

道路路面の「平坦性性能 (IRI) の低下」と今後の予測について

1. はじめに

平成 21 年度から IRI 測定機の性能確認の為に試験走行をしている固定場所の「平坦性性能 (IRI 値) の低下状況」が判った、また、今後の予測式についても検討予定。

2. 平坦性性能低下の状況

平成 21 年度に IRI プロファイラを試作し、後のメンテナンス時の「性能確認」として試験走行した時の IRI 値を纏め、図-1 に過去 6 年間 IRI 値の変化を示す。

但し：都市計画道路 3・4・2 4 加茂伝法寺線

- (1) 道路の種別 (強度) : **設計交通量の区分 : B**
- (2) 道路の状況 : 直線 700m、起点から約 400m 位置に用水路横断
- (3) 交通荷重 = (49KN 輪荷重の数(N)) : **250 < N < 1000 台・大型 / 日・方向**
- (4) 路面劣化度係数 ⇒ IRI 値の増加量 / 年 = C : **約 0.2mm / 年**
- (5) 横軸は、0 = 平成 20 年 ~ 6 年間の変化

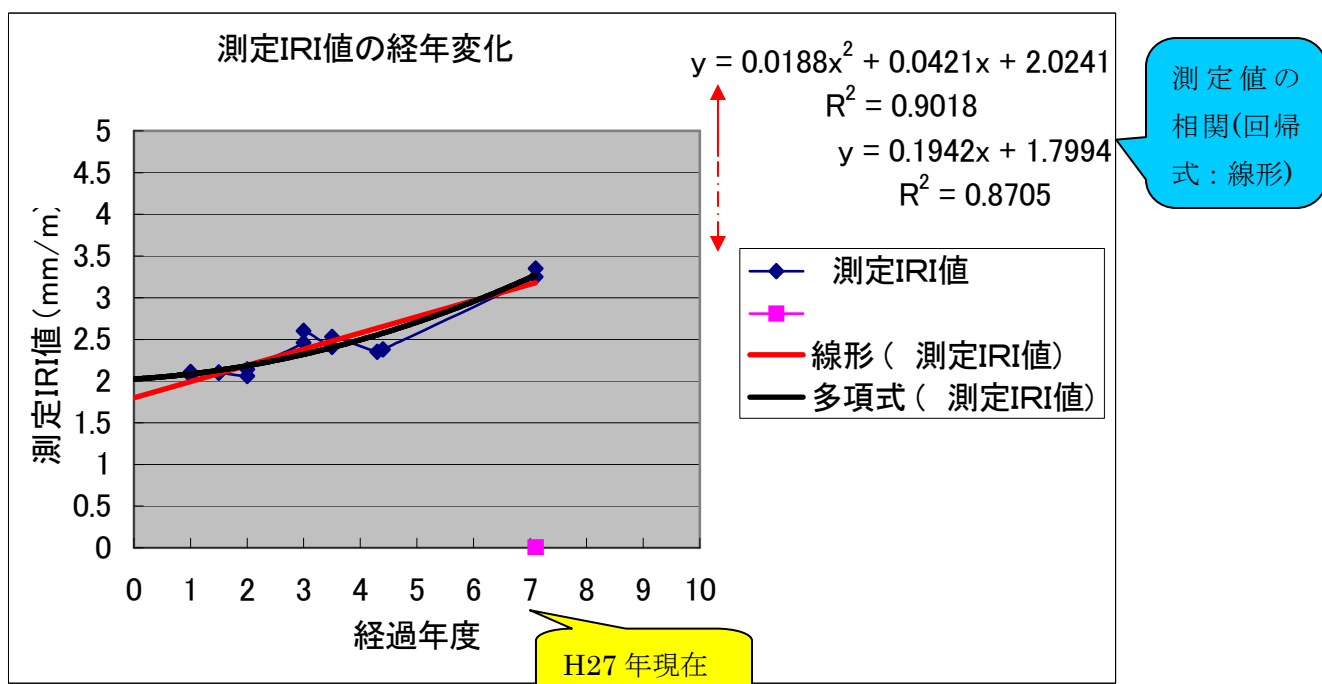


図-1 路面の平坦性性能の低下状況

2. 2 図-1 から判ることは

- (1) 回帰式から IRI 値で **約 0.2mm / m / 年**・大きくなる (性能低下が起きる)
- (2) 高い相関係数である。(相関係数 (R) : **多項式=0.95、線形=0.93**)

