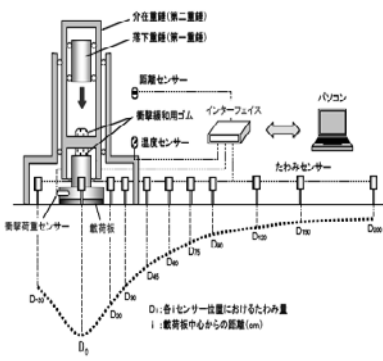


1. はじめに

道路の維持管理は、①「滑らず・平らな路面性能」と②「舗装の構造的健全度」が判れば、適切に業務を推進できると想定する。今回は②の健全度調査に付いて提案する。

2. 従来の調査法 \*1) の長所・短所と本案の特長：

舗装の構造的健全度調査は、①路面性状値から悪い箇所候補の抽出、②FWDによる錘を落下させて路面のたわみから残存強度調査して修繕設計の基礎にする。

| 手法：①路面性状値からの悪い箇所付け                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | ②FWD強度調査                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| : 路面性状値を用いて、健全度の悪い箇所候補を抽出する。その後、詳細調査（ボーリング：下層損傷・FWDを行い修繕計画の策定を行なう。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | : 路面に錘を落下させわみを測り、式-1を用いてEを算出する。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| <p>(1) 路面性状調査「舗装の点検要領 *1): 順守」</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;">                         目視可: Cr・Rd<br/>                         目視不可機械: IRI                     </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;">                         目視および機械調査 (性状調査車)<br/>                         ① クラック率② 轍掘れ量③ IRI<br/>                         (%)(mm)(mm/m)                     </div> <p>暫定</p> <p>(2) 健全度管理基準値:</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">良好&lt;20&lt;X&lt;40&lt;修繕</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">良好&lt;3&lt;X&lt;8&lt;修繕</div> </div> <p>残存強度予測<br/>ジャンプ<br/>の可能性</p> <p>(3) 修繕箇所候補の決定:</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px auto; width: 80%;">                         ① 表層供用年<br/>                         ② 目標年数<br/>                         ③ 急激老化                     </div> <div style="border: 2px dashed blue; padding: 5px; margin: 10px auto; width: 80%; color: blue;">                         ③新しい本案<br/>                         縦断形状変化から強度予測                     </div> |  <p>図-2 FWD計測機器の構成</p> $E=2,352 \times (D_0 - D_{20}) \cdot 1.25 / h \quad (\text{式-1})$ <p>ここで、E : アスコン層弾性係数[MPa]<br/>                     h : アスコン層厚[cm]<br/>                     D<sub>0</sub> : 荷点中心のたわみ量[mm]<br/>                     D<sub>20</sub> : 荷点中心から20cmのたわみ量[mm]</p> |
| <p>長所: 昔ながらの経験則重視</p> <p>短所: ①健全度評価は難しく、修繕箇所候補抽出のスクリーニングに過ぎず。<br/>                     ②ボーリング・FWD調査結果を基に修繕計画</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | <p>長所: 材料強度の基本</p> <p>短所: 交通規制・低効率で膨大な費用と時間がかかる。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |

(2) 「理論設計へ移行の経緯」:

道路の舗装構造設計は、産業機械と同じように弾性体と看做した理論設計が主流となり、その弾性体の破壊は疲労であり、その手順は、負荷になる交通量で決め、多層弾性論を使った構造理論設計である。この流れになれば、維持修繕に関しても、強度評価が相応しい事は、摂理であり、今まで強度評価法はFWDが一般的であった。

また、強度評価法ではないものの路面性状値を用いた方法がH29年度「舗装の点検要領」で改訂され、各性状値からの判定方法が推進されている。

本案は、①と②の中間的存在で性状値調査時のIRI原資の縦断プロファイルを活用して、この形状変化量から強度を推計予測する方法は、唯一無二であり今後に期待が大きい。他の性状値からの比較検証結果では予測誤差は半分程度で有力である。

