

1. はじめに

昭和 60 年から続いた **MCI**（：舗装維持管理指数）は、平成 29 年度の「舗装の点検要領」が発行されて、①**新しい指標（IRI）**と②**舗装の構造的健全度**に重きを置いた形に改定がされた。（持論：①**滑らず・平らな路面性能**・②**舗装の構造的健全度予測が大事**）

この IRI は、1986 年にアメリカの世界銀行が開発した新しい指標であり、USA において其れまでの平坦度は、実車のサスペンションの動きを測る方法の為に各計測車両の特性やサスの経年老化が重畳して問題が多く、課題になり改良が必要になった為である。

新しい方法は、「自由縦断形状取得」、その形状による「仮想車両(QC)の上下Σ変化量を走行距離で除して」仮想算出する進化した方法で、世界の各国が採用している。

特長は、縦断形状の取得方法でレベルが決まる、(高い←精度→低い) (S032T: レベル: 1 水準, 2 ディプスティック・3 プロファイラ・4 旧応答型・4 目視) に分類される。

レベル 1: **高精度だが**路上作業が伴い**危険&時間**がかかる。

2: **高精度～低精度**で、選択肢が多いが、「**不確かさ**」が採用ポイントになる

3: 殆ど日本には**存在しない**。

4: 形状変化の**見極めが難しい**・**補修跡等で誤差**が大きい。**実用にならない**。

S032T では、レベル 1・2 のプロファイラから QC モデルの応答シミュレーションを使い IRI を算出する方法であるが、レベル 2 のプロファイラには、多種あり中には、改良前の課題が残存するモノも存在していて、**IRI 展開を阻害する可能性が危惧される**。

2. 具体的測定機種とその問題点の詳細:

(レベル 1): **路上作業の危険性と作業効率が悪く非実用**。(測定効率の悪さ・精度)

① 水準測量: **測定分解能≒0.1～0.5mm**

② **測定効率≒2 時間/100m(マーキング含む)** (実測値ではない。)

③ **交通規制が必要**

(レベル 2): 各種プロファイラ: ↓: **短所** ↓: **特長 (長所)**

① **スマホ型**: スマホ内臓・加速度計を「**バネ上**」に取り付ける**新しい方式**
旧型課題・**取り付け感度**・**積分誤差**,**即時性が高い**。設置価格安い。

② **加速度型**: 単独の加速度計を「**バネ下**」に取り付ける方式^{*1)}
積分誤差で精度低い,**一定速度**。**即時性が高い**。設置価格中程度。

③ **接触型**: **小型タイヤを接地させる三角測量 (逐次 2 角法)**・**速度 0<で可能** ^{*1)}
設置価格高い。**高精度「不確かさ」**・**原資の活用 (構造的健全度予測)**。

レベル 2 は対象機種が多く選択肢が多く、用途の沿った選定が出来るが、用途に合わない場合は、**ゴミの山になる**。・・・これで新しい IRI に改良された経緯がある。

