

道路の平坦性、衝撃箇所測定の実則と各方法の評価

(株)アクト・ファクトリー フェロー会員 ○山本 武夫

1. 目的

平坦な、衝撃箇所が無い安全安心快適な道路は道路管理者の義務である。第1段階としては個人の主観的体感で測定評価する。これは正しいが個人差があり、記録性が無い。そこで計器を使用する客観的測定が提案されるが、これが多種多様で管理者は困惑し、結果としてどの水準の道路が不明な現況である。この問題を解決するには基本となる「体感を測定する原則」を定め、各種手法の考え方や測定結果が原則に合っているかで判断する必要がある。従来の方は原則無しに一気に各論に飛んでいた。本論は原則を確認し、各論を論じる。

2. 体感測定の原則

平坦性も衝撃箇所も個人の主観的体感で測定評価する。主観的評価を客観的評価にするには36人以上の有資格の運転手の主観的評価を平均する(ASTM-E1927 による)。体感とは体に加わる力による体のひずみを感じることであり、普通は体に加わる力Fを体の質量Mで除した加速度 $\alpha = F/M$ で考える。力学的に表現すると人の平均体重を60kgとすると、60kgの錘に加わる力(加速度)(以下W60)を測定することにより、体感を測定できる。これが基本であり体感測定の原則である。クォーターカーに人が乗っている力学モデルを図-1に示した。このモデルは人体と車体、

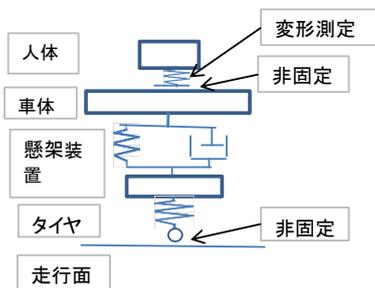


図-1 非固定モデル

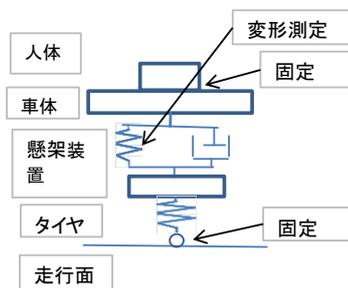


図-2 固定モデル (IRI)

走行面とタイヤは非固定であり、力学計算は出来ないが、ばねの変形(力)測定により平坦性衝撃箇所測定ができる。人体と車体は固定、タイヤと走行面は固定のモデルを図-2に示した。これは力学計算ができIRIのモデルである。平坦性は力学計算できる(IRI)が、衝撃箇所は力学計算ができないというのが現状である。

3. 衝撃箇所の測定

衝撃箇所測定した結果を図-3に乗用車助手席とトラック荷台のW60によるDsの比較を(Ds衝撃度は20m区間の最大加速度で単位は無し)、図-4に乗用車荷台上のW60と加速度計加速度の比較を、図-5に荷台上のW60とダッシュボード上の加速度計の比較を示した。いずれも相関は無い。そこでW60から求めたDs、加速度計から求めたDsのどちらが正しいかを検討すると体感測定の原則に立ち返りW60から求めた値が正しいことになる。知りたいことがトラックの荷台でも乗用車の助手席でも体感の原則に則り正しく測定できるのはW60しかない現状である。

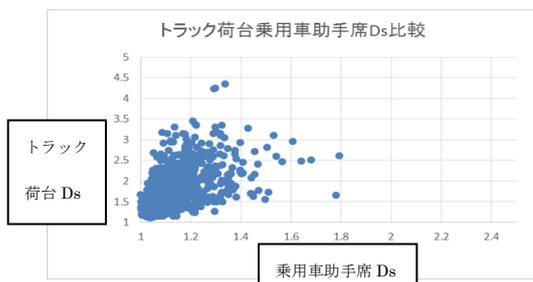


図-3 乗用車とトラックのDs

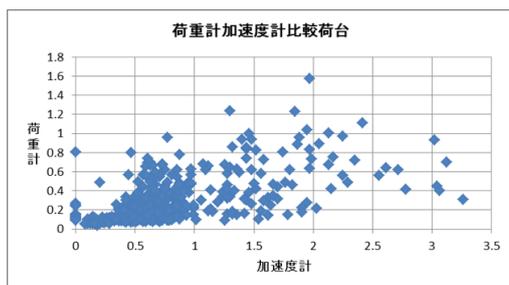


図-4 W60と加速度計加速度(荷台)

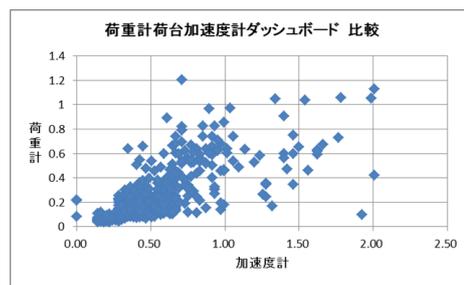


図-5 W60と加速度計加速度(ダッシュボード)

