

1. はじめに

道路路面性能の「すべり指標」,今は「必要に応じて」ランクで,軽視されている。
 しかし,近未来の「高齢・自動運転時代」になれば「必修指標」になる可能性が高いと想定できる。

それは,自動車の基本機能:「①走る②曲がる③止まる」が自動化してもこの機能は,「摩擦力で決ま」り,車の自動化だけでは完成しない。

それは,動作時の力学的反力は「路面との摩擦力」の相互作用で決まるから,路面の「維持修繕管理・保全には必要不可欠」になる。

しかし,現在は殆ど実施されていない,その理由は2つ考えられる。

- ① 人の臨機応答能力による制御法を優先して問題ない「調査の必要性が低い」。
- ② 測定装置の値に整合性が低く「実用的機器が無い」。(すべり摩擦係数≡すべり抵抗力,動摩擦係数等の測定値表記)そこで,
 基本で「利用効果」が大きい「静摩擦係数 (μ)」が「走行中に測れる」測定機を開発した。報告する。

2. 維持修繕における「すべりに関する管理目標値」:維持修繕要否判断の目標値

道路維持管理要綱 / (社)日本道路協会に記述されている。(下記表 1.6 参照)

また,H25 年度版・舗装性能評価法 P-107:「すべり摩擦係数 0.25」/すべり抵抗測定車によるまた,舗装施工管理要綱/高速道路 3 社:出来形:DFTにて 0.35 又は BPNにて < 60 と同様な記述がある。

表 1.6 維持修繕要否判断の目標値

道路の種類	項目 わだち掘れおよびランベリグ (mm)	段差 (mm)		すべり 摩擦係数	縦断方向の凹凸 (mm)	ひびわれ率 (%)	ポットホール 径 (cm)
		橋	管渠				
自動車専用道路	25	20	30	0.25	8 m プロファイル 90 (Pr I) 3 m プロファイル 3.5 (σ)	20	20
交通量の多い 一般道路	30~40	30	40	0.25	3 m プロファイル 4.0~5.0 (σ)	30~40	20
交通量の少ない 一般道路	40	30	—	—	—	40~50	20

図-1 維持修繕可否判断の目標値:道路維持管理要綱 ((社)日本道路協会,S53年)

3. 現存規定及び各測定機の特徴：問題・課題について

- ① 規定では、「必要に応じ定める性能指標」と規定されてる。
- ② その測定方法は、「すべり抵抗測定車及びDFテスト」
- ③ 修繕要否判定目標値：「0.25/すべり抵抗測定車：道路維持管理要綱」
：出来形：PBN (60<)・DFT (0.35) 表記/高速道路3社
- ④ すべり抵抗車は、「大型車両で台数が少なく」運用が難しい。
- ⑤ DFテストは、「測定面が平らな場所」でないと使えない。
維持管理での測定場所：「OWP部で200mピッチ毎」
- ⑥ BPNは、昔の測定機で、安定した測定が出来なく大きな人差がでる。
- ⑦ 各測定法の間には「相関は無い。」領域が在る。^{*1)}
すべり抵抗測定車（ホイールロック式）とDFテスト（動摩擦係数）の低速（20Km/Hr）での相関は無い。相関係数：R=0.33,これ等を鑑みると、更なる低速の「静」摩擦係数 μ は「測れない可能性が高い」。

4. 測定値（ μ ）の有用性について：（「静」摩擦係数 μ は基本。）

現代においては「ABSブレーキ付き」は標準であり。このABS方式はタイヤがロックしないように制御されていて、①制動距離が「短くなる」②ハンドリングで「危険回避可能」等の特長がある。

現代の自動車やタイヤの設計は、「理論計算」と「シミュレーション」が主役になる動向がある。

下記はその例^{*2)}：タイヤの $\mu-s$ 特性の力学とその応用

本論では、これまでの理論を応用したタイヤの $\mu-s$ 特性に関する力学について述べ、タイヤの力学的解析によってタイヤの $\mu-s$ 特性がABS自動車の制動距離に及ぼす影響について解説する。