(レベル3) : 旧 IRI の応答型 : **日本での普及は少ないが 1920 年頃からの長い歴史**

実車のサスペンションの変化量を測る方法で,この調査結果と現場技術者の考えが良く一致していたが,測定車両の特性や経年老化が**悪影響を及ぼして画一化が難しい**。

(レベル4) : 縦断形状の変化量から求める IRI は**目視では難しいのは,摂理といえる**。

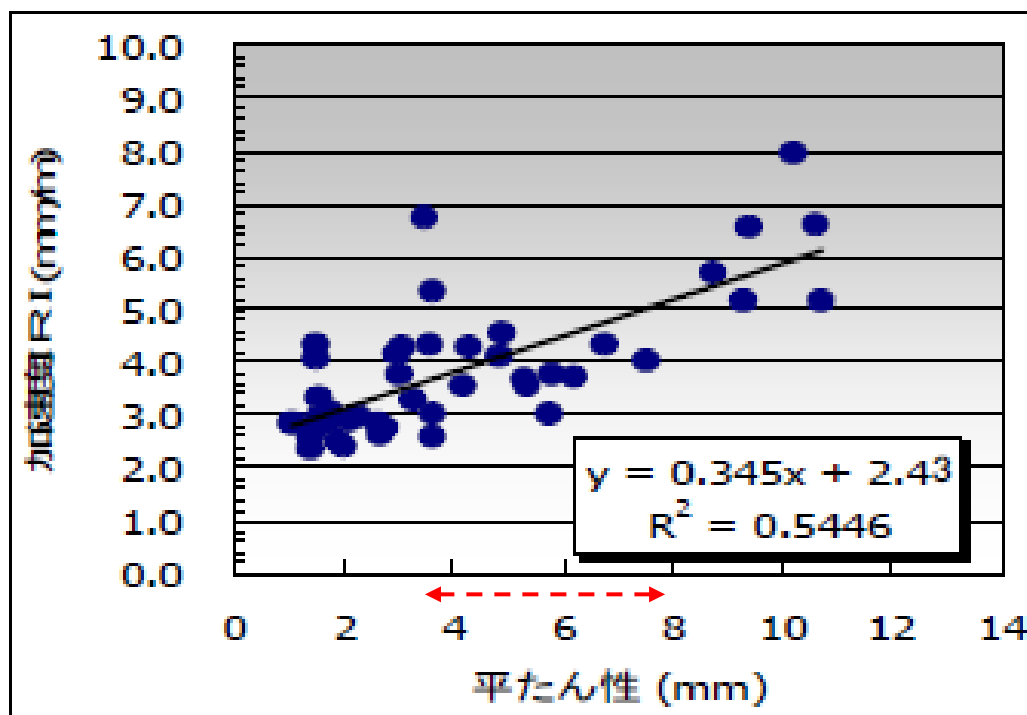
人の目の解像力からして難しいのは,摂理である。プロファイル変化量が解っても QC モデルの応答シミュレーションは,無理である。**視覚概念は,舗装の修繕跡や景観にごまかされて,正しい評価にならない**。

3. レベル2の各装置の精度に付いて :

現在の「舗装の点検要領」にて規定化されているが,施行されていない。諸般の事情があると思われるが,近年には性能確認試験等 (土木研究センター主催) で認定・運用に移行が想定できる。

(1) 加速度計からの IRI 測定結果と平坦性の関係について

加速度計はサスペンションのバネ下に取り付けられ,タイヤの歪み分が加わる最小の影響が及ぶ**一般的な方法**であるが,走行速度の加・減速の**分力 (縦方向)** が顕れるから運用では,精度低下が起きる。**一定速度運用が良く,時速≒40Km<が好ましい**。
下図-1に相関図を示す。*1) **相関係数 $k \simeq 0.74$**