4. 本案の特長：(1) 調査項目

縦断形状から残存舗装強度（路床支持力）や交通振動を推計予測出来る事が解った。

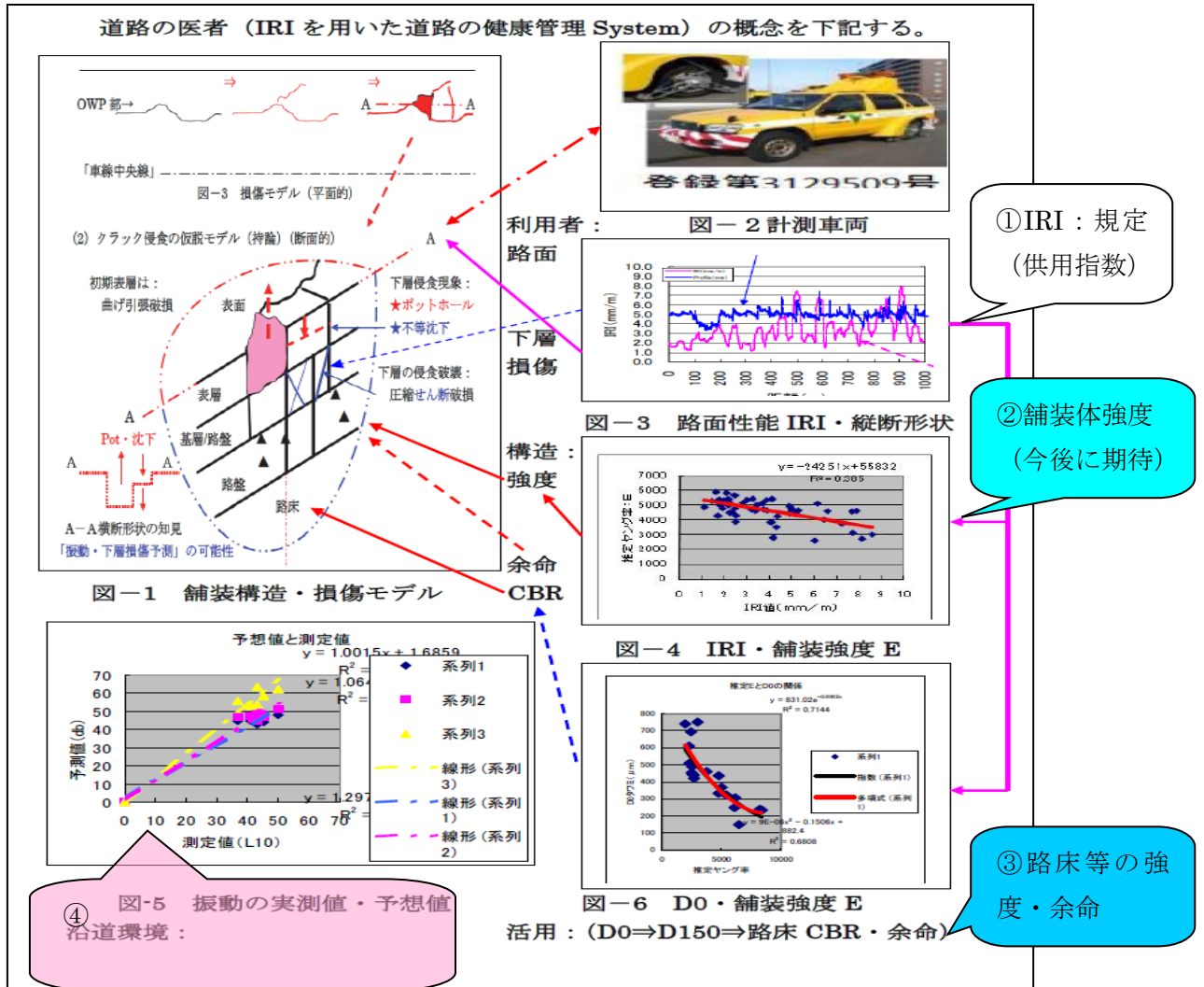


図-1 舗装構造と縦断形状から得られる情報

## (2) 交通振動予測調査結果：

路面の縦断凹凸量は、バネ上：乗り心地、バネ下：交通振動の源になり振動を起こす。この振動は環境省が振動規制法で定めている。**規制値≒65db(a)>**

一宮市内の交通振動予測調査（縦断形状⇒発生振動 db）の結果を下記に示す。

凡例：住民苦情位置：↓,調査結果：バルーン：青<55db<黄色<65db<赤色



図-2 一宮市管内の振動予測調査結果

## 5. 想定できる「本案の活用効果」：

本案を活用すると下記の期待効果が想定できる。

- (1) 俯瞰的見方による全体の修繕計画が出来る。「**廉価・早い、で持続可能な維持手法**」
- (2) 予算配布に偏りが起きず・皆の社会資本維持管理が公平・適切になる。
- (3) 対象路線の何処から何時施工すれば適切か否かが判る。
- (4) 解り易い情報開示が出来る。(結果を一般電子地図に貼り付けHP開示)
- (5) 経年毎に調査結果が向上する。(調査時2点のハンディーFWD併用で精度向上)

## 6. 本案の動作原理（仮説）

アスファルト材は、金属のように降伏点を持つ弾性域が明確にならない材料特性を持っている。粘弾性材料の特有である。（荷重を加えると歪が正比例しない塑性変形を伴う）

実路面からコア抜きして、単純圧縮試験結果を図-3に示す。表層より基層の方が弱いから基層の物性なる。2000KN 近傍から塑性変形が顕れている。基層の強度を 2200KN で設計すると、1.7%の歪が毎回蓄積してゆく。そのメカニズムを図-4にまた E の低下モデルを図-5に示す。（仮説である）

無負荷の骨材は、せん断線に沿って自由面の上方に移動してゆき、路面表面の凹凸として顕れると想定する。表面凹凸量は、経年に伴い増加してゆくと想定できる事は、E の低下と連動し、縦断凹凸から E の推計予測が可能になる。

