

1. はじめに

平成の市町村合併や統合で「領域が拡大」したに係わらず身近な道路維持管理手法は旧態依然としていて、近未来に供用不可能な道路が増える傾向にある。近未来は高齢社会で自動運転の普及・数値管理時代に向けて進んでいるが財政難で難しい。これ等を鑑みると現状「廉価で持続可能な手法が無く」財政難を理由に道路維持管理の必要あるが、行政側の改革は進まない。

2. 提案概要：「従来法の見直し時期」

国道・地方道の区別無く経済的「廉価で持続可能」な管理手法が必要で従来手法は、「国道管理基準に随った」方法で「見直しが必要な時期」。

今の管理は、財政豊かな自治体は「国道管理基準を順守」、財政難自治体は数値管理を行わず「住民苦情を基に対処措置」で行なわれている。

その他、「調査を全くしない自治体」もある。（候補路線を修繕施工業者に委託し後づけ等の無責任保身主義形態もあると稀に聞く等・専門技術者不足の自治体も多い。）そこで「舗装点検横領を順守」の改革案の提案する。

3. 道路維持管理の課題：仮説概論：

道路は自然土壌の上に、路盤・中間層・表層の順に積み上げ層構造の人工物であり、表層表面と車両のタイヤ面が接触（摩擦力）で「①走る・②曲がる・③止まる」の基本動作ができ、社会活動や経済基盤となっている。

この道路維持管理の基本機能を達成するには①「滑らず・平らな」路面性能と表層を支える②舗装構造の健全度である。持論概念を下記に示す。

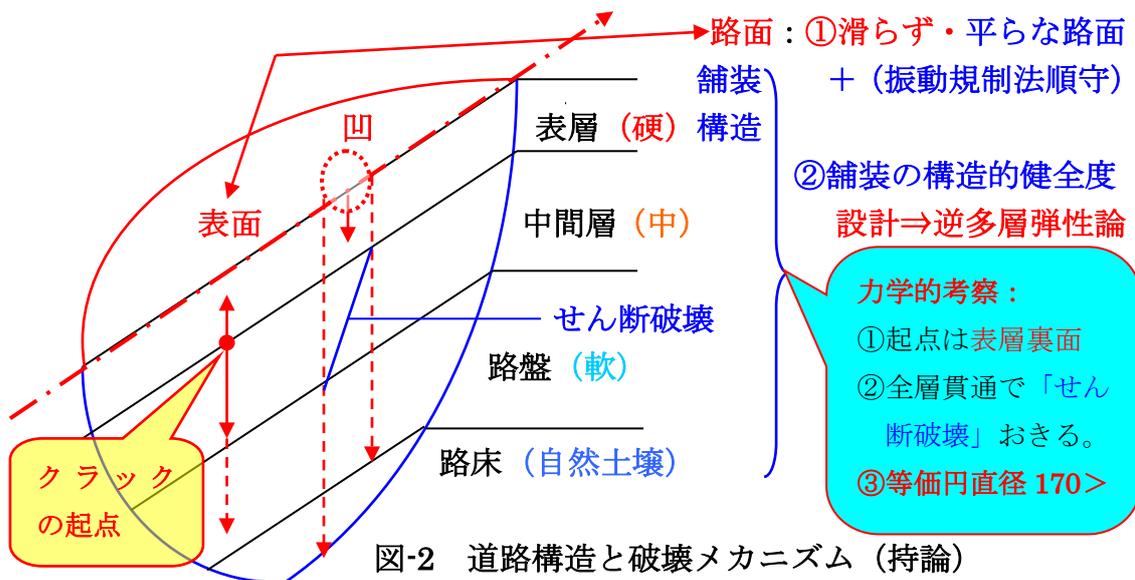


図-2 道路構造と破壊メカニズム (持論)