$\mu-s$ 特性図に此処の「測定装置の位置」と「必要（ABSブレーキ）箇所」を追記すると下図-7のようになる。（スリップ比は速度に無関係）

今のブレーキSystemは、殆どがABS方式である。

この方式で活用する「指標は静摩擦係数 μ 」であり、理論計算やシミュレーションで対策や原因探求に有用である。

サポカー対策や自動運転の実用化までに準備を進める必要性は高い。

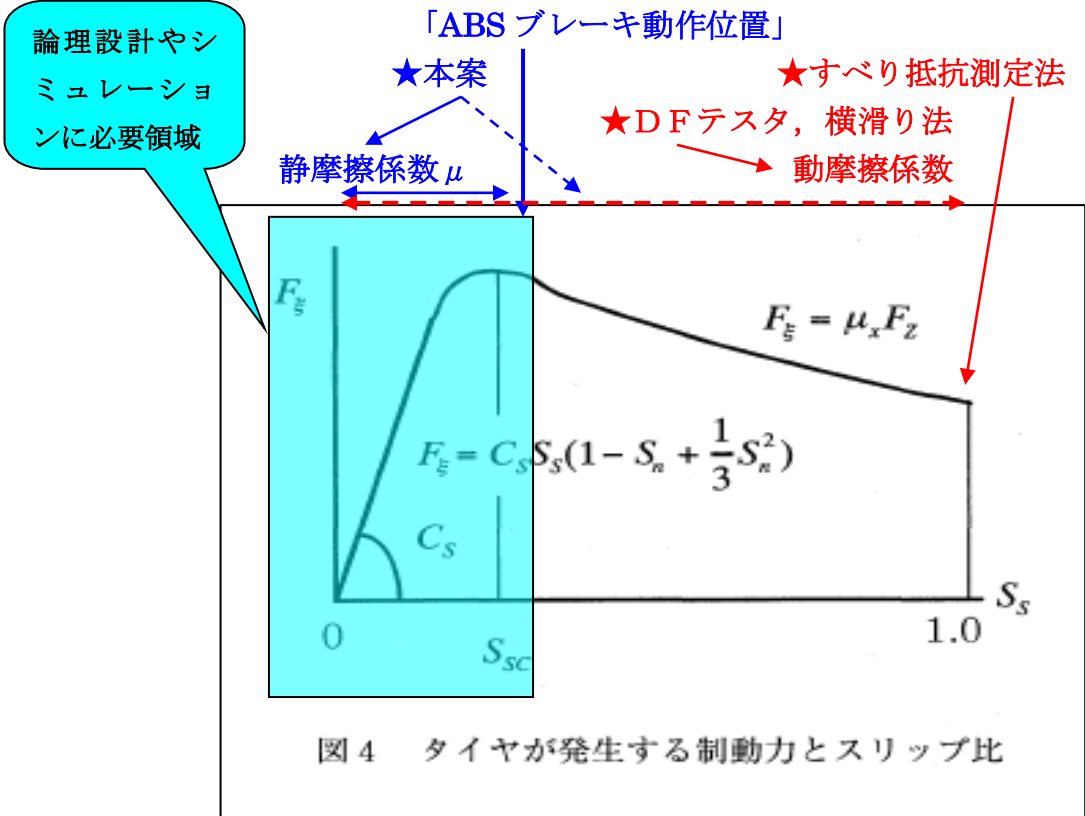


図-2 スリップ率と制動力の関係 *2)

