

付録-3：管理基準値の設定に関する技術的知見 *1) に対する疑義について

1. はじめに

「舗装の点検要領」による道路の維持管理が H29 年度から始まったが、管理基準値は旧態以前であり、その根拠資料を拝読したが、「**根拠が乏しい**」と思われる。

この舗装点検要領では、①ひび割れ②わだち掘れ③IRI 調査を行い、その各個別調査結果から「**舗装の構造的健全性を評価**」する事になっている。(以前は MCI 指標で評価)

2. 根拠資料 (舗装マネジメント指針・付録 3) に対する疑義の大筋：

- (1) ①ひび割れ率：「**健全性：管理基準値 (Cr40% > 以下) は相応しくない**」。

理由：予測推計の路盤強度 E のバラツキが大きく、不適切である。**(450±300MPa)**

- (2) ②わだち掘れ：「**40mm > 以下の管理基準値として相応しくない**」。

理由：根拠が示す方法は、シミュレーターを用いた仮想走行での不安感を官能評価する先進的手法で、「**わだちの形状や路面とのすべりが大きく影響**」し、「**人差が大きい手法**」であり、基準値設定に活用するには、「**時期尚早**」と思える。

- (3) ③IRI 評価値自身がシミュレーター (QC モデル) 値による指標であり、シミュレーター (VR 法) との機差表現に過ぎない。(2) (3) も「**路面性状が及ぼす走行安全性**」で「**構造的健全度とは言えない**」。

3. 疑義の詳細：

舗装の構造的健全度の評価法は、「**強度的評価法が最適な事は周知の事実**」である。これからすると (1) ひび割れは、適した方法だが、根拠資料からは、「**設定値根拠を担保していない**」ため「**管理基準値：クラック率 40% は不適切**」であると思われる。

抜本的見直しを行なわないと調査目的を果たさない以上に「**管理目標値が独り歩き**」して「**既得権益の・継続・保存**」に繋がり、調査しても道路が改善されない。

疲労破壊で出来る「**ひび割れ∝経年の相関は高い**」。しかし、**指標：「ひび割れ率と残存強度はよくない**」。^{*2)}

考えられる基本的な要因は：

- (1) 道路の層・構造破壊は表層の裏面に起きた疲労クラックが、上下・左右・前後に 3 次元的不均等進展しながら路上の負荷に「**対抗し形態が痕跡としてひび割れや不陸**」として顕れる。しかし、ひび割れ画像には、強度情報(3 次元的損傷の情報)は、撮像できない。形状痕跡には強度情報を含んでいるが、「**平面情報には含まれない**」。
- (2) ひび割れ率は「**対象が車線幅*延長**」で、車線中央部のひび割れ発生頻度が低い部分が率を下げる、「**わだち部は過小評価になる**」。
- (3) 路盤強度は弾性論の逆解析から求めた値と思うが、「**舗装体強度の方が相応しい**」

