

地方道路の健康診断機械・予測診断技術の研究

—Doctor of Local Road—

○ 福原 敏彦 サーフテクノ・ラボ
赤木 泰之 (有) 安芸建工社長
岸本 紀人 (株) ユビック社長

1. はじめに

道路は自己治癒しない不可逆的の人工物である。しかし設計期間前に壊れ始めるから「寿命が存在」とのライフタイム的に考える PMS (Pavement Management System) や PMMS (メンテナンスを含) が構築できる。人の健康管理模倣ができるかも・・・。そのためには健康診断用の機械や診断技術が必要になる。「何処が」「どの位悪いか」を知る「悪い箇所付け」が最初の課題である。近未来での分類は、ユーザーサービス視点 (下記の①③) と社会資本の保全的視点 (②) と個別管理との上位の考えがある。*1)

- ① 道路利用者立場：「路面性能」が大事。(滑らず・平ら) 基本機能： $\mu \cdot IRI$ が指標になる。
- ② 管理者立場：舗装の「構造的健全度」が大事。(剛性・支持力)： $E \cdot$ 下層の損傷程度
- ③ 沿道住民立場：「環境保全」が大事。(公害)：昔は排ガス・騒音,今は交通振動規制法 (65db (a))。

従来は、「各個別の調査法の総合評価」で膨大な費用・時間を要し、持続不可能な方法ではなくなった。著者等は「IRI 調査」のみで上記3項目を満足する廉価な地方道維持管理手法を見出した。報告する。

2. 損傷モデル (仮説)

損傷の大半は疲労クラックであり、平面的進展は、右図-1 の上部に示すように広がる。

更にクラックは下層方向に侵食して基盤・路盤を貫通する。下層では短軸圧縮に変わり圧縮せん断の斜めの破損破面が現れる。すべりが起きて表面の不等沈下が始まる。

その結果「A-A 断面」の表面には凹凸が現れ、下層の損傷予測を可能にすると想定する。

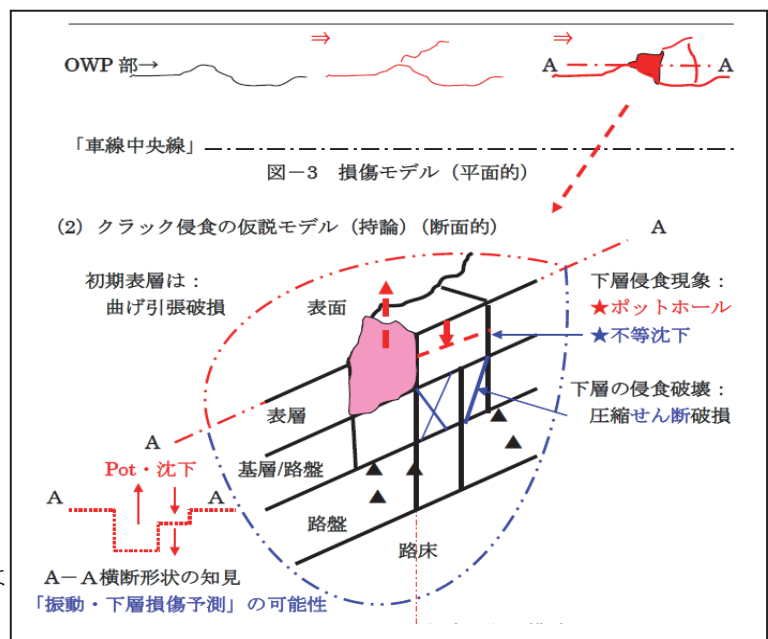


図-1 破壊メカニズム

3. IRI とは (利用者立場の指標)

路面性能調査の IRI は、1920 年から USA では活用していたが、1986 年に世界銀行が改良した方法に改められた。体感乗り心地と良い相関。

当初の方法の課題 (①再現性,②移植性) を解決した方法で世界基準手法で世界の大半が採用している。其の方法を下記する。(改良内容: 計測車輛のサスペンション性能の弊害を無くした方法に改められた。)

Step-1: 路面の縦断形状 (プロファイル) を何らかの方法にて取得。(精度でクラス 1~4 に分かれる。)

Step-2: 其のプロファイル上を仮想の車輛を走行させ車輛の「上下挙動量」をシミュレーションで求める。

補足: 2007 年・日本道路協会から開示された。*2) (シミュレーションは PC 推奨: Soft: RoadRuf 等)

4. 下層の損傷予測方法 (管理者立場の指標)