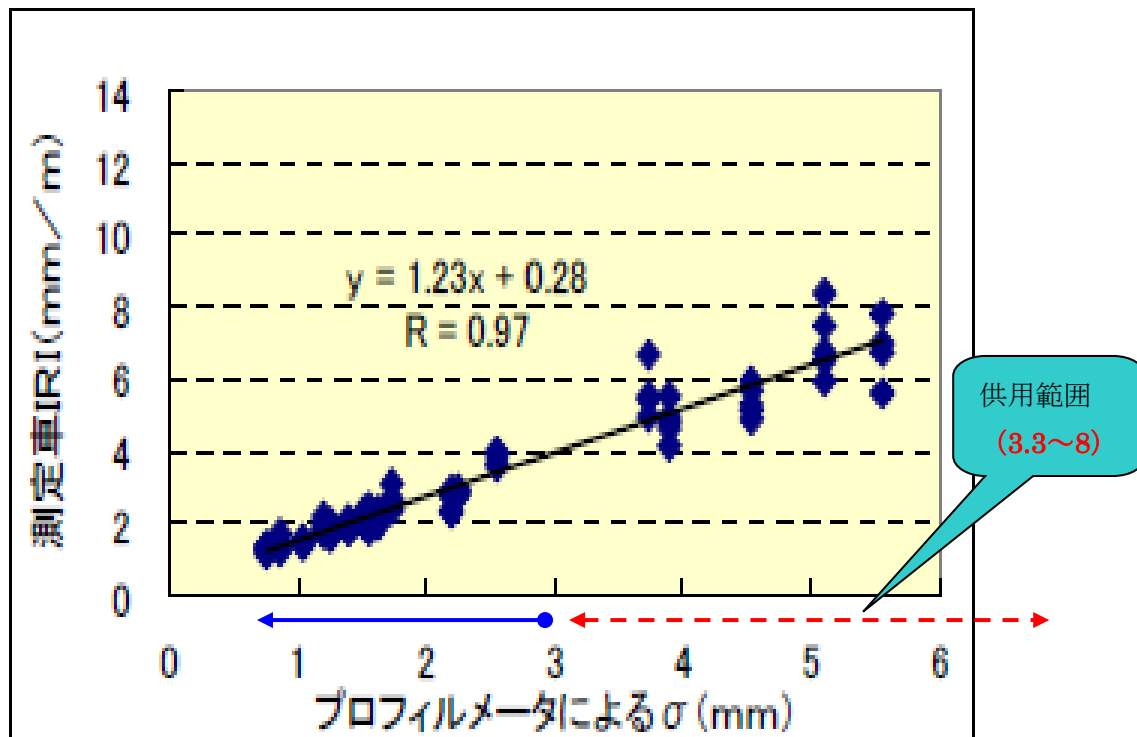


~~図-23 加速度の IRI と平坦性 (3mσ) の関係~~

図-1 加速センサー型による IRI と平坦性の関係

(2) 測定車による IRI 測定値と平坦性の関係 (高い相関がある。)

接触型 (逐次 2 角法) で取得したプロファイルから IRI を算出した値と従来 3m プロファイラから算出した σ (3m) を比較した。下記・図-2 に示す。*1) $k \div 0.98$



~~図-25 路面性状測定車の IRI と平坦性 (3m σ) の関係~~

図-2 接地型のプロファイラからの IRI 算出値と平坦性の関係

(3) 基準の平坦性と水準測量 IRI の関係を下図に示す。*1)