(4) 技術的エビデンス・データ付図 3.1.3 について

技術的知見の説明文

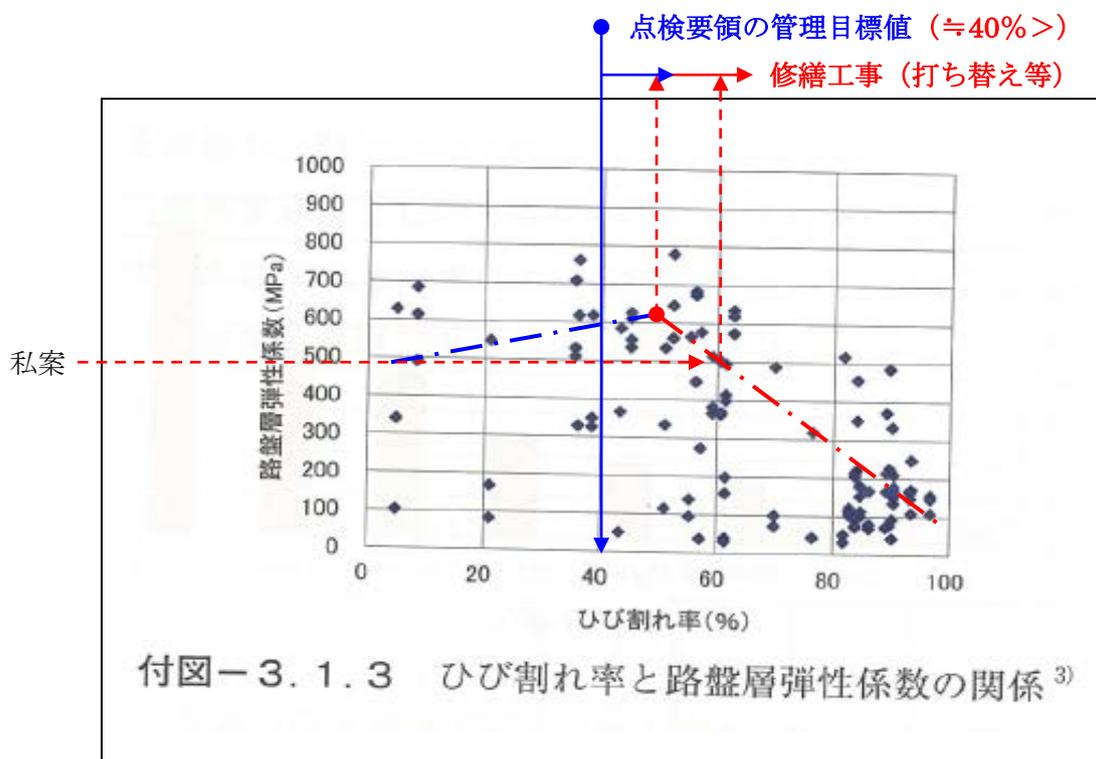
付図-3.1.3 より、バラつきはあるもののひび割れ率の増加と共に路層弾性係数が低下する傾向がうかがえ、特にひび割れ率 40%を概ねの境としてその傾向が顕著である。参考までに、ひび割れ率 40%以上のデータを抽出し直線回帰したものを付図-3.1.4 に示す。

このように、供用年数経過によるひび割れ率の増加に伴い、路盤層の構造的健全度が低下していくことが分かり、ひび割れ率 40%を超えると路盤層が損傷するため、路盤層以下からの打換えが必要となる場合がある。

説明は定性的であり基準値設定するには、無理がある。根本的に舗装構造は、表層 > 中間層 > 路盤 > 路床と E が小さくなるように設計することで、荷重が分散され自然土壌の上に人工物として完成する。たとえ下層の路盤が弱いとしても開削しないかぎり一般的に修繕は難しいとされている。

確かに 50%近傍で強度との相関傾向が変わっているが、0%近傍の強度のバラつきが大きく「ひび割れ率 \propto 強度」は成立していない。(相関係数： $k < 0.3$ と思われる調査結果のひび割れ率から目的変数(路盤 E)は求められない) (相関が無い。)

下記に路盤 E とひび割れ率の関係を示す。



(5) 類似研究の結果：舗装体（アスコン）強度とひび割れ率との知見 *3)

類似の研究結果資料,図-1 もある。*2)

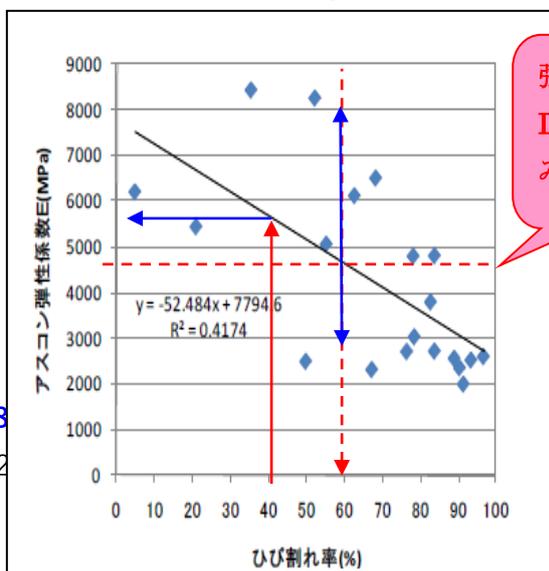
舗装体と FWD強度の関係を調べた調査研究結果の開示である。

図-1 に示す。土木研究所の報告書である。他に指標を変えた結果もある。N7 交通区分許容たわみ量：
 $\approx 300\text{m}\mu\text{m}$ > 以下となる。