キーワード 平坦性、衝撃箇所、加速度、IRI、Ds

連絡先 〒340-0807 埼玉県八潮市新町184-2 (株)アクト・ファクトリー東京支店 TEL 048-969-4408

4. 平坦性の測定 –IRI の原則

平坦性の測定はW60でも可能であるが、通常縦断凹凸から計算するIRIを使用する。IRIはサスペンションの変形(車体に加わる力;加速度)が人体に加わる力:加速度と相関があるとあり、体感測定の原則に適合している。米国では平坦性の測定は国の戦略的事項として、全国600万kmの道路の現況を把握するために、Highway Performance Monitoring System(HPMS)を構築し、舗装の効率的解析、国土開発の便益分析をするためにLong Term Pavement Performance program(LTPPP)を20年計画で実施し、毎年わだち部の縦断凹凸を慣性プロファイラーで測定している。IRIは1986年世界銀行が公表したが、米国ではその後20年間の調査解析を経て、その成果を新IRIとして上記HPMS(2016年)で定義した。現在IRIと言えば新IRIであることを原則とする。

5. IRI と日本の IRI 測定方法の比較

新IRIを公表後日本で公表されたIRIの説明を表.1に示した。世銀1986からHPMS2016への主な変更は①測定方法を精度、再現性から慣性プロファイラーに統一し、②クラス4を無くし、PSR(Present Serviceability Rating、AASHTO道路試験とは異なる)にし、③Localized Roughnessの規定を明示した。日本の舗装点検要領(国土交通省国道・防災課2017年)、舗装調査・試験方法便覧s-032(日本道路協会2019年)にIRIの説明があるがこれらはIRIでは無く古い世銀の仕様の様である。要領ではIRIが目視によるとなっているが、IRIではこれはPSRに相当する。前IRIのクラス4は路面状態が記述してあり客観的であるが、要領では管理者が修繕の可否を判断しIRIを決める(日本道路協会舗装必携2017年)とあり主観的である。日本独自である。更に記述内容がPSRと違っており日本独自であり、PSRでもない。IRIの定義について、IRIは「サスペンションの変形」と定義している。s-032では「車の変位」となっている。この定義が車体の加速度計やスマホによる平坦性測定と言ったIRIの原則に反することになっている可能性がある。

表.1 IRIと要領、便覧のIRI説明との比較

項目	機関	世界銀行ガイドライン	HPMS マニュアル	舗装点検要領	舗装調査便覧s032
公表時期		1986年	2016年	2017年	2019年
定義		サスペンションの変形	サスペンションの変形	無し	車体の変位
測定方法		クラス1~4	慣性プロファイラー	目視	クラス1~4
測定位置		わだち部	左右わだち部平均	無し	中心より左1m
目視体感		クラス4	PSI	クラス4では無い	クラス4以外
校正済み応答型		クラス3	不正確、再現性が無い 除外	必要な器具使用	加速度計、スマホ
測定区間		0.2マイル	0.1マイル	10m	延長を短くできる
Localized Roughness		無し	3.175mm/3m以上	無し	無し

5. 結論

- ①平坦性、衝撃箇所ともW60により、体感測定の原則に適合した測定ができる。
 - ②IRIはHPMSが原則である。道路の平坦性で道路の便益、費用計画、補修時期と寿命などを調査解析する時は、HPMS、LTPPPと合わせ高精度のIRIを必要とする。重要流通道路3.5万kmにはこの体系が必要である。
 - ③台帳レベルの道路管理ではIRIは投資費用分の効果が期待できない可能性があるため不要である。このような道路ではW60のDsによる管理で十分である。それでもPSRよりは客観的定量的である。
 - ④W60又はIRIの測定値の評価基準は当面36人以上の利用者の評価によるといったASTMに準拠する。
 - ⑤要領及び便覧のIRIはIRIの原則に適合していない。修正の必要がある。損傷箇所を工事する台帳レベルから、平坦性衝撃箇所情報から走行品質を測定し、道路の国家的便益を解析し、舗装の補修時期と寿命の関係を分析し補修費用の減額を図る米国並みのレベルに向上すべきである。
- 以上

参考文献

- Highway Performance Monitoring System Field Manual: FHWA, Dec. 2016.
- Long-Term Pavement Performance Program Manual for Profile Measurements and Processing: FHWA, Nov.2008.
- Michael W Sayers, Guidelines for Conducting and Calibrating Road Roughness Measurements: World Bank Technical Paper No.46,1986.
- Standard Guide for Conducting Subjective Pavement Ride Quality Ratings: ASTM E1927 - 98 (Reapproved 2012)
- Measuring and Specifying Pavement Smoothness: Tech FHWA-HIF-16-, jun. 2016