

1. はじめに

自動運転が劇的に展開するが、車の「基本機能①走る②曲がる③止まる」を支える路面性能状況の整備は十分であろうか？

これ等の基本機能に大きな影響を与えるのが①路面の摩擦係数②わだち部の横断形状である。現状の自動運転では**事故（曲がらない・止まらない）**や**「歩道への突っ込み」**は自動運転の普及に伴い増加する可能性がある。

安全・安心な路面の維持管理は抜本的な改革が必要な時期が来ている。

例えば、①世間を騒がしてる高齢者運転の事故問題である、政府も緊急政策の検討・施行（安全装置の自動ブレーキ機能付加）しているが、事故対策効果は小さく如何に自動車を知能化しても**「相対的現象は解決しない」**。

②歩道への突っ込み事故はわだち掘れ量が大きくなるとセルフ・アライニング機構の逆作用とデフ機構の作用で**「自動車自身が自動操舵し」**,わだち部からレーン OUT して歩道に向かう想定外の動きによる事故である。

また、自転車が軽車両扱いに道交法が改定され、わだち部近傍の形状管理は今後は必須になる。

近未来の路面性能管理は**「時代に応じて変わる」**事が肝要である。

2. 現状の性能調査と近未来に必須な路面性能：

時代に相応しい調査項目が好い。**「安全・安心重視」**の調査項目纏めを図-1に示す。

| 現在の調査項目：旧態 | | 近未来における調査項目：軽車両・高齢・自動運転 | |
|------------|--|-------------------------|---|
| 舗装の点検要領 | ①クラック（率） ②わだち掘れ量 ③IRI | × △ ◎ | 必須調査項目・路面性能・軽車両保護 |
| | 理由：△×に限定 ① 経験則の伝承・難 ②OWP 近傍形状大事 ③路面性能で目視× | | |
| | | | ①すべり：安全対策（自動運転の保証） ②サイドプロファイル：軽車両保護 ③IRI：路面性能・舗装の健全度は重要 ④路面画像：評価の継続性等（AI・Cr） |
| | | | 理由：わだち部調査が安全・安心保証 ①自動ブレーキ・自動操舵を支える ②軽車両走行線確保・レーン OUT 防止 ③路面性能・舗装の健全度予測の可能 |

図-1 現在・近未来の調査法の比較

3. 次世代の調査手法について（近未来調査法）

道路建設においては性能規定に随うよう平成 13 年度に決まっているが、維持管理は旧態依然で「道路の基本機能と性能」からの見直しが必要であると思う。

まずは：①何の為の道路か？②重要度の序列は正しいか？③管理データは正しく使われ、その管理効果は正しく評価されているか？等を検討・見直した結果を図-1 に示す。

3.1 具体的手法

(1) 「滑らず・平坦な」路面性能調査法

平坦度調査用（IRI プロファイラ）は路面に接地する 2 個の小径タイヤ（測定子）が測定車両の後輪軸から前後にタンデム配列した構造であり、その後側の測定子を「すべり測定」に兼用する。^{*1)}