(1) 必要な調査項目：

必要な調査は、ア：滑らず・平らな路面とイ：舗装の構造的健全度である。

①その基本は：「点検要領順守」：クラック・わだち・IRI を基本とするが、近未来的には他に下記の「近未来」が必要になると想定。

②数値評価：「点検要領」は、「目視調査で調査精度が極めて悪い」から、その調査結果を数値評価には使えない。

「簡易な機械調査」が必要になる。「簡易な機械調査」を行なうと「近未来時代に相応しい結果が期待」できる。

近未来 {
 ア：静摩擦係数 μ ：自動運転 Level5 の自律制御では必須である。
 イ：平らさ(縦)：交通振動予測・段差：環境保全で振動規制法の順守
 ウ：サイドプロファイル(横)：軽車両の自転車の動線保全
 エ：構造的健全度予測：舗装の強度予測：路面を支える母体の寿命予測
 これ等の「調査を廉価に行なえる System」をサーフテクノ・ラボは「廉価な価格で提供する」準備を進めている。
 「近未来の道路調査 System」は次に説明する。

(2) 特長：①経済的②持続可能について

① ア：経済的効果は、従来の「2倍以上が期待」できる合理的な手法。

イ：安く・早く「便利に使える論理的廉価」な調査と予測解析の費用。

② ア：下表に現状調査項目と近未来調査項目に分けて技術的特長示す。

イ：路面の「すべり性能は自動運転の自律制御」に必須な調査項目

ウ：従来の「クラック重視⇒IRI 重視」で世界基準に近づく。

エ：「自転車が軽車両交通改定」に伴い側線近傍の安全性が重視される。

| 現状項目 | 管理基準 | 近未来項目 | 技術的特長 (赤：従来・青：近未来) |
|--------|---------|--------|--------------------|
| ① クラック | <30~40< | | 昔は健全度評価に活用・現在は疑問視？ |
| ② わだち | <30~40< | ④自転車保全 | 走行安定評価／自転車走行動線の保全 |
| ③ IRI | <3~8< | | 1985年 USA 開発乗り心地評価 |
| <：良好 | 近未来 { | ⑤摩擦係数 | 自律制御に路面性能の活用は必須 |
| ~：表層修 | | ⑥振動予測 | 沿道環境保全：振動規制法の順守 |
| <：修繕 | | ⑦健全度予測 | 路面を支える構造の寿命予測解析等 |
| | | | |