3. 今後の損傷の予想が可能か考える

図-1は、49KNの輪荷重が繰り返し負荷されるとIRI値が増加するリアルな現象を表している。其の相関は線形で増えてゆくから予測が可能である。

この道の今後は、

1年供用後の予想値＝現状値＋低下係数（C）＊負荷変化（交通量増減）

例えば：（同じ道路で、負荷変化無しの場合）

3年後のH30年には＝3.3＋0.2＊3年⇨3.9mm/mになると推計する。

但し

今回は、「N：交通量変化」のみである。

他の道路での推計に当たっては、道路種別・交通量変化で、補正できなければならぬ

道路種別は、道路法で決まり、設計交通量から舗装構造を決めている。

舗装構造が決まれば、舗装強度（ヤング率）は決まる、また交通量変化（49KN輪荷重の負荷量）は交通量調査（交通センサス）が行われていて、其の値が活用できるので、今回の実験纏めの「C」から「今後の痛み劣化の予測推計」は、できると考えられる。

4. まとめ

今回の6年間のデータを統計手法活用で、「予測推計できる」可能性がある。

5. 資料提供：一宮市役所 道路課

【路線名】

都市計画道路3・4・24加茂伝法寺線

【舗装計画交通量】

250台以上1,000台未満 /日・方向

【舗装構成】

表層（再生密粒度アスコン）	5cm
基層（再生粗粒度アスコン）	5cm
上層路盤（粒調碎石M-25）	10cm
下層路盤（再生碎石RC-40）	35cm

2 Kf0303

文責 Surftechno.jp

5. 今後の舗装の傷み進行の予測・推計について

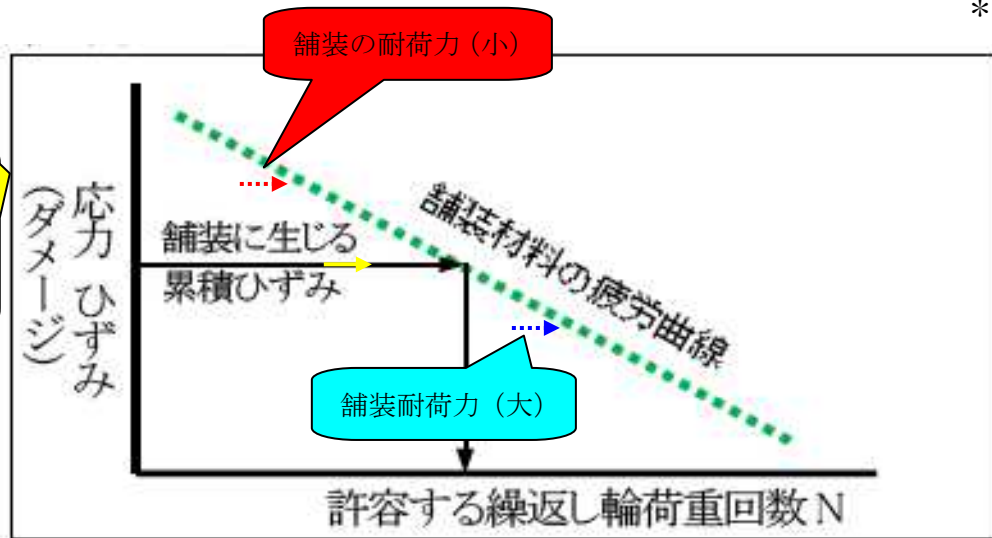
5.1 道路舗装の強度

道路舗装の材質は大半が「アスファルト+石等」の混合体で「配合割合や構成層」で決まると考えられる。

H25 年度から舗装の設計方法が見直されて、「従来の経験則を基とした **Ta 法**」⇒「**多層弾性理論を活用した設計**」法に替わりつつある。

下記に概念を示す。「**IRI 値**」は損傷モニタの活用可能性あり。

* 1)