その計測装置を次に示す。^{*2)}

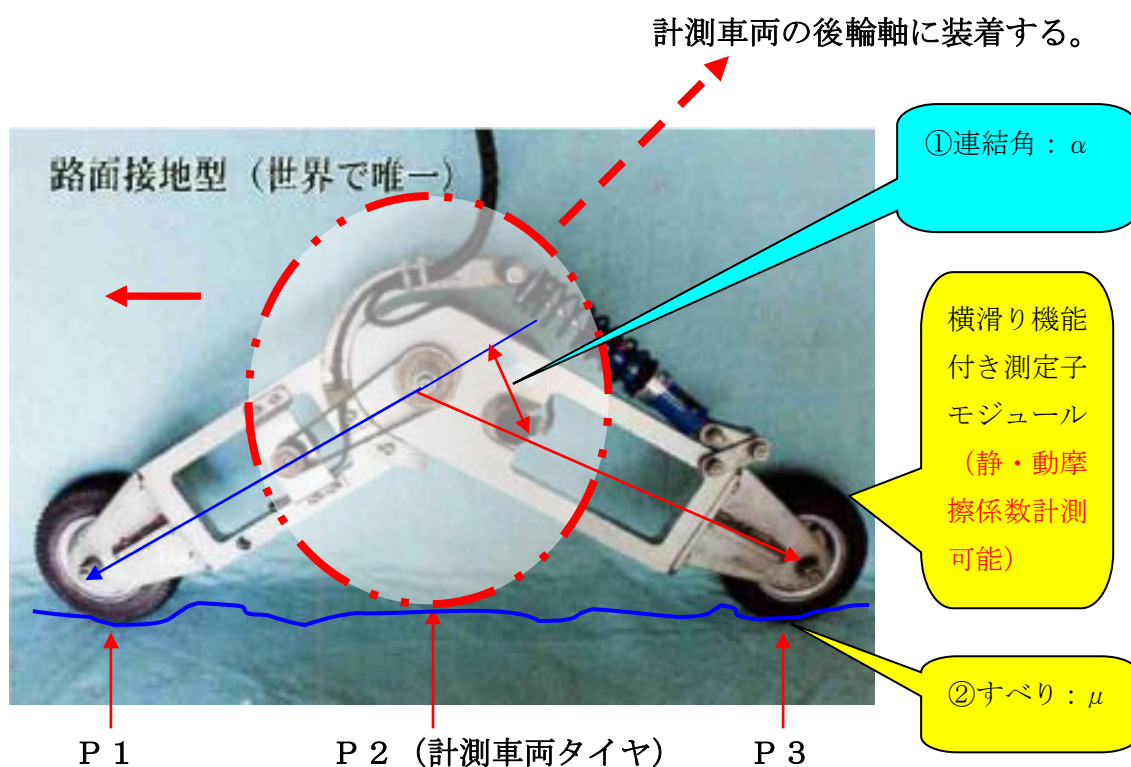


図-2 IRIプロファイラー+すべり構想図

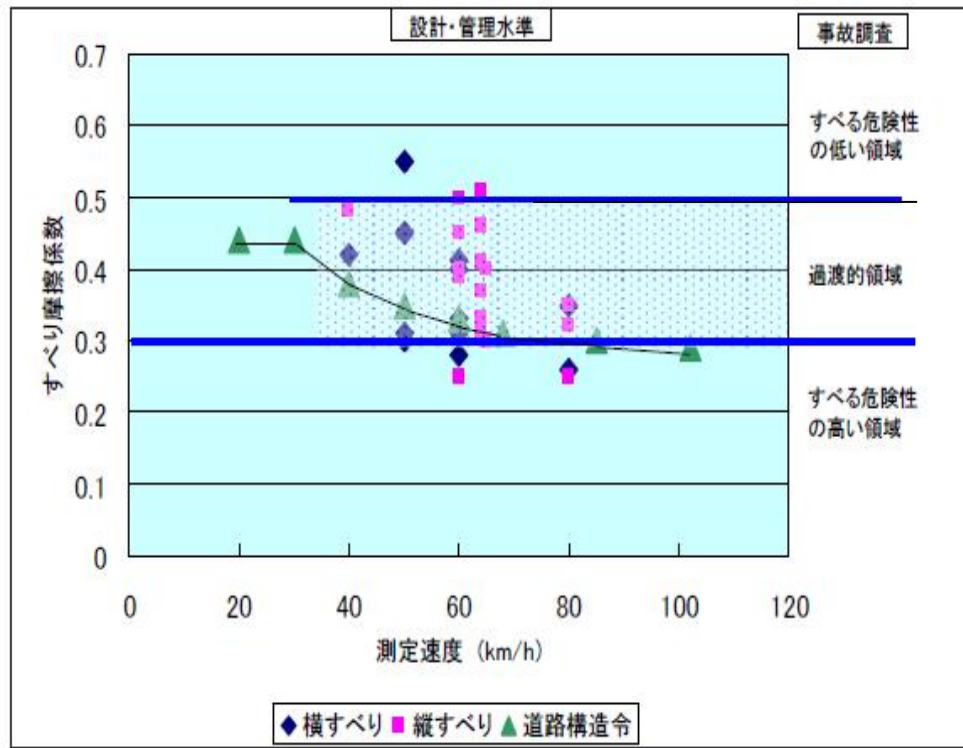
「すべり測定機」は新に開発する。(モックアップにて検出検証中)