5. 新しい測定機：

現存測定機の「問題・課題点」をサイド・ホース型の一部改良する事で改善した。ポイントは「自己生成摩擦力」と「すべり検出」に在る。

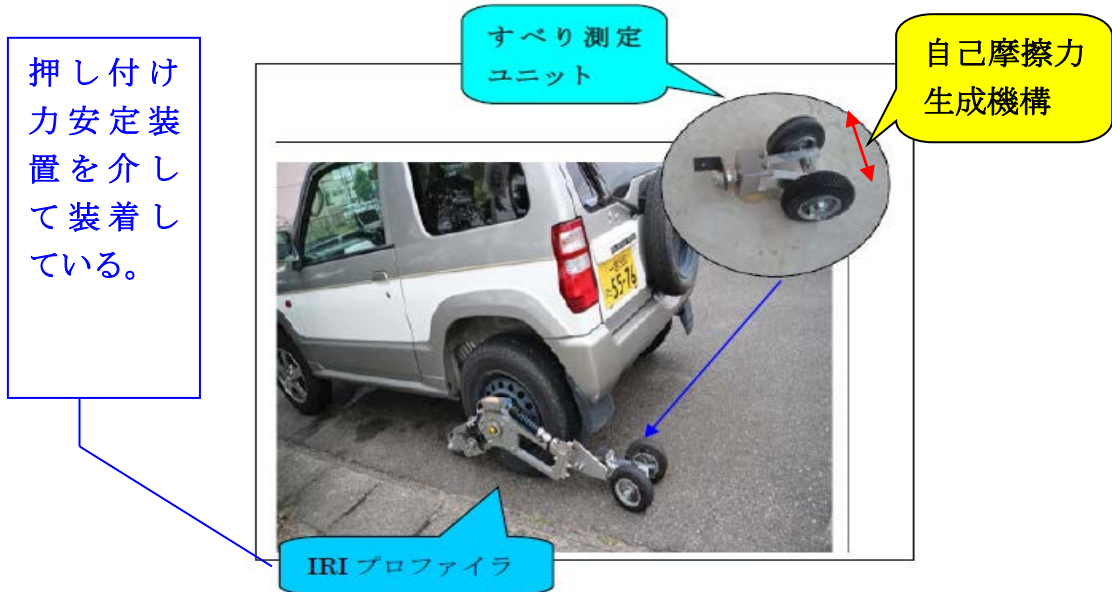


図-3 測定ユニットの装着状況

近未来のニーズは「静摩擦係数： μ 」である。「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摩擦が「必要不可欠」になる。それが可能な本案装置の特長を下記する。

5.1 本開発案の特長：

- (1) 測定値の特長：今後の課題対策に使えるデータ（現存機は不可）*1)
- ⑥ 一般走行で「摩擦係数 μ （静）」が測れる。既存装置は「摩擦抵抗」
活用例：ア：現状ブレーキと好整合 イ：カーブ部の安全性対策等
- ⑦ 点の測定⇒点裂の測定（測線に沿った）が出来る。約0.5&0.2mピッチ
活用例：ア：サポカー対応の路面整備 イ：自動運転のサポート
- ⑧ わだち部（OWP）の測定が可能で実状の則す
ポイント：維持管理では必須な位置で在る
- (2) 装置（ハード）の特長：シンプル・廉価・高耐久性・省エネ
- ⑨ 小型で高性能が持続可能な機構・構造
：測定輪の磨耗が均一長持ちする
- ⑩ 小型車両の軽四輪にも装着可能で経済的（初期・運用）
：運用が簡単・一般車両走行に混じり測定が可能で交通規制不要
- ⑪ 校正が簡単・精度・確度が高い。（クーロンの法則活用）
：バネ計り一つで簡単に校正が出来る。
- ⑫ 多用途に使える。
：オプションにより高速・低速 OTTO 型に変更可能

5.2 本装置での管理目標値の推計：

維持修繕可否判断の目標値：0.25／すべり測定車で60Km/Hr

- ① DF テスタ値：A (DF) = $0.787 * 0.25 + 0.101$ ・・・回帰式1（図3.12）
- ② SKID 値：B (SKID) = $0.7575 * A(DF) - 0.1212$ ・・・回帰式2（図-7）
- ③ SKID 値 = 0.104 ・・・??

「考察」：

DF テスタ \propto SKID の回帰式がおかしい。

「理由」：

DF テスタの試験法は高速回転するディスクを路面に落下させ、路面側に付く試験片のすべり抵抗力を測る手法である。速度低下して静止する時の試験片面は温度が高くなり粘性が増して値が大きくなる事が想定される。