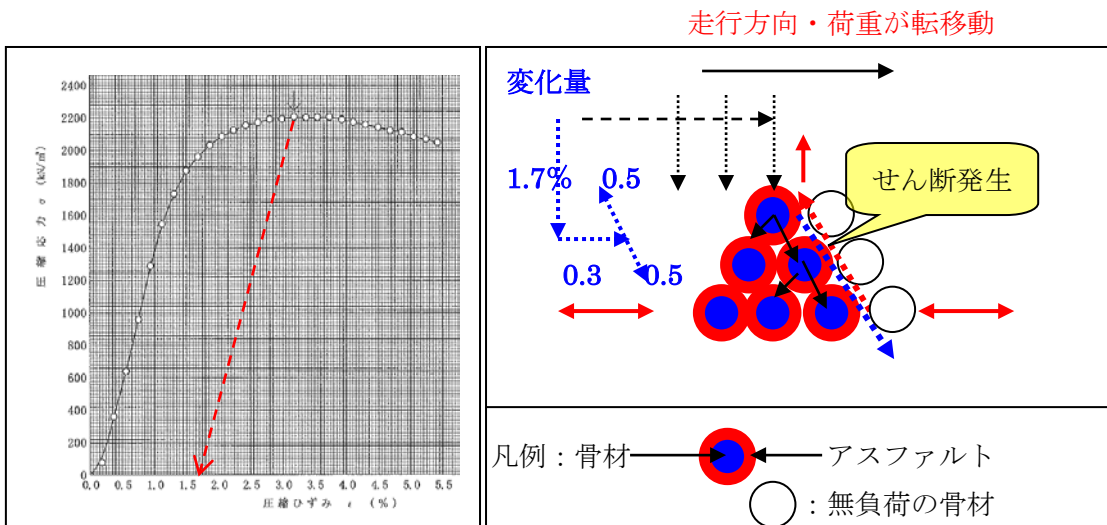


図-3 表層↑+基層↓の圧縮試験

図-4 合材の破壊メカニズム（仮説）

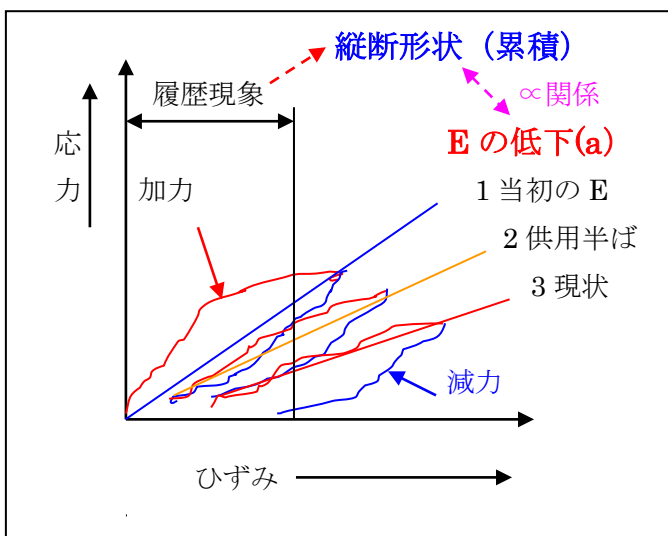


図-5 E 低下のモデル（仮説）

「変化量」:

変化量

$$\approx 0.017 * 0.3 * 0.5$$

$$\approx 0.00255$$

舗装厚み：100mmの場合：

$$\text{変化量} \approx 100 * 0.00255$$

$$\approx 0.255\text{mm/サイクル}$$

## 6. 従来手法との比較

理論設計が主流となった現在において、現象の経験則は意味が無くなり、維持修繕調査も残存強度からの健全度評価手法への転換時期である。

また、大局的に維持管理できる効率・費用・解析期間が重要と想定する。

| 手法：  |      | 評価            |   | 評価                 |   | 評価                          |   | 備考                     |
|------|------|---------------|---|--------------------|---|-----------------------------|---|------------------------|
|      |      | ①クラック率        |   | ②F FWD法            |   | ③本案(形状変化)                   |   |                        |
| 運用面  | ①費用  | 高い            | × | H I 高い             | × | 廉価                          | ◎ | 費用・早さ・                 |
|      | ②効率  | 悪い            | × | 最悪                 | × | 高い                          | ◎ | 交通規制有無・                |
|      | ③交規制 | 不必要           | ◎ | 必要                 | × | 不必要                         | ◎ | 「持続可能？」                |
|      | コスパ  | 最悪            | × | 最悪                 | × | 最適                          | ◎ | 地方財政難                  |
| 性能面  | ①精度  | 最悪(平面)        | × | 高い                 | ◎ | 良い                          | ○ | 調査効率・費用・               |
