキSystemは、タイヤがロックしないように制御した車両である。その為「自動ブレーキ機能と整合」が良く適切なSystem設計や運用に活用できる。
- ② カーブ部では遠心力が発生して車線逸脱がおきる。また滑りスピリアウトする場合もある。「わだち部の路面の静摩擦係数 μ 」が判れば、安全なスピードが算出でき安全対策に繋がる。また、横断勾配の効果も判り「カーブ部の安全対策」に使える。
- ③ 機講はサイド・ホースタイプの測定系に「バネを挿入」したシンプルな構造構成で「摩擦力は走行に伴い自己生成」し、このバネの歪みを測る事で摩擦力が測れる。静摩擦係数 μ は「歪みの変化」を検出して算出する。
測定輪は市販の小径タイヤを活用している、「新材料タイヤへの対応」も簡単である。

4. 開発経緯とエビデンス：

平成元年から「**静摩擦係数の測定手法**」に着眼し、研究・開発した。今も継続中である。

H2年：世界すべり共同試験（ヨーロッパ）に日本代表として参加した。

H18年：愛知県の補助金を受け歩道用測定機（呼称：低速OTTO）を開発：小型化に特化した。

R元年：新型OTTOを開発。（摩擦力源の自己生成方法を改良）：シンプル化・簡便運用化に特化した。

これ等をベースに説明する。

(1) 技術の成立性：平均値は真なり

共同試験参加の測定結果≒「**世界42機種**の測定機の平均値」*1)

下記にベルギーにおける測定結果を示す。：KOMATSU研究機：一

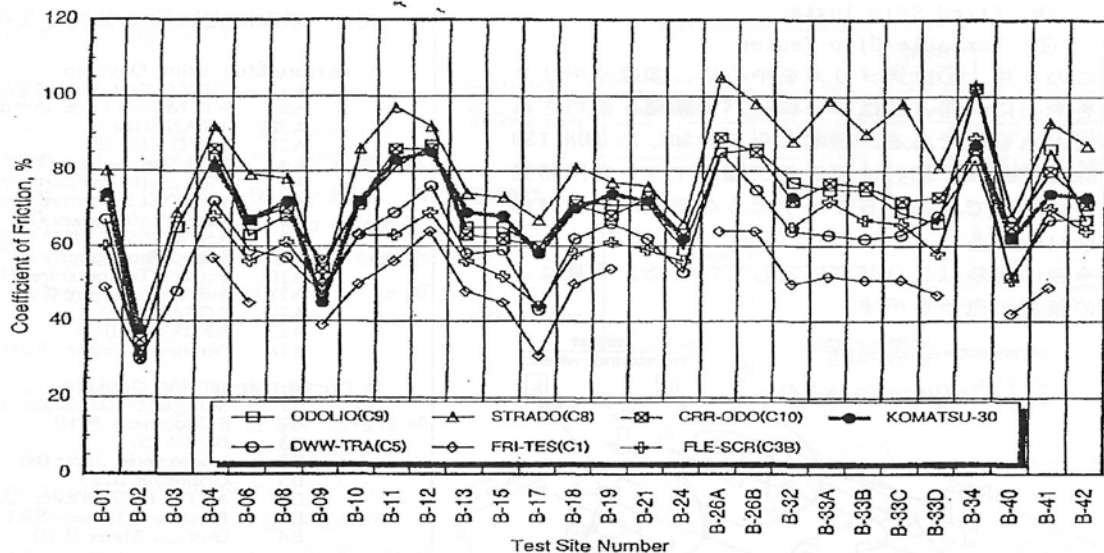


図-6 ベルギーにおけるすべり摩擦係数の測定値

図-1 世界のすべり測定機の測定結果*1

(2) 日本採用の既存測定機との比較検証：亀山修一先生評価：北海道工業大学（H18年度・愛知研究補助金での委託比較試験結果）

既存の基準機,DFs テスター・BPNと比較検証した。*2)

（静摩擦係数の測れるモノは,DFs テスターのみであり其れと比較）結果を下記に示す。本案は連続式と表記

「考察」：

- ① $R=0.9$ 高い相関
- ② 切片 $b \approx 0.16$: DFs の測定は試験最終部で試験片が高温になる。
- ③ DFs は $1 <$ 以上の結果が出る。