5. 参考文献：

* 1) : 舗装性能評価法 (H25 年度版) : 公益社団法人 日本道路協会 : P122, DF
 テスタとすべり抵抗測定車による測定値の相関

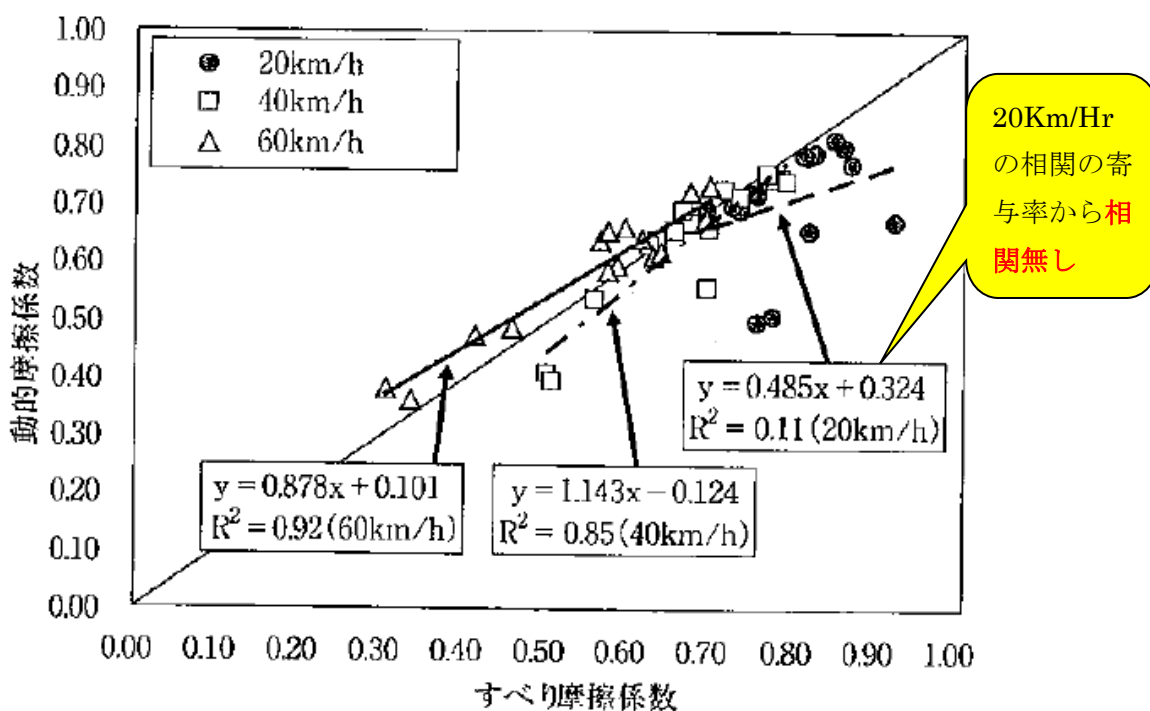
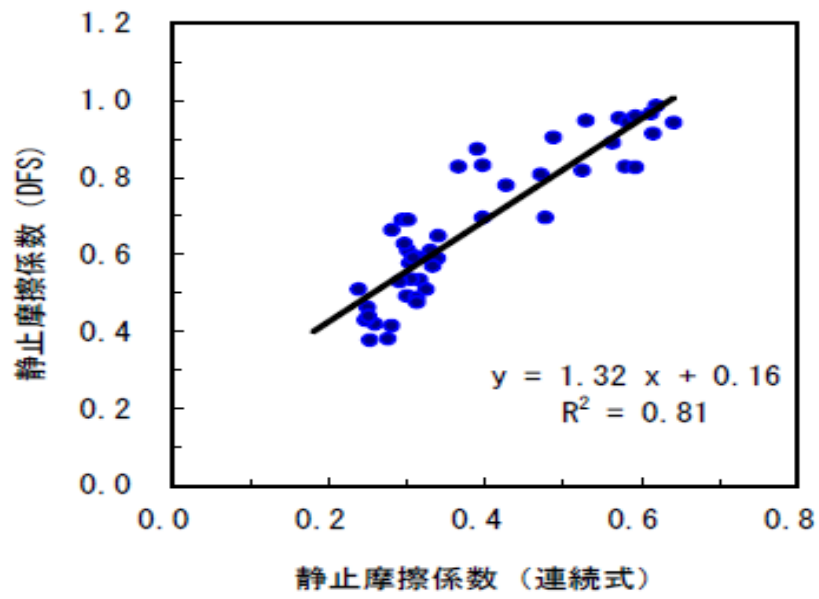


図- 3.12 DF テスタによる動的摩擦係数とすべり抵抗測定車によるすべり摩擦係数の相関⁵⁾ (一部修正)

* 2) : 山崎俊一: タイヤの $\mu - S$ 特性の力学とその応用: 日本ゴム協会誌, 特集・安全に関するタイヤ技術, 第 74 巻, 第 4 号, 2001

* 3) : 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,
 平成 19 年 2 月 5 日



図一7 連続式と DFS の関係 ($h=100\text{cm}$)

2k200215

文責 福原 敏彦