また、近年供用中の従来 Ta 法で設計された道路は、「路面のたわみ調査 (FWD : Falling Weight Deflecto-meter)」が進んでいる。

49KN の錘を路面に自由落下させ、その時の「路面のたわみ」を計測し逆計算して「**ヤング率**」を求める方法である。

この手法で調査した、道路種別毎の「**各ヤング率データ**」は現存すると考える。次に経験式を示す。

* 2)

$$E=2,352 \times (D_0-D_{20})^{-1.25} / h \quad (\text{式-1})$$

ここで、**E** : アスコン層弾性係数 [MPa]

h : アスコン層厚 [cm]

D₀ : 載荷点中心のたわみ量 [mm]

D₂₀ : 載荷点中心から 20cm のたわみ量 [mm]

5.2 負荷（49KN 輪荷重の繰り返し数）

また、路面への負荷については、交通量調査（道路交通センサス）（一般都道府県道以上の道路対象）が実施されているので、其の調査結果を活用できると考えている。

6. 予測推計の概念

IRI 調査後に、数年後の IRI 値を今回取得した路面の損傷経年変化から推測する手法を検討した。

基本は、舗装構造を弾性体とみなして、弾性体の疲労の過程を「IRI 値」でモニタリングする考えの基、「強さ：舗装構造+路床支持力」で決まり、「負荷：大型交通量」で決まるとし、検討した。

6.1 予想式の概念

$$\text{近未来の予想 IRI 値} = A + C (C1 \cdot C2) * N \dots \dots \text{予想式} - 1$$

但し、

A：今回測定値（IRI 値）

C：基準の劣化係数：0.2mm/m/年（B 交通舗装での実測値）

C1：舗装係数：測定場所の舗装構造により決まる係数（下記の検討結果を参照）

C2：交通負荷係数(交通量の増・減割合)=交通センサス量の増減率

$$C2 = 1 + (\text{今回センサス調査量} - \text{日割り交通量}) / \text{日割り交通量}$$

$$\star \text{日割り交通量} = \text{舗装破壊輪数(基準値)} / (\text{設計期間 (年)} * 365 \text{ 日})$$

N：予測経過年

6.2 係数の具体的検討

6.2.1 C1：舗装構造に関する係数について *3)

舗装構造の設計は、路床の支持力（CBR：California Bearing Ratio）と交通負荷量（大型の交通量）から設計して、「耐荷力」になる。

大別すると下記となる。（今回調査結果は B 交通の舗装構造である）

*4)

①設計交通量の区分(大型交通量/日) : D > 3000 > C > 1000 > B > 250 > A > 100 > L

②舗装の設計期間（耐用年数）： 20年 20 10 10

③舗装破壊輪数基準値(49K・N) : 7000 万回 1400 万 100 万 15 万 *5)