従来の横すべり (Side Force タイプ) を改良する形で走行中に静・動摩擦係数が測定できることを特長にするすべり測定機である。

改良点：摩擦力検出のロードセルを弾性バネに変更し、信号処理にて分離。

(2) すべりの基準原資

すべりの管理基準はない。(維持管理において)



(3) サイド・プロファイラ (OWP 近傍の横断形状)

わだち部の塑性変形で現れる凸形状を自転車の走破性が悪く回避する事が多く「車両との接触事故」が懸念される。近未来ではわだち掘れ量よりは、凸凹状態の把握が必要である。そこで、OWP 近傍の形状測定装置が考えられる。

(4) その他：舗装の構造的健全度予測について：

今までは、重錘を路面に落下させて路面のたわみ計測から舗装の強度を推定する FWD が使われていたが、測定時に交通規制が必要で課題になっていた。そこで、載荷重の累積で変形する「路面の凹凸状態」から強度推計する方法を見出した。49 kN 等価負荷でのたわみ量が判れば FWD 予測と同じ解析が出来る。

1 度の IRI 調査から舗装の構造的健全度予測が可能である。その概念を図-3 に示す。

①路面の荒れ程度と E の関係を
右に示す。

E が判る路床の支持力も判る。
他にも,FWD 解析は活用可能。

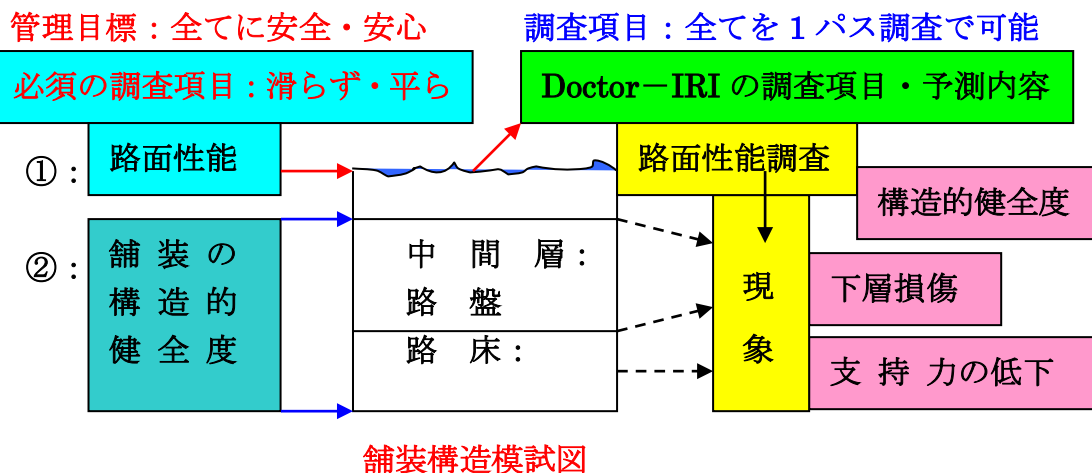
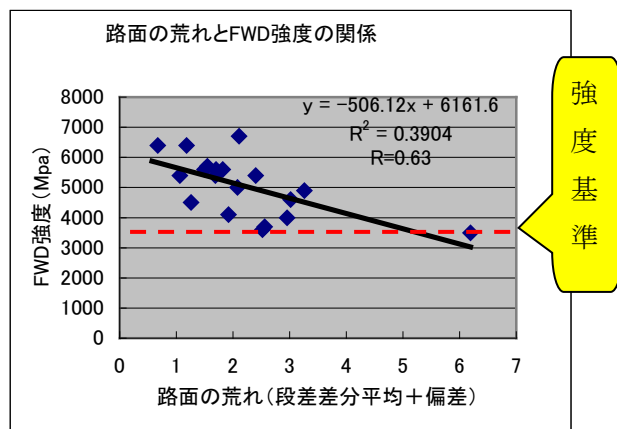