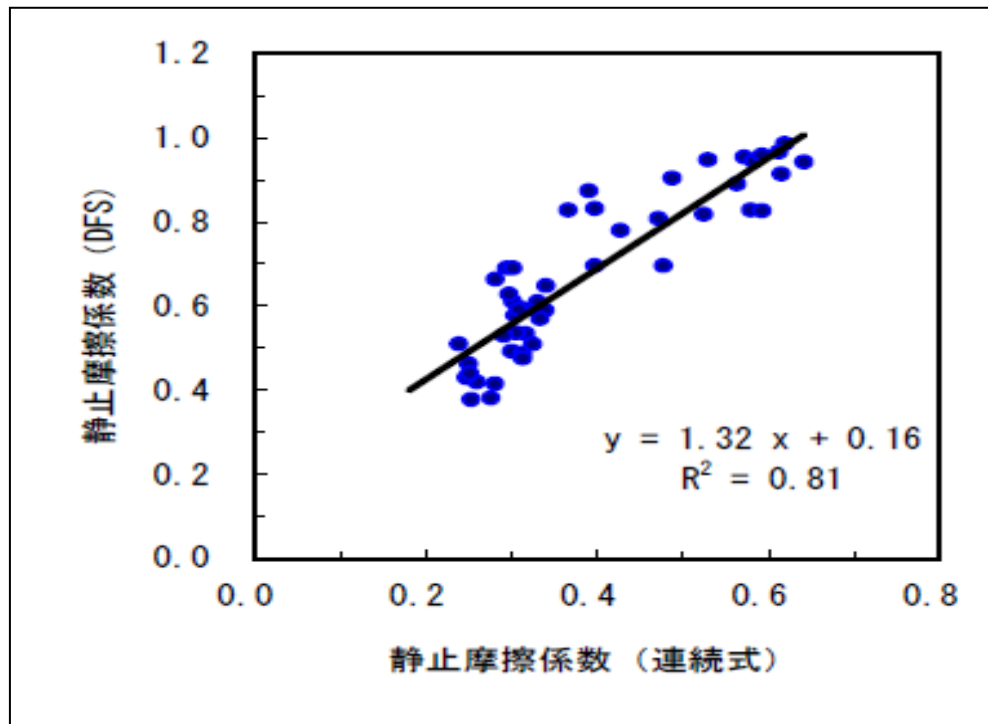


図-2 DFテスターとの比較結果

(3) 静摩擦係数の必要性：

従来のすべり測定機は、「すべり抵抗値」を測っているケースが大半であり、静摩擦係数ではない。近年の動向として理論体系や活用現状（ABSブレーキ装着車両）は、静摩擦係数を重要と考える研究が盛んになっている。その一例を下記に紹介する。（活用例：ABSブレーキ）
摩擦力とゴムのせん断力を等しいとして制動力に変換した。

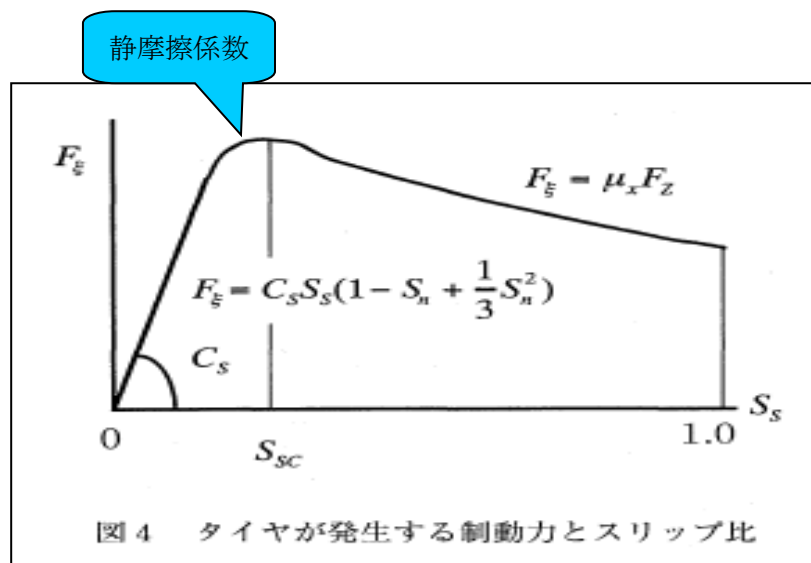


図-3 タイヤが発生する制動力とスリップ比 *3)