★日割り交通量： 9589 1918 274 41 大型台数

耐荷力比： 35 倍 7 倍 (基準：1) 0.15 倍

耐用年数の違いを調整すると ↓ ↓ ↓ ↓

★★係数(C1)： ≒ 0.5 ≒ 0.5 1 1

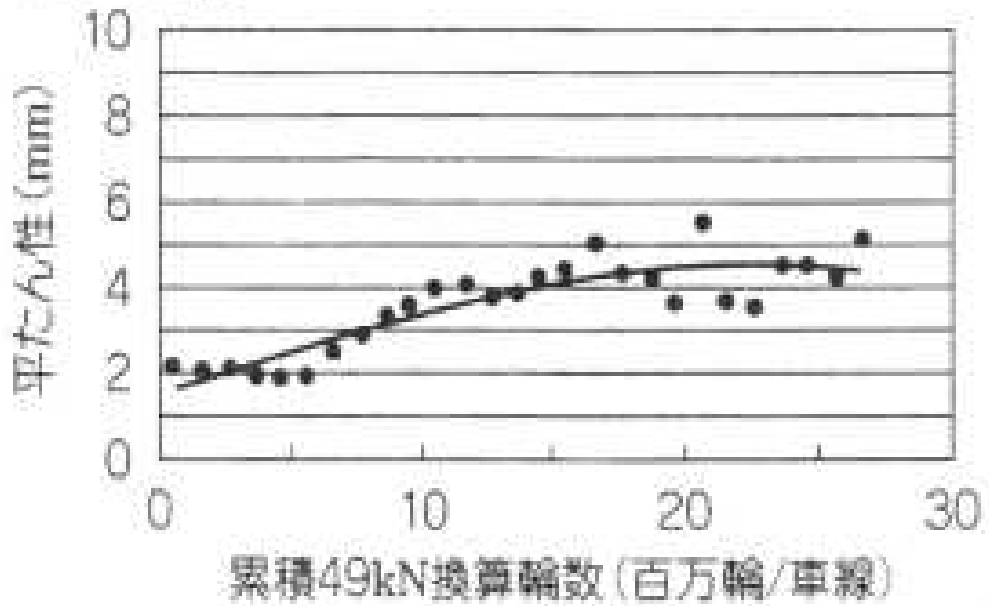
7. 予想式の検証

7.1 開示論文との比較による検証の準備

* 6)

舗装構造の違う路面でも使えるか、国道の路面性状値の予測式が土木研究所から開示されている、よって、これと比較検証を試みた。土研予想式を下記に示す。

iii) 平坦性

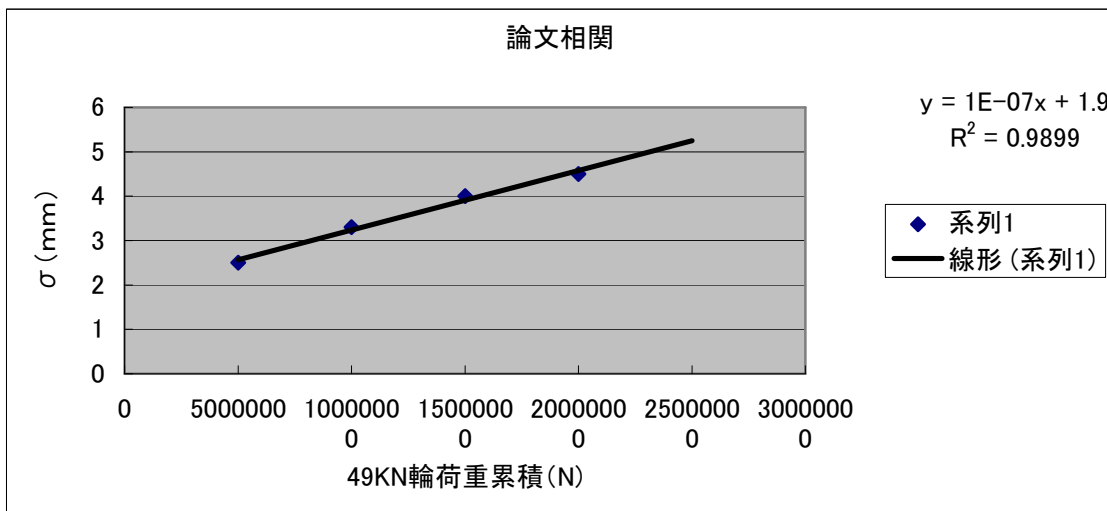


iii) 平坦性 (σ mm)

$$\sigma = -0.0001N^3 - 0.001N^2 - 0.2057N + 1.622$$

..... (4)

破損現象では回復は無い。よって下記のような線形回帰式をつくって検証する。
我々の調査でも 2 次回帰式の方が相関係数 (R=0.95) が高くなっている。



7.2 参照論文との比較による検証

6年間の調査実績（IRI 値）から得られた予測式から算出した予想値を下記グラフの青ダイヤモンドマークで示す。 * 6)