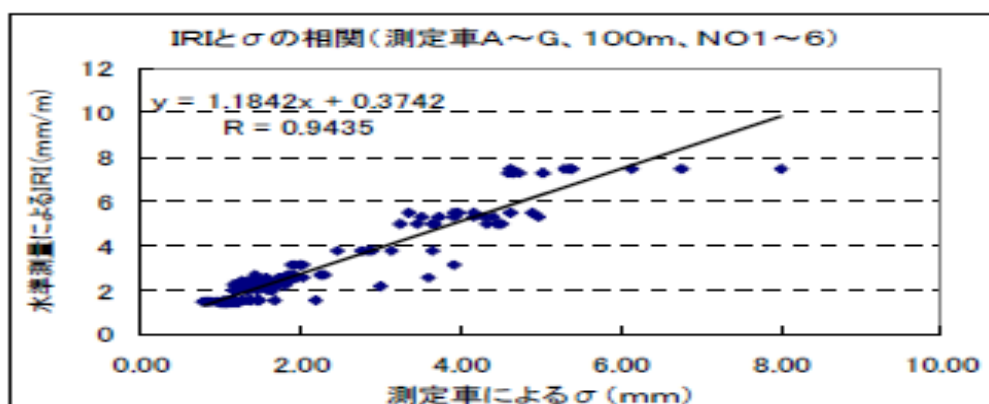


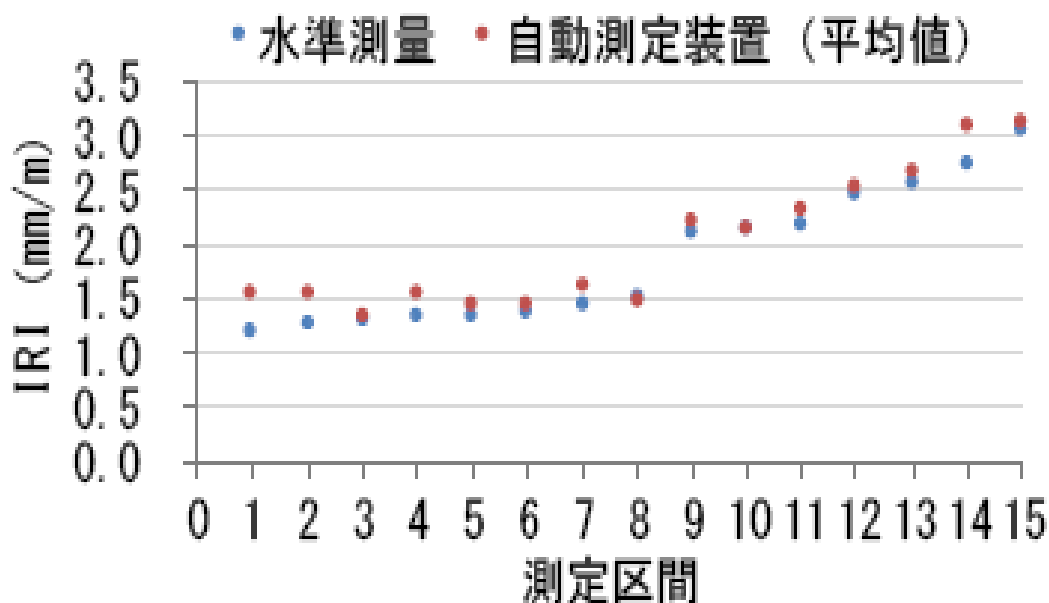
図-24 水準測量の IRI と平坦性 (3m σ) の関

4. H26年度～R1年度までの現存 IRI 調査結果の現状：*2)

土木研究センター主催：路面性状車両の精度確認試験時の各社 IRI 調査結果と水準測量 IRI に付いて、第 34 回日本道路会議口頭論文で開示された、考察を記述する。

(1) 測定区間における IRI の比較

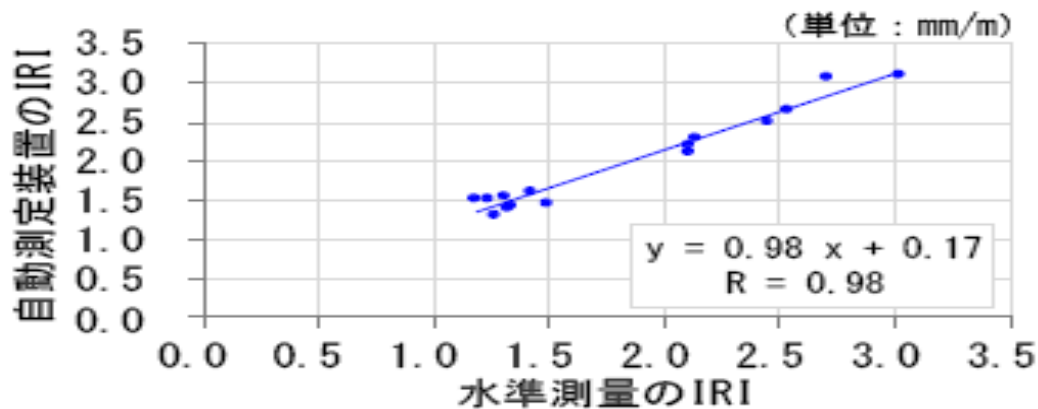
どの測定区間でも、水準の方が IRI は小さい。特に水準 IRI が 4> では誤差は大きい事から**測定車 IRI の精度が悪い**と考えられる。(車両のピッチングの悪影響と思える)