E換算すると 4700Mpa < 以上
 これを管理基準にすると 60% (Cr)。
 バラツキは $\pm 2500\text{MPa}$ と大きい。

「その他の指標」:

- (1) ひび割れ交点密度(点/m²) : $k \approx 0.8$
- (2) 単位面積あたりひび割れ延長(m/m²) : $k \approx 0.74$
- (3) ひび割れ平均幅(mm) : $k \approx 0.08$ *2)



これ等の解析には,費用が膨大になる。 図-1 クラック率と強度の関係 *2)

(凡例 : N7 の管理目標 : ----- , その時の指標値 : ---▶ , バラツキ : ◀▶▶)

4. まとめ

4.1 力学的にはひび割れ率 (40%) 根拠を失い無効。

健全度評価を力学的に行なうのは,摂理であるが,「ひび割れと疲労劣化程度の関係」は,昔から常識的に使われてきたが,今回「ひび割れ率と強度の関係が良くない」事が,判明した。相関関係を調べる「回帰分析結果によると好ましく無い結果」。*1) *2)

- (1) 舗装の構造的健全度に関する,ひび割れ率と強度に付いての貴重な調査研究が実施された (H17~21 年度/土木研究所) が,好ましい相関は無く,ひび割れ率から,健全度の予測推計は難しいと危惧される。「力学的評価法からは難しいと想定。」
- (2) ひび割れに関する各指標と健全度の関係を調査・研究結果の開示がある。*2)

① 平均[クラック幅と健全度とは相関なし]。

1mm幅・300mm長さ大儀はどうなる?

- ② 交点密度の関係は好い
 しかし,算出に多大の時間と費用が必要で
 実用化が難しい。

③ 視覚的に好ましく観えるひび割れは,

力学的には良くない。

	D ₀ との相関係数	Eとの相関係数
ひび割れ率(%)(従来指標)	0.41	0.65
ひび割れ平均幅(mm)	0.08	0.26
単位面積あたりひび割れ延長(m/m ²)	0.74	0.71
単位面積あたりひび割れ面積 (m ² /m ²)	0.19	0.47
ひび割れ交点密度(点/m ²)	0.83	0.63
ひび割れ延長の縦横比(延長へ-ス)	0.17	0.06
ひび割れ面積の縦横比(面積へ-ス)	0.07	0.29

図-2 各指標と健全度の関係 *2)