参照論文の予測式での予想値をピンク■にて示す。

予測式の舗装構造係数 $C1=0.5$ にした場合の予想値（黄色▲）が論文予想値と一致すれば、係数 $C1$ の方向性や値は正しい、しかし $C1$ 予想の結果は小さすぎた。

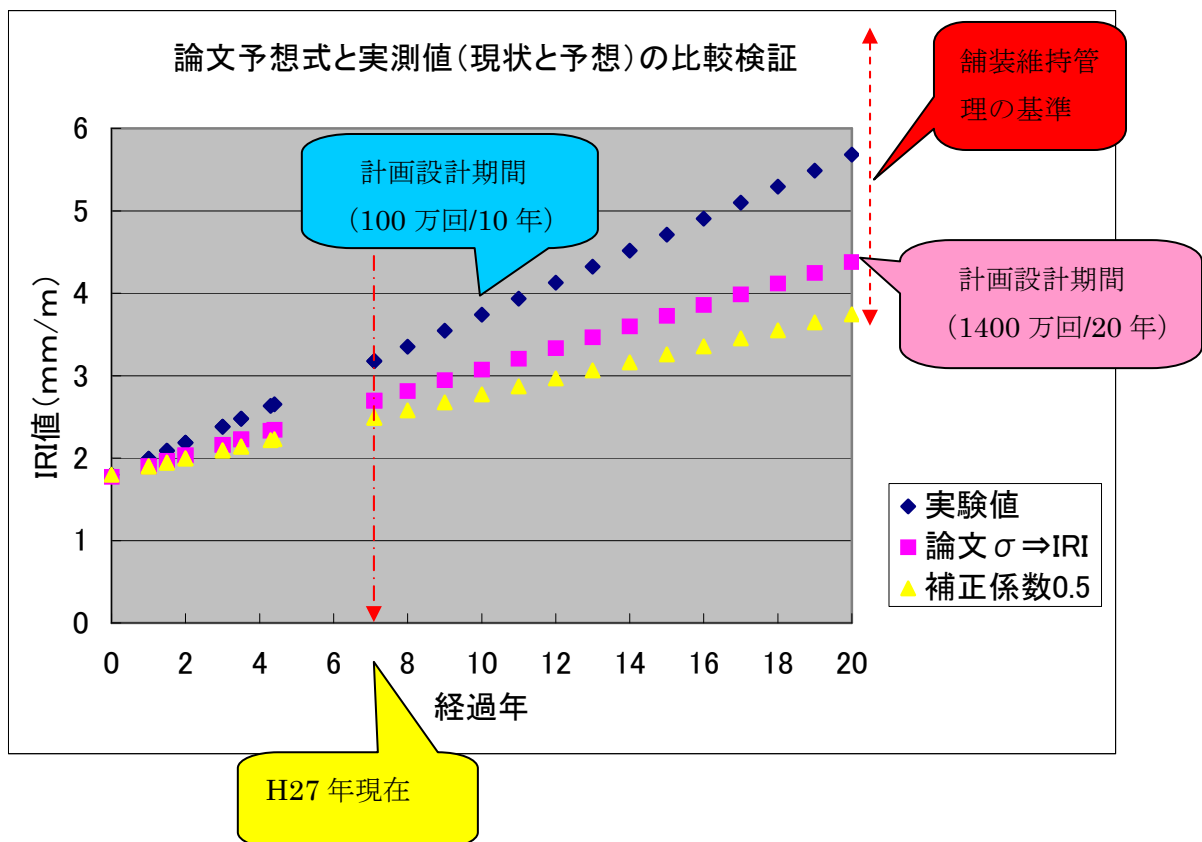
一致させるには「 $C1=0.67$ 」でなければならない。

∴ 計画交通量の違う路面（舗装構造）でも「今回の予測式で予測できる可能性は高い」ことが判った。

但し、

- ① 証に交通区分：「C」の国道データ（基準値=1400 万回/20 年）を使った。
- ② 論文及び検証データ（ $C1=0.5$ ）にはオフセットを調整して、Y 切片を同じにして比較しやすくした。（予測式では傾きが重要）
- ③ $C1$ 係数のみ評価とするため交通量は毎年同じとした。