図-3 1パス調査法の概念図

4. すべりに関する参考資料編

昭和58年からすべり測定機の開発をしている。

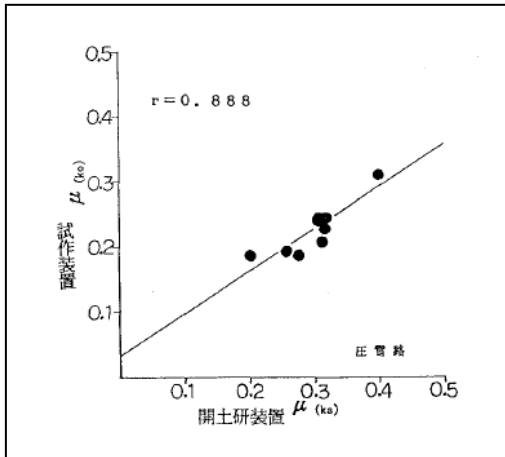
- *1) と*2) は車道すべりである。
- *3) は歩道のすべり測定機 (呼称：OTTO)

* 1) : 斉藤和夫他 3 名 : 測定輪差動方式による路面のすべり抵抗測定車の開発 : 土木学会北海道支部論文報告集

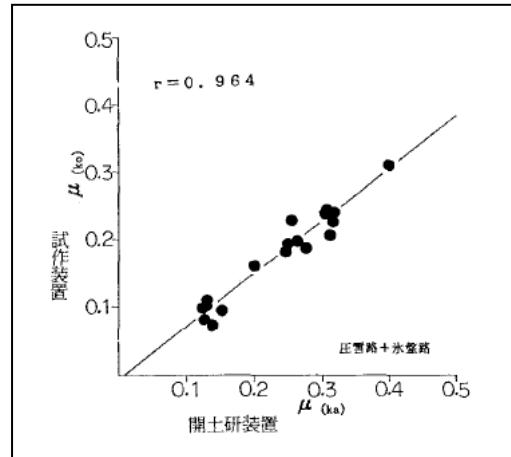
「概要」: 福原等が開発した測定機と北海道開発局の測定機の比較検証

開発局測定機は「縦すべり」∞連続式で「 $k = 0.888 \sim 0.964$ と高い相関」が獲られた。

「根拠の一例」 $r=0.888$



$r=0.964$



* 2) : 齊藤和夫他 3 名 : 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書 : 土木学会北海道支部論文報告集

「概要」 : 牽引車両のトラック・測定機を持ち込み、「世界の測定車」との比較検証を行なった。どのベルギーサイトで「他の測定機全体の平均値に近い値」が出た。相関係数 : 0.8 以上と高い。特に「Side Force 方式との相関は 0.92 と高い」。

「根拠の一例」 :