5. 参考資料編（健全度に関する先行調査研究結果（NET 開示））

舗装の構造的健全度について先行調査研究の結果が NET 上に公開されている。

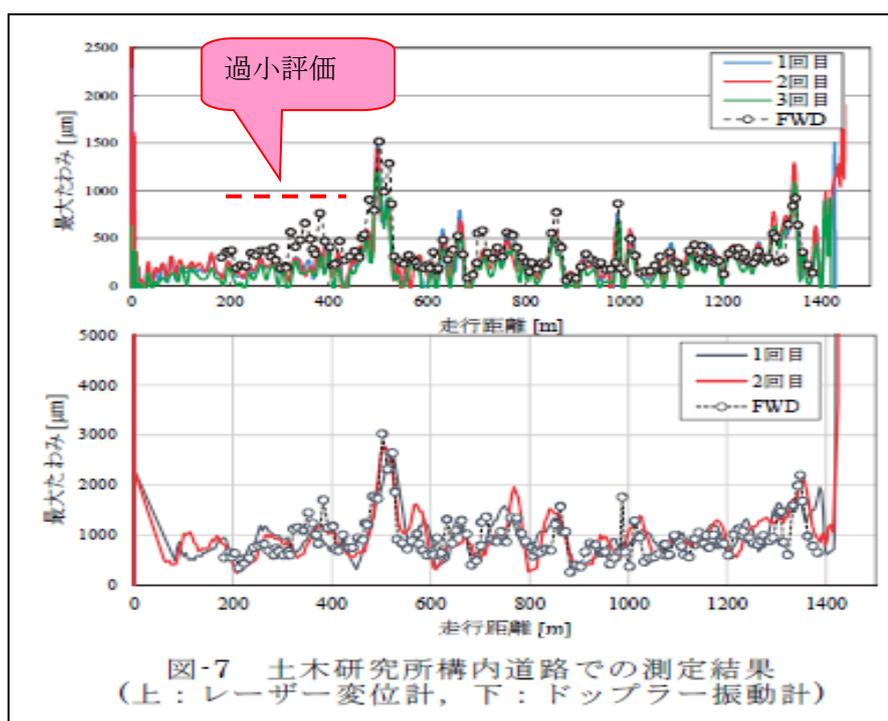
5.1 開示内容は、2 種類

- (1) 動的たわみ計測装置（MWD：Moving Wheel Deflectometer）による方法：1 社が開発中，
（（国研法人）土木研究所）と東京東京農業大学地域環境科学部生産環境工学科共同研究（期間：H28～30：実用化）
- (2) 縦断形状の変化と強度の相関から行なう方法：サーフテクノ・ラボの一社が開示事実である。

5.2 新しい健全度評価法の詳細：

(1) MWD 法 *3)

FWD の動的版であり走行中に裁荷重して路面のたわみを測る直接法である。しかし、たわみ測定が難しく「十分な精度が無い」。測定車両が上下に動き測定精度が得られない。「特殊車両で初期コスト高や普及に時間がかかる」。



「疑義がある」：

交通区分 N7 設計の D0 管理値は、 $300 \mu m$ であり、N5 でも $600 \mu m$ であるが、FWD 測定値が $500 \mu m$ 近傍の調査頻度が高い領域で、「バラツキが大きく、過小評価」（図-7 の 200～400m 間）になっていて大きな問題である。

(2) 縦断形状変化から残存強度予測する方法 *4)

舗装点検要領の IRI 調査の原資 (250mmピッチの縦断形状) を有効活用の可能性があり、「**廉価で普及が早い健全度評価法**」であると想定できる。

上記で紹介した報告書に強度と路面性状値の相関調査で、相関係数が二番目にあるが如く可能性が高い。*2)

ア：現在指標 (IRI) を使う方法：IRI⇒強度予測：(直接法) *4)

IRI と強度の関係を
国道の FWD 既知場所
を使い追加調査した。

「改良を要する点」

- ① たわみの範囲は裁荷点 ±1.5m以内であるに対して、IRI 解析では 30m までの形状を扱うので答えが鈍くなる。
- ② 現道には IRI が 5 以上大きい場所が少なく比較実験に時間が必要。

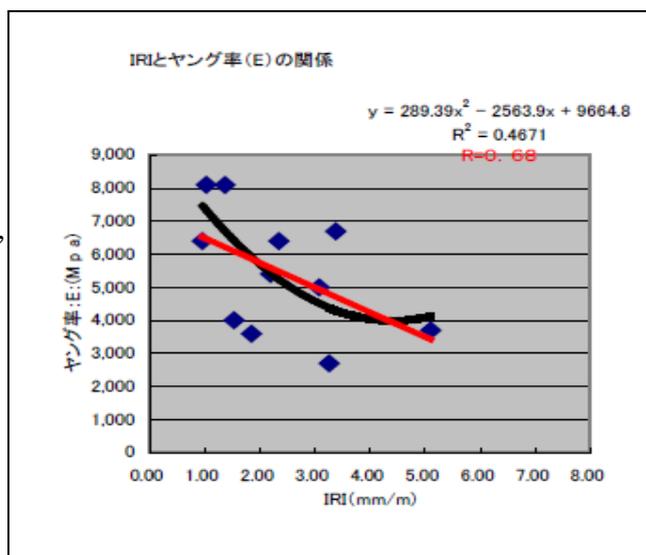


図-3 IRI と強度の関係

イ：形状変化を統計手法で検出する方法 *5)