* 6)



7.2 舗装の設計期間終了時の IRI 値?? (3月末実施) *5)

舗装の設計期間とは、疲労によるクラックが1本縦に入る貫通する状態までとしている。

平坦性に関しては明記が無いので調査することにした。(過去の個別管理では・・・)

7.3 経年追跡調査の実施 (4月末までに実施)

色々な道路での IRI 調査実施例を見つけ、追跡調査を行なう。

8. 追跡調査による予測式精度の検証(広島実験例)

8. 1. 実施期間：4月20日～23日

8. 2. 目的：予測式の予測誤差の精度確認をフィールドデータを用いて行なう。

(1) 認方法：過日調査した路線の3路線を再度調査して、「過年調査結果を基に予測した予測値」と「今回のフィールド調査値」の誤差を統計数から確認・検証する。

(2) 予測の必要性：本年未調査路線も一元管理では現況が必要です。

(3) 下記に今回調査結果と予測結果のエクセルを貼り付けた。(図-1:184号の結果)

(4) 結果の纏め (100m毎・纏め距離) R184号線、県道25号線

(ア) 誤差率 (%) = (予測値 - 実験値) / 実験値 * 100 / 100m 毎 (水色線)

(イ) 統計値↓

	R184	県道25-1号線	25-2
--	------	----------	------

A: 平均値	-3.34	2.85	-3.476
--------	-------	------	--------

B: 標準偏差	17.59	8.97	13.89
---------	-------	------	-------

±1.98σ =	±34.5 (%)	±17.7	±27.5
----------	-----------	-------	-------

(95%発生確率)

「考察」：予想値の誤差率の統計より下記を判断した。

- ① 誤差±35%以内に全データの95%が発生している。
- ② 基準機の測定誤差=±30%以内 (対真なる値)
- ③ 県道25号線はB交通設計設計と思われるので誤差は小さい (同じ舗装構造と思われる)
- ④ 国道 (184号線) の予測も可能であると思われる。
- ⑤ 過小・過大予測となっている部分については、今後、現地踏査を行い原因の追究して今後役に立てる。