図-1 舗装点検要領項目と近未来調査項目の技術的特長

(3) 調査車両&サービス

今までの研究・開発で「③IRI と⑤すべりは開発関完了」している。

「Cr・Rd は目視調査が可能」である。クラックカメラは、4K ビデオまたはデジカメ市販品の活用。わだち Rd は、市販品の活用を検討している。

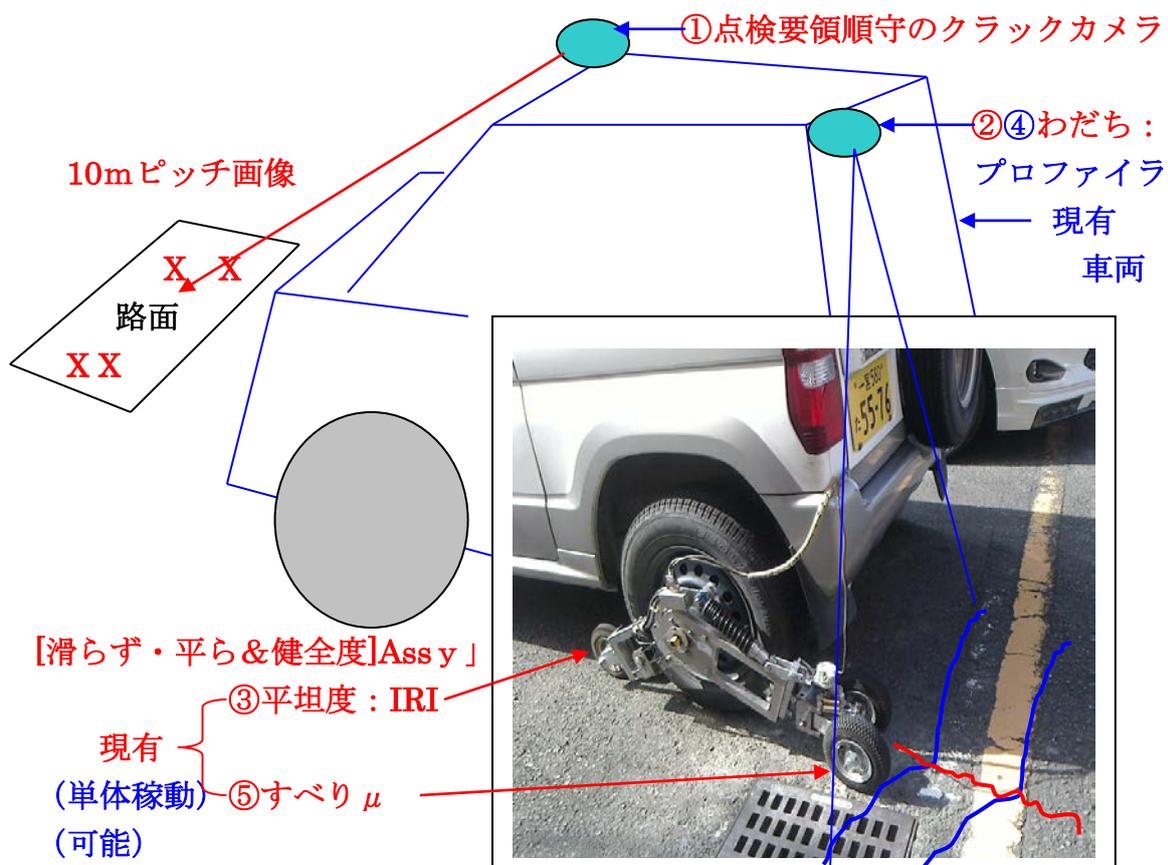
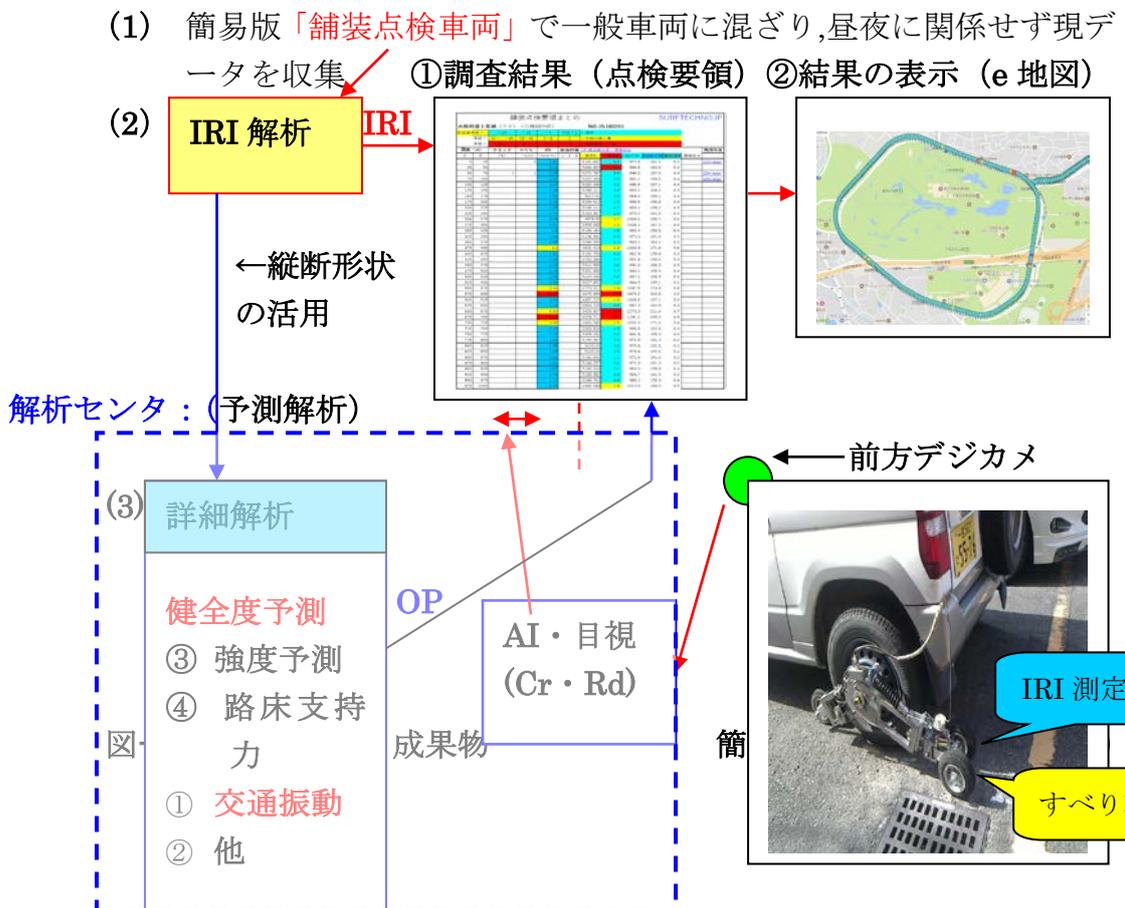