図－3 各区間における IRI の比較

(2) IRI の比較

水準 IRI と測定車 IRI の比較では、高い相関係数になっている。*1) 供用範囲外



図－4 IRI の関係

(3) 誤差累計：

水準 IRI に対する測定車両 IRI の誤差累計です。従来基準を当てはめると 範囲になり,現有車両の 90%が認証合格機器である。^{*2)}

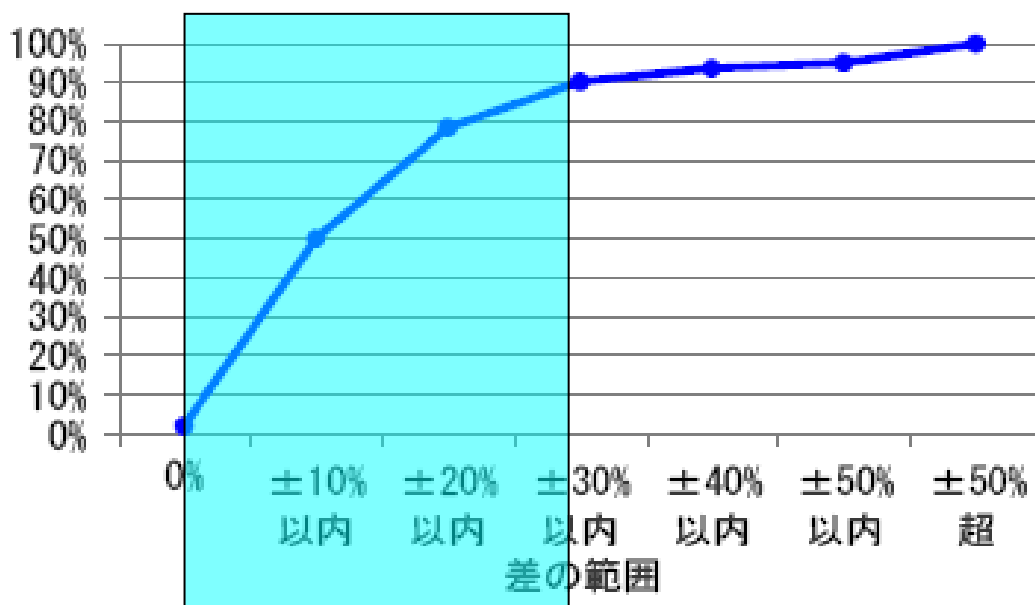


図-5 水準測量に対する自動測定装置の IRI の差の累積

今後は,繰り返し性や速度依存性の確認を行い,性能確認項目として,IRIを検討してゆく予定である。(論文の纏めに記述)

5. まとめ

土木研究所報告書・土木研究センター論文を基に概念を纏めたが,個別評価すれば更なる差異があると思われる。

(1) IRI 調査が,過渡期で,比較する正確なデータが存在せず,開示資料と研究論文で比較したので参考レベルに活用下さい。比較表を下記する

レベル	調査装置	精度	不確かさ	設備費	運用費	持続性	総合評価	考察・備考
1	水準	良い○	良い○	安い○	論外×	不可×	運用非×	基準用
	ディップ	良い○	良い○	安い○	論外×	不可×	運用非×	基準用
2	加速度(内)	悪い×	論外×	安い○	安い○	不可×	実用非×	即効性・無駄
	単独	中 △	悪い×	安い○	安い○	不可×	実用難×	即効性・無駄
	接地型	良い○	良い○	中 △	安い○	可能○	期待可○	未来基準○
3	応答型	悪い×	論外×	安い○	中 △	不可×	運用非×	USA で○
4	目視	論外×	論外×	安い○	中 △	不可×	運用非×	論外

(2) 個人評価での比較表を下記する。(計測原理・実用性重視)

レベル	調査装置	検出原理	長所	短所	必要精度	持続可能性
1	水準	計量法順守	高精度	低測定効率	十分○	難しい×
	デイツプ	傾斜計	高精度	低測定効率	十分○	難しい×
2	加速度 (内)	スマホ内臓加速計	安い○	低 S/N 比	不安定×	ゴミの山になり×
	単独	車軸取付加速計	安い○	低 S/N 比	不安定×	ゴミの山になり×
	接地型	逐次 2 角法・特許	高精度	高初期投資	十分○	高コスパ期待可○
3	応答型	実サスペンション	安い○	時代遅れ	論外×	論外×
4	目視	調査員の視覚	安い○	計数化無理	論外×	論外×

(3) レベル 2 についてその他の比較：

反復精度 (不確かさ)・速度依存性等重要な項目に付いて下記に記す。

① 不確かさ：

測定値データの安定性 (反復性・不確かさ) を σ で表現する。

② 速度依存性について

交通規制を伴わない, 「一般車両との混じり走行は今後の主流」になる。このような測定では, 速度依存性評価は重要になる。加速度系の悪い原因は, 加速・減速・停止・発進に伴う走行方向の加速度変化の上下方向への分力で発生するノイズ信号が路面変化信号に重畳して悪くしている。

		検出原理	S/N 比	反復性	速度依存性	運用速度
2	加速度 (内)	スマホ内臓加速計	悪い ×	悪い ×	大 ×	40km/H < 定速
	単独	車軸取付加速計	悪い ×	悪い ×	中 △	40km/H < 定速
	接地型	逐次 2 角法・特許	良 ◎	良 ◎	微小 ◎	0~100km/H 任意

6. 参考文献：

*1) : 久保和幸、寺田 剛、堀内智司：9. 2 舗装路面の性能評価法の高度化に関する研究 (1) : 土木研究所研究報告書, 平 18~平 22 道路技術研究グループ (舗装),

*2) : 倉持智明, 寺田剛：路面性状測定装置と水準測量による IRI の比較：第 34 回日本道路会議 3122, 2021 年 11 月東京,

2 k 2 2 0 1 0 6

文責：福原 敏彦