5. 本案の装置

(1) 装置の概要：

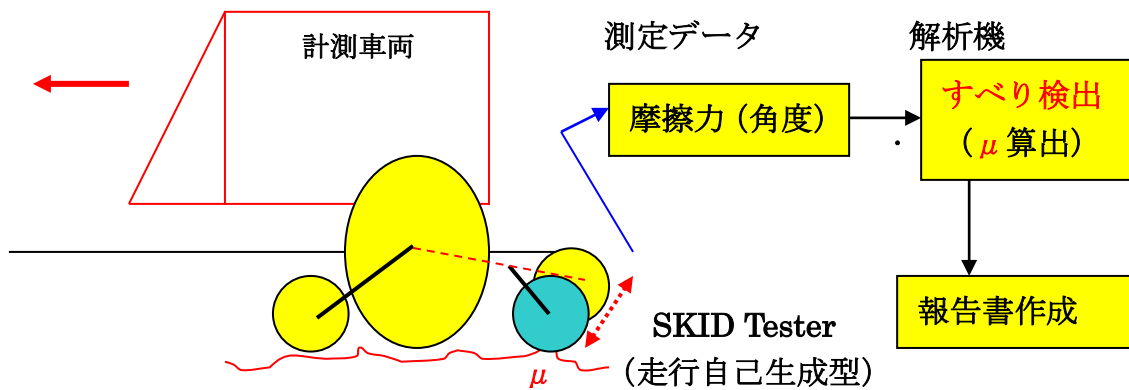


図-4 測定概念図

(2) 計測車両への装着状況を下記に示す。

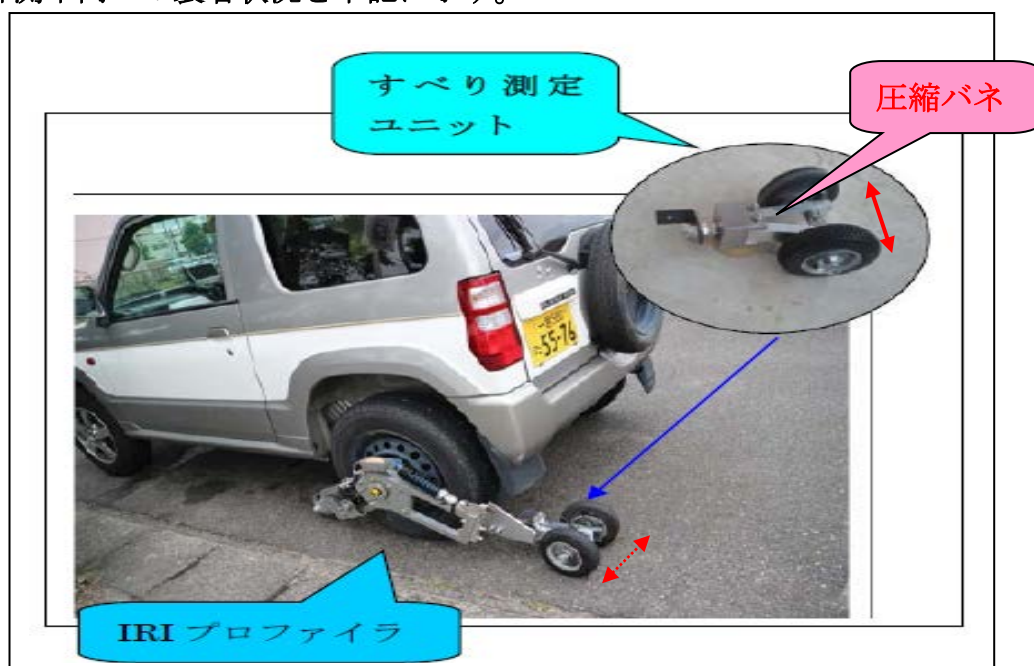


図-5 車両への装着状況 (試作機)

(3) 静摩擦係数の検出：

V形フレームに取り付けた測定輪は走行に伴い、V形の頂角を狭める。圧縮バネに力が溜まると同時に測定輪を押し返そうとする。

「蓄積力 > 摩擦力」の時に滑りが生じる。この滑りをデータから検出して静摩擦係数を算出する。

6. 測定値の活用（案）

現代の自動車では、タイヤはロックさせない制御により、制動力の大きい静摩擦を使うようになっている。また、操舵機能も有効な状態が続き回避行動が可能になり、より安全なくなるまであるが、従来のすべり調査結果は、意味を持たなくなってきた。其れに対し本案は、静摩擦力から求める「静摩擦係数」になるので下記のような活用が出来る。