図-2 簡易調査車両 (凡例：赤：現有品,青：今後開発)

4. 調査の流れ：



5. 「近未来の道路調査 System」

5.1 必要になる各指標について：

(1) 新・路面の摩擦係数（静 μ ）：（路面性能： μ ）

近未来は、自動運転が普及するが、Level5（完全自動運転）の自律型制御では路面性能（摩擦力）が必須になる。車が方向を変える時は円軌道になり、慣性と遠心力が変更方向に反対向きに働く。この力に対抗できる力は「路面とタイヤ間に発生する摩擦力」と「路面の横断勾配」のみである。

安全・安心の自動運転を目指すのであれば、路面性能は必須になる事は摂理である。

(2) 新・交通振動予測（db）：（路面性能：振動）

路面平坦度は現状 IRI を順守すれば良いが、この「IRI は搭乗者立場の指標」であり、「反力で同時発生する路面振動」は沿道環境を悪くする。近年振動規制法が施行された。「60db(a)<以上になれば、路面修復」を管理者に要請できる事になっている。

(3) 新・自転車動線保全（凹凸量）：（路面性能：サイクル保全）

自転車が軽車両扱いになり動線部の保全が追加になった。「動線は OWP から外側に相当」し従来の道路管理範囲外であり、新に管理対象になる。事故内容は、路面凹凸の回避時に転倒や人・車接触を起し大事故になっている。

(4) 新・舗装の構造的健全度予測（耐久性・残存寿命予測）

(4-1) 従来・評価基準の問題と課題

従来は主にクラック率が使われてきたが、近年の研究報告^{*1)}によると「クラック率と構造的強度の回帰分析の結果で相関は、好ましく無い」事が判明。

クラック率は日本独自の指標であり、施工からの路面全体の経年変化評価指標にはむくが、「同一区間内の疲労強度の評価には相応しくない」、不適切な評価指標であるが、「H29 年度改定の舗装点検要領でも使われ」ている。

剛性の高い材料では、クラック幅と深度には高い相関があるが、As+石の合材は、粘弾性体で相関が低い。表面クラックだけからは舗装構造体の劣化程度を予測するのは難しい事は道路技術者であれば判る事は摂理である。

(4-2) 問題と課題の解決策

平面情報からは難しいので損傷現象から①推察し新たな知見取得と②経験豊かな現場技術者の考えと IRI 値の傾向が一致する。^{*2)}

ここらを鑑みて「深さ方向の情報が有用」ではないかとの疑問解決策として縦断形状の波形解析試行した。縦断形状は IRI 調査で取得している縦断形状データを活用した。

(4-3) 縦断形状の「波形変化から残存強度を予測」する方法の提案

路面に出来る縦断方向の形状は,車両負荷が繰り返し加わり部分的に疲労亀裂が発生して弾性係数: E が低下し不陸が顕れると仮定する。その経過を推測すると:

- ① 疲労破壊によるクラックの発生で E が低下する。
- ② 道路が「たわみクラックが進展」して更に E が低下し負荷前まで復元しない。(1回のクラック進展痕跡をディストレシスパターンと云う。)
- ③ ②の繰り返しで「たわみ量は増えて,表面凹凸は大きく」なる。
- ④ 縦断形状の変化と E の低下には関連性がある事になる。
- ⑤ 形状の「**△変化量: 250mmピッチ差分を統計処理**」すれば,表現可能。

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($P=250\text{mm}$)(パッチ=20m毎): (路面の荒れ: 平均+ σ)(坂祝Cr33%・亀山Cr7%(26))