仮設の想定表面凹凸量から下層の損傷を予測する。先ず、IRI 調査で取得したプロファイルを用いて 250 mm ピッチ毎の高低差を求める。纏めの単位 (セル) = 25m 毎の、「平均値」・「標準偏差」を求める。悪い箇所付けは、統計処理技術を活用して悪いセルを抽出した。これ等の処理は、エクセルワークシートで行う。

5. 予測の検証（某県内の道路・他）

補修工事予定路線を事前に IRI 調査を行い、プロフィールを取得し予測処理を施した。下層の損傷が激しい場所は 875m～950mであった。（舗装体のヤング率・下層損傷位置）

補修工事当日、路面切削後の路面を踏査して検証した。

下層損傷の判定基準は下記の「①②を満足する箇所」と

した。①全数の（凹凸平均値+1.96σ）<以上。

②セルの凹凸平均値>1mm以上。

他の道路・市道の4路線で現場検証したがどの現場も予測場所の下層損傷を確認した。

6. 舗装体のヤング率の推定

ヤング率推定：IRI 値⇒クラック密度⇒E の推定

（執筆者の研究）（土木研究所の研究）*3)

推定 E (MPa) = $-242.51 * IRI + 55832 \dots$ （回帰式 1）

三段論法演繹推計による。（相関係数：R=0.62）（高い相関）

7. 他：交通振動予測

路面の荒れ程度と振動発生の研究は多く存在。活用した*4)

予測振動 = $(\text{Log}(IRI/1.33) + 51.3 + \text{段差衝撃}) \dots$ （式 2）

測定値との相関を図-5に示す。高い相関係数（R=0.965）あり。

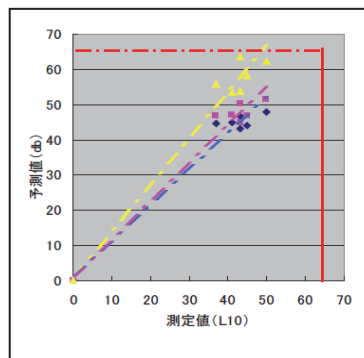


図-5 振動予測の相関図

（測定値は一宮市 HP）

凹凸量	推定 E	IRI 値	距離
0.467327	5144.26	1.81	850
1.069307	4843.54	3.05	875
1.780198	4273.65	5.4	900
1.032673	4909.02	2.78	925
0.70099	5212.16	1.53	950

図-2 予測シート

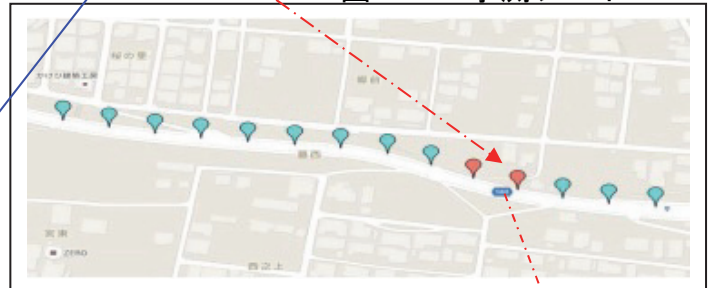


図-3 ロケーション表示



図-4 現場写真（クラック）

（路面表面から 100mm 切削後）

8. まとめ

県建設事務所・一宮市の関係部署、他に補修工事現場の提供協力を得て下記の結論を得た。

- 健全度：4 工事現場で予測の確認検証を行った結果、下層の損傷予測は「100% 当り」。
- 今後は広島県某支所県道 H25 年調査したデータ（1200Km）を再解析して、検証実験継続。経済的で効率良い補修の為の「悪い箇所付け」を計画。大阪府での検証実験で「下層損傷の定量化」を続ける計画。
- 交通振動：一宮市にて住民からの苦情意見のある「場所と一致」した。

地方道は高速道路・直轄国道と似たような舗装構造はしているが、路床の軟弱・舗装厚が薄い等の違いがあり、破壊が始まると全損まで早い特徴がある。上位機関の管理方式を準拠しつつ今回は地方道に特化した。

そこで今回の研究成果を活用すると必要な調査データを1回の調査での取得を可能性とした方法は、地方自治体向けに相応しい手法と考えている。「廉価で持続可能な調査手法は近未来に相応しい」とも考えられる。

9. 謝辞・参考文献：検証現場のご提供を頂いた某県・一宮市役所関係者に感謝を申し上げる。また、本議論を纏めるに当たり佐藤壽芳東京大学名誉教授の討議を得たことに謝意を表す。

*1)：道路維持修繕委員会：道路資産管理の手引き：（社）日本道路協会，2008.09.2

*2)：S032T：舗装の調査・試験便覧，日本道路協会，発行

*3)：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

*4)：早川清：道路振動の発生ならびに伝搬メカニズムと対策，環境技術，Vol110No.8（1981）