IRI 調査は、

- ① 現況路面の縦断形状を何らかの方法で取得。(250mmピッチ)
- ② QC モデルのソフトを使い IRI 値を算出する。

の工程で処理するから、源資の 250mmピッチで 20m長さの縦断形状変化を現す代表値を検討する。一般化処理・安定・早い等からピッチ差分の統計処理で行なった。

路面荒れ=0.25m差分の「平均値+標準偏差」

中部整備局管内の国道の基本データ (FWD) がある場所 2 箇所を使い、比較実験を行なった。①県道に降下した路線、②東海道の主要国道 (N7) の 2 路線で行い図-2 を得た。ひび割れ率 33%・7%と、大差があるが、クラック率に関係なく、同じ傾向が在り「

一元化グラフ」になった。現時点では、強度予測推計値にバラツキがあるが、残存舗装強度と縦断形状変化には大きな期待できる。尚、抽出パラメータを工夫する事でバラツキの改善にも期待でき、「世界でも類をみない斬新な手法」と自負している。

新しい強度予測の方法

★縦断プロファイルのピッチ差分の統計処理(P=250mm)(バッチ=20m毎):(路面の荒れ:平均+σ)(坂祝Cr33%・亀山Cr7%(26))

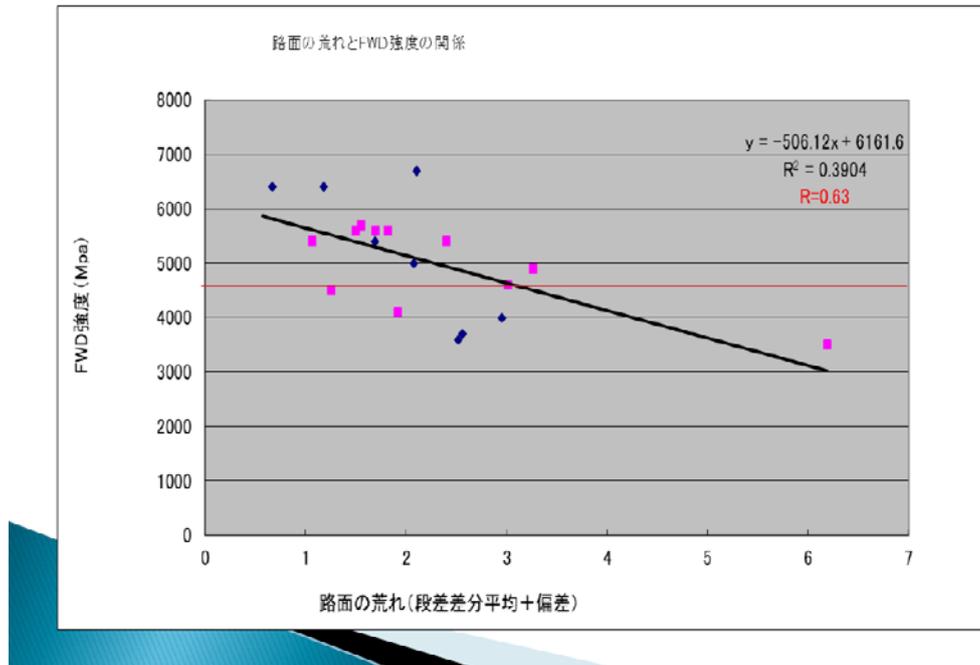


図-2 路面の荒れと強度の関係

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
- * 2)：久保和幸、渡邊一弘、綾部孝之：10.4 舗装の管理目標設定手法に関する研究：土木研究所研究報告書、
- * 3)：若林由弥・寺田 剛・藪 雅行・竹内 康：舗装の効率的評価のための新しい測定装置の開発～MWDの実用化に向けた取組み～：土木技術資料 58-8(2016)
- * * 4)：福原敏彦他2名：2010 地方道路の健康診断機械・予測診断技術の研究：第32回日本道路会議・口頭発表,2017・10・31
- * 5)：福原敏彦他2名：近未来における道路維持管理手法の先行調査・検討一滑らず・平坦な路面性能と舗装の構造的健全度の研究一：第33回日本道路会議

文責：福原 敏彦