|      | ②速度  | 悪い(解読)        | × | 最悪(3/5回)           | × | 良い                          | ○ | 地方予算で可能？               |
|      | ③安定  | 悪い(解読)        | × | 最悪(平均)             | × | 良い                          | ○ | 調査目的？                  |
|      | ④設備  | 高い            | × | 高い                 | × | 廉価                          | ◎ | 手法の有用性？                |
| 俯瞰評価 | ①公平性 | 悪い            | × | 悪い                 | × | 最適                          | ◎ | ネットレベル有用               |
|      | ②費用  | 普通            | △ | 高い                 | × | 安い                          | ◎ | 管理区間全域可能               |
|      | ③理解  | 悪い            | × | 悪い                 | × | 易しい                         | ◎ | 部分評価でなく                |
|      | ④開示性 | 悪い            | × | 悪い                 | × | 良い                          | ◎ | 全体掌握可能？                |
| 長・短所 |      | 採用基準根拠が乏しい古い。 | × | 性能は高い、運用費用高く・遅地方無理 | △ | 管理区全域把握でき、計画修繕持続可能な方法①②の中道法 | ◎ | 安く・早く全体的掌握し部分的に活用可能な方法 |

## 7. まとめ：

冒頭にも記述したが如く、①滑らず・平らな路面性能と②舗装の構造的健全度の2つが道路維持管理には、必要不可欠な調査事項である。

従来法は、運用面で問題が多い。例えば：費用高・遅い・調査効率が悪い等で、地方自治体では運用が難しいと想定する。

所轄内の健全度は、全体把握が出来ないと修繕箇所付けの優先順位が決まらない。皆の社会資本の維持管理で重要である。

そこで本案は、殆どの問題・課題を払拭した唯一無二の手法である。

## 8. 参考文献・お礼

合材強度試験に技建（株）・中央試験所の協力・有り難う御座いました。

\* 1)：舗装の点検要領：道路協会：H29年度，