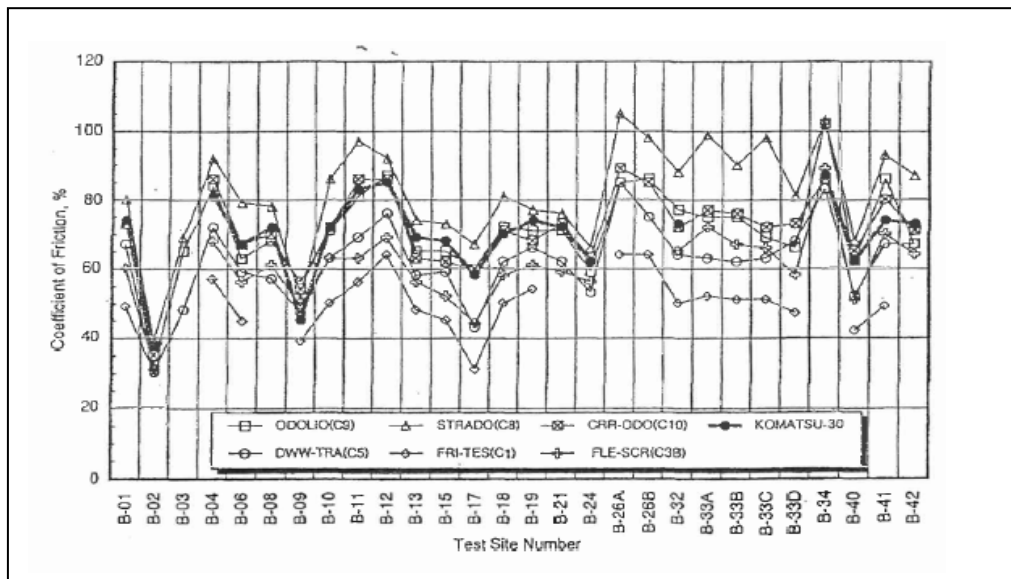


図-3 ベルギーにおけるすべり摩擦係数の測定

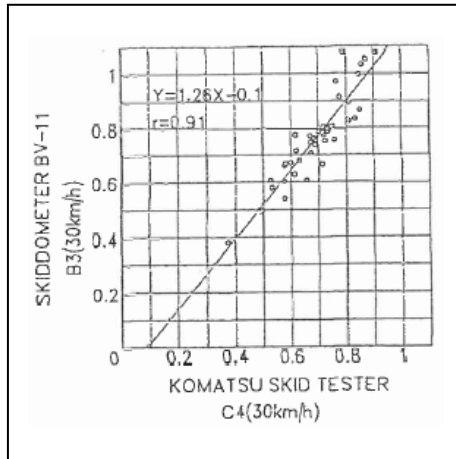


図-4 Side Force 型

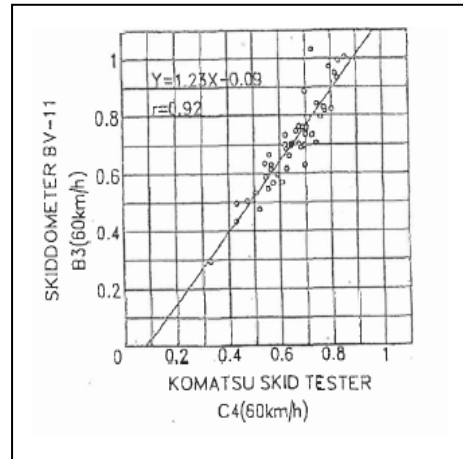


図-5 Side Force 型

*3) : 亀山修一 : すべり抵抗連続測定装置の検証実験 :

「概要」 : 歩道用 OTTO ∝ 「BPN・DF テスター」 の比較検証。

- (1) DF テスターとは、「 $k=0.9$ 以上の高い相関」がある。
- (2) BPN とは、「 $k=0.85$ と高い相関」がある。

(1) 静摩擦係数が測れる。(信号処理で検出する。)