中部技技術事務所
の行政文書開示で
国道の FWD 測定
結果を入手。
同じ場所の縦断形
状測定し右図を作
った。
(①岐阜県坂祝②
三重県亀山)

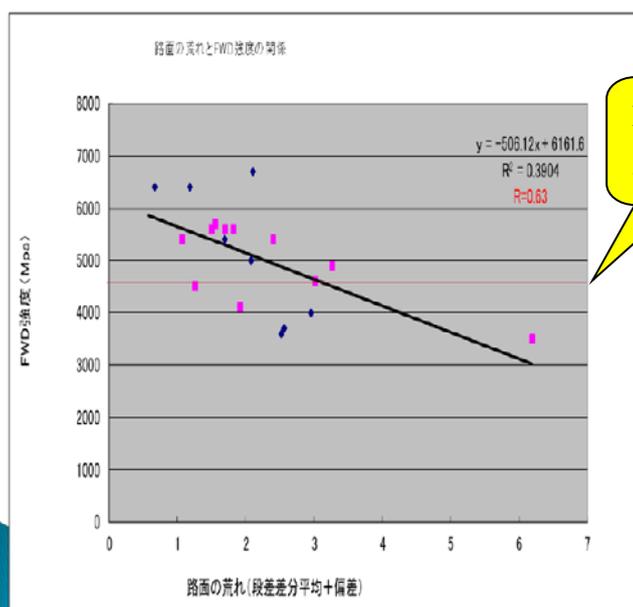


図-5 路面凹凸変化と強度の相関 *3)

★最大の POINT :

従来の FWD 調査と同等になれば,皆の道路資産維持管理を最適化が出来て経済効果は甚大になる。世界に類の無き日本スタンダードになる。

舗装の構造的(層構造)に何処がどの程度壊れているか判れば⇒維持修繕工事が適切に実施できて,「トータル費用が最小化」できると期待してる。

6. 参考文献・資料・考察編

* 1) : 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 : 土木研究書報告書,

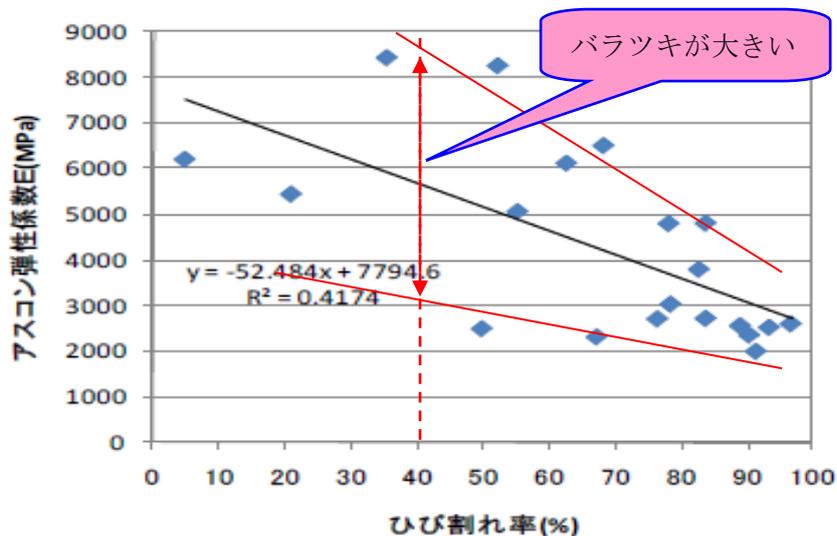
(1) 従来指標のクラック率は相関係数が小さい。

表-2 ひび割れの各指標と D_0 、 E との相関係数

| | 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(延長ベース) | 0.17 | 0.06 |
| ひび割れ面積の縦横比(面積ベース) | 0.07 | 0.29 |

Cr 率の相関係数は小さい

(2) クラック率と E の相関図, 「バラツキ $\approx \pm 2500$ MPa」



- * 2) : 路面のプロファイリング入門 : 土木学会/舗装工学/路面性状小委員会訳 : Michael.W, Sayers/Steven M, Karamihas : THE Little Book of Profiling, 社団法人 土木学会 (丸善(株)), P43 測定結果は便利である。
- * 3) : 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 : 第 33 回日本道路会議口頭論文