(1) カーブ部の安全対策：

走行する自動車は、カーブ部では遠心力が働き・車線逸脱やスリップによる自爆事故になる。

このようなカーブ部での安全・安心のための管理は、路面のすべり管理が相応しい。

今、カーブ部での遠心力を 1000K g の車両で、極率半径・速度を変えてシミュレーションして、下記の図-6 を得た。

安全に走行するには、遠心力に打ち勝つ摩擦係数が必要になる。その摩擦係数は、の車両 1000K g のシミュレーションでは、1000 で徐すればよく、「遠心力 << 摩擦係数」が成り立つ。

静摩擦係数 $\mu > 0.35$ で建設した路面が過時変化して $0.25 >$ 以下になると約 $50\text{Km}/\text{Hr}$ 以下の速度規制が必要になる事が判り、交通規制が有効になる。

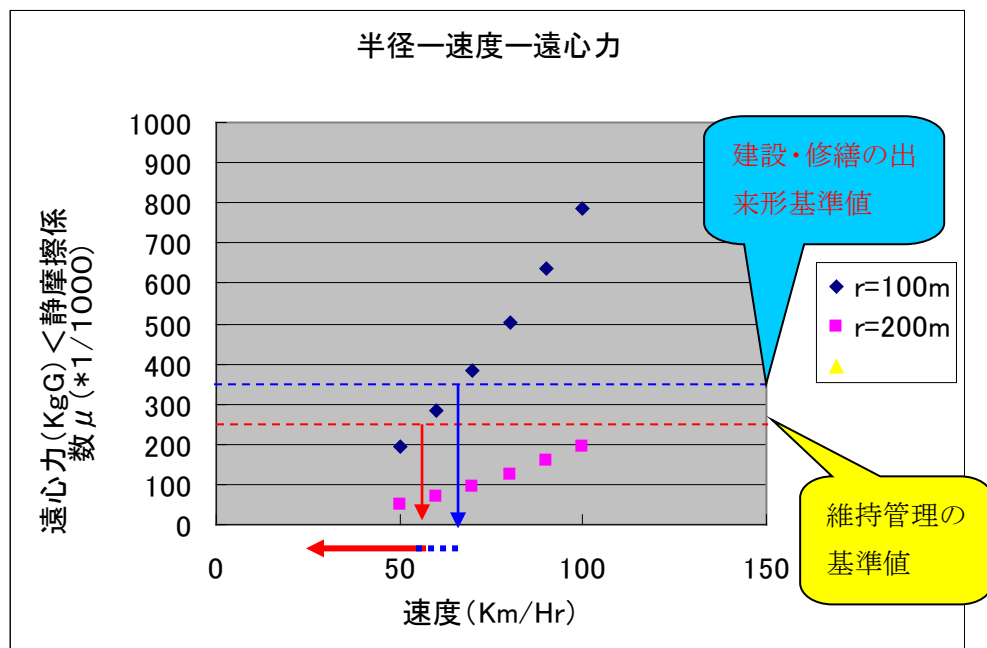


図0-6 シミュレーション結果

(2) 自動ブレーキの設計等の検討材料：

高齢運転者は増加し操作ミス等による事故が多発している。対策にサポカーSが実施されている。

このような自動ブレーキ時代になると、「人為ミスでは無いため運転者の責任ではなくなり」、「PL問題になる」。そして事故の原因が探求に困る。

下記は、山崎俊一先生の締めの文言である。*3)

6. あ と が き

自動車のABS装置は、低速で発生する大きなすべり摩擦係数を利用しているのである。したがって、ABS装置を有効に活用するためには、トレッドゴムの静止摩擦係数やごく低速でのすべり摩擦係数が重要である。

理論的な解析を通して、とらえることができなかった現象も理解できるようになるので、今後の活用を期待したい。

7. まとめ

近未来においては、「現在の調査法では意味が無い。」より良い「安全・安心社会にするには改定」の時期に来ている。

次世代に相応しいすべり調査機は、「OTTO」である。

- ① 初期コストや運用コストが廉価である。
- ② 人差が小さく、だれでも真実のデータが得られる。
- ③ 得られたデータは実用的に使える。
- ④ メンテナンスや校正が簡単である。

6. 参考文献：

- * 1)：齊藤和夫,堀口敬,笠原篤,福原敏彦：舗装路面のすべり抵抗およびテクスチャー測定の国際共同実験報告：土木学会北海道支部・論文報告集,平成5年度
- * 2)：亀山修一：すべり抵抗連続測定装置の検証試験：北海道工業大学：H19年2月5日
- * 3)：山崎俊一：タイヤの μ -s特性の力学とその応用：日本ゴム協会誌
2k200415
文責：福原 敏彦