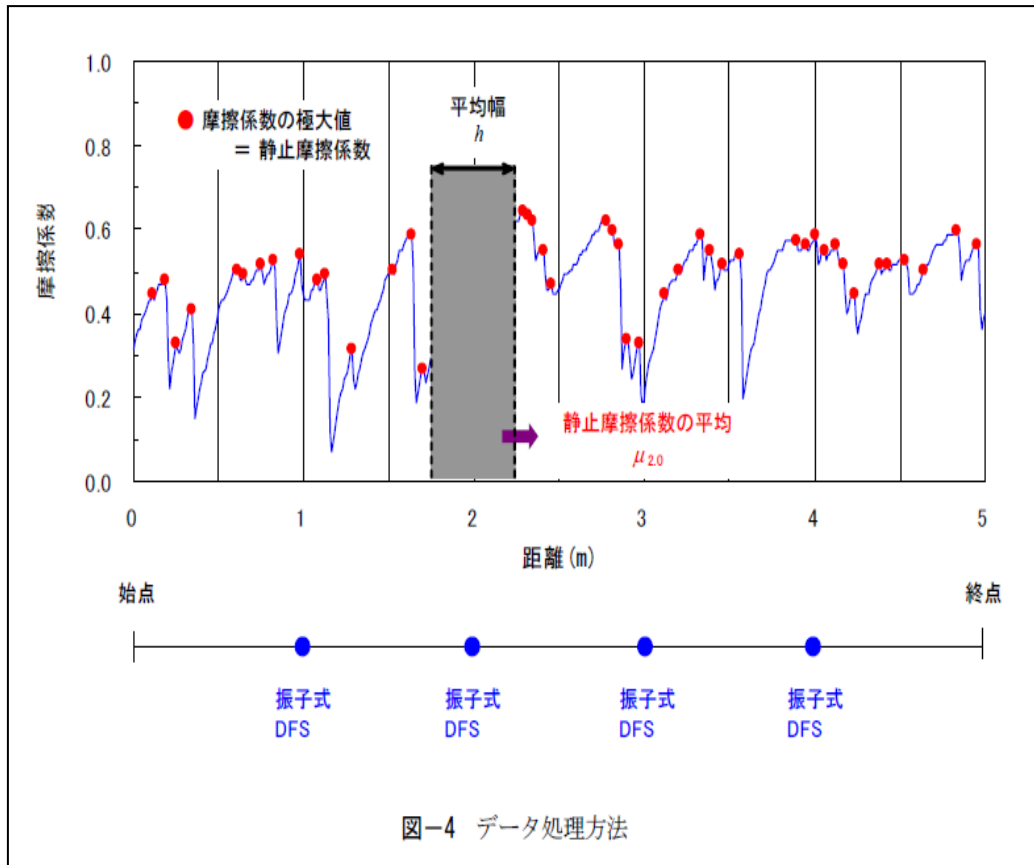


図-4 データ処理方法

(2) BPN・DF テスタとの比較検証：

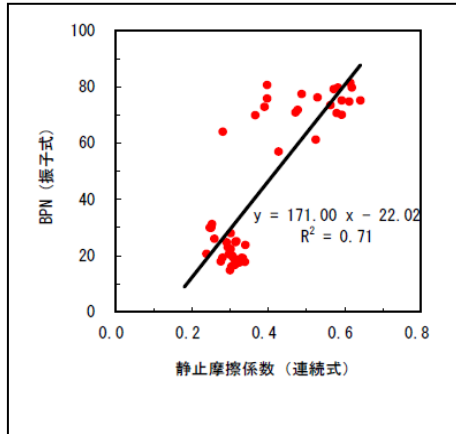


図-6 BPN との相関

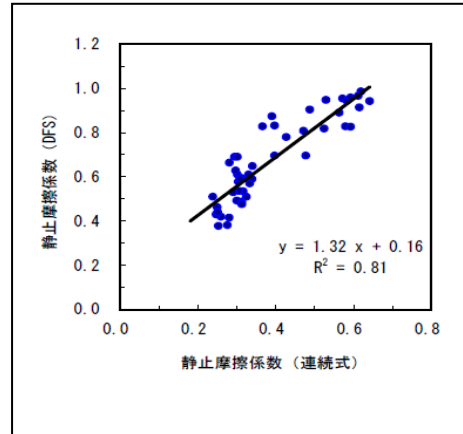


図-7 DF テスターとの相関

5. 参考資料：1 パス調査法（呼称：Doctor-IRI）

1 パスで「①必要路面性能（滑らず・平らな）」と「②舗装の構造的健全度」が判る「他に類の無い斬新的経済効果が大きい」調査手法である。

「管理基準」

①：路面性能：滑らず⇒摩擦係数： $0.25\mu <$ 以上。（必須項目だが基準値無）
：平らさ⇒IRI： $3.5\text{mm/m} >$ 以下（各 NEXCO）

②：「舗装の点検要領」の健全度診断の基準値

健全度：IRI⇒健全 $< 3\text{mm/m} <$ 表層機能保持段階 $< 8\text{mm/m} <$ 修繕段階

：クラック率⇒健全 $< 20\% <$ 表層機能保持段階 $< 40\% <$ 修繕段階

：わだち掘れ量⇒健全 $< 20\text{mm} <$ 表層機能保持段階 $< 40\text{mm} <$ 修繕段階

注）：IRI 世界基準,他は日本独自の基準で根拠が乏しい。

1. Doctor-IRI の性能：「1 パスで健全度判定」できる。

(1) 路面性能

① 査速度：「0~80Km/Hr」。

② 不確かさ：「0.05mm/m 以上」。(全データの 65%が±0.05 以内。)

(2) 環境保全：交通振動規制

① 発生交通振動予測：

路面の凹凸が大きくなると車両励起による振動が発生して沿道住民の生活環境が悪化する。その規制が市町村でスタートしてる。

② 規制値 = 「65db (a) > 以下」に路面維持管理をする。

(3) 舗装の構造的健全度：

① 「IRI 調査のみで健全度が判る」。

ア：「ヤング率」 イ：「路床 CBR」 ウ：「損傷の有無」 エ：「残存 Ta」

(4) 点検要領を準拠するオプション：「AI 活用クラック・飛長型わだち」

2k190621

文責： 福原 敏彦