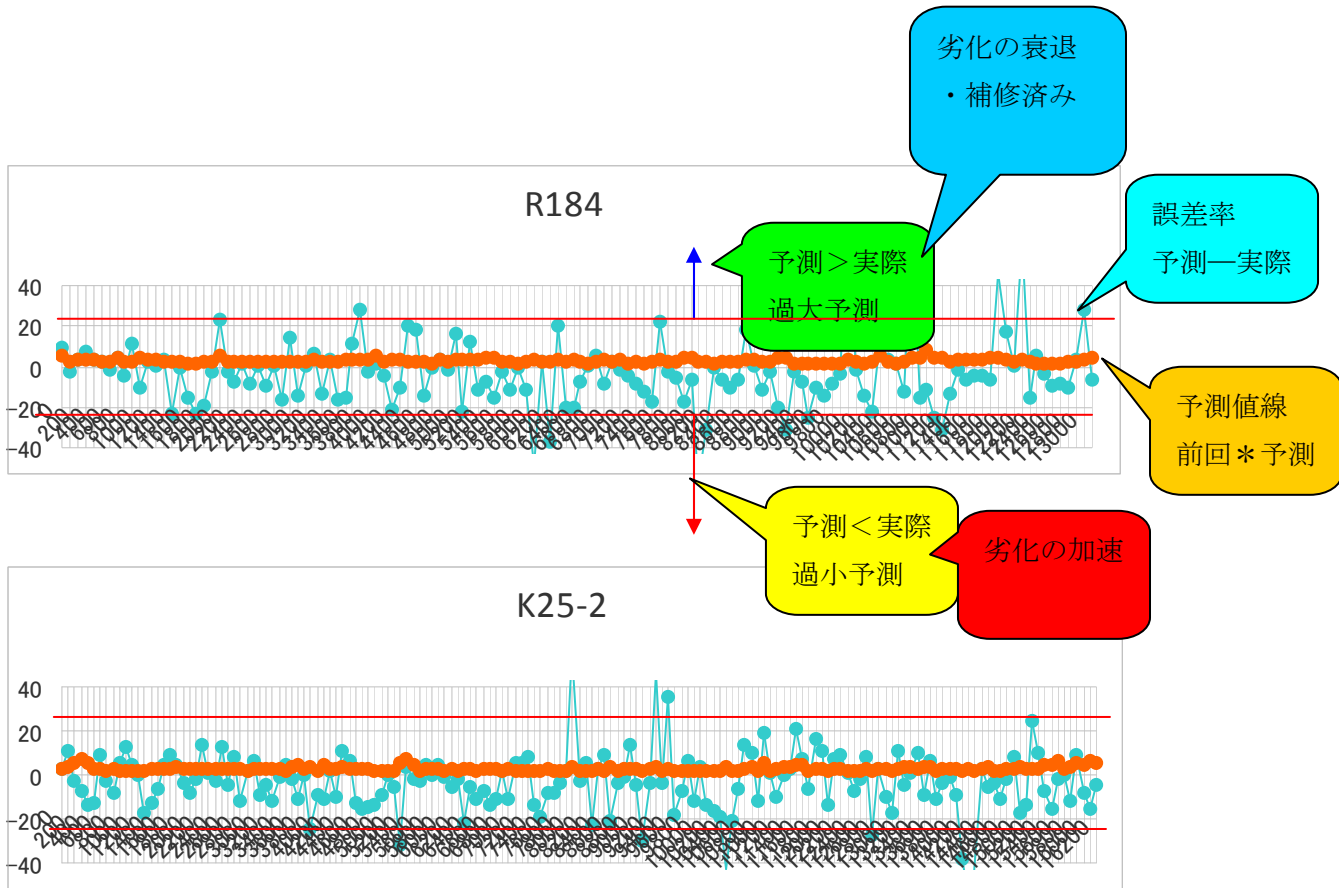


図-1：予測値と実測定値の誤差の例

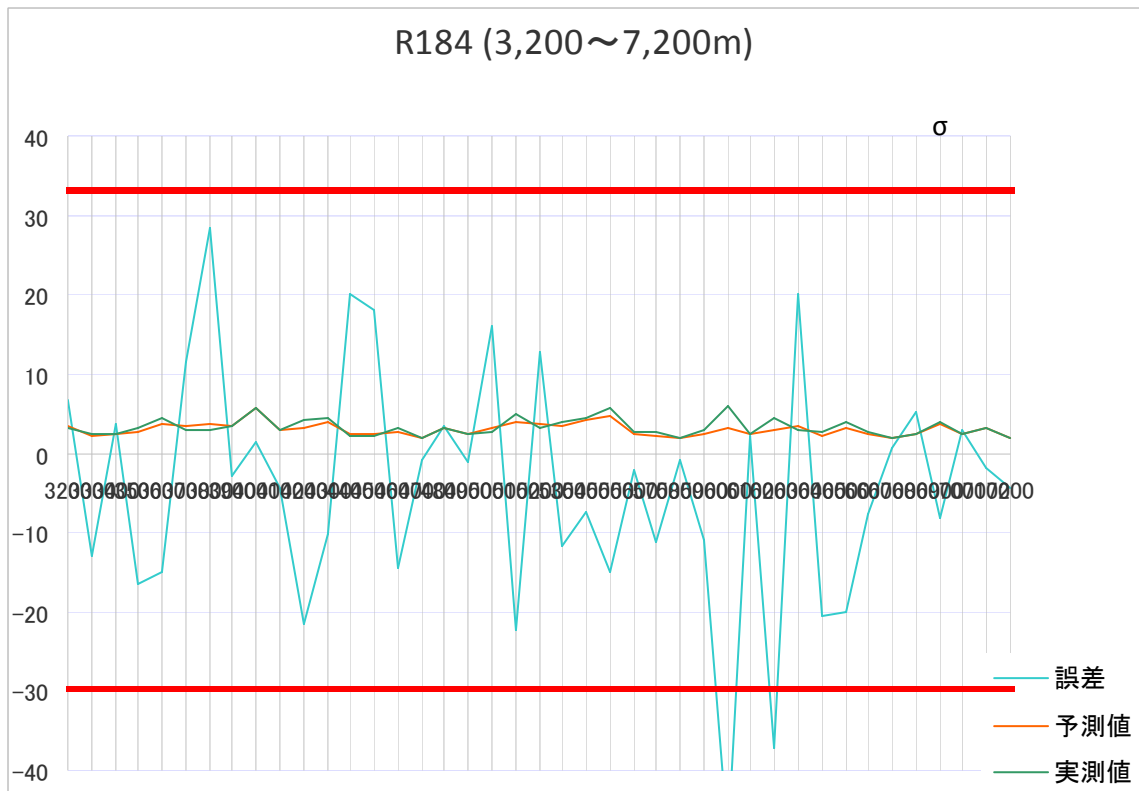
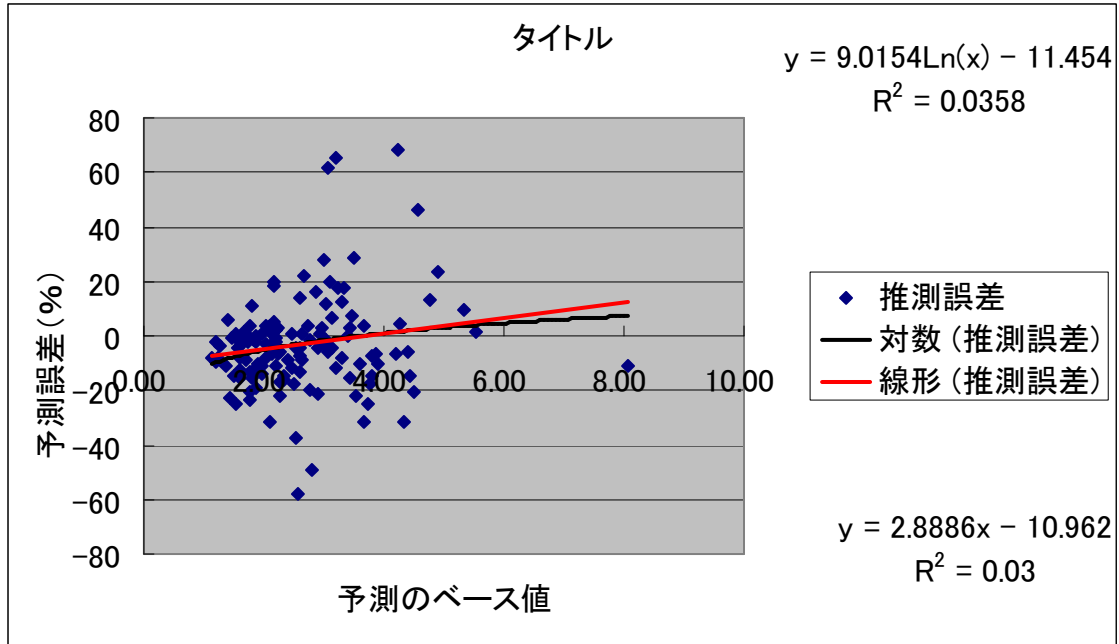


図-2：R184号線の一部拡大図を記す。

考察—2

破損には初期、定常、異常のステップがあるのが一般的である。そこで、184号線の予測結果と破損の状態について原資（IRIが1～8において）の影響を調べた結果を次に示す。

- (1) 原資(破損状態 = r 初期 1～3.5 < 定常 < 8 < 異常)の影響はない事がわかった。(破損状態が初期：小さくとも大きくとも誤差は同じ)
- (2)



9. 現場の資料（一宮市役所道路課提供）

【路線名】

都市計画道路 3・4・24 加茂伝法寺線

【舗装計画交通量】

250台以上1,000台未満 /日・方向 = 具体的設計交通量 : 274台

【舗装構成】

表層（再生密粒度アスコン）	5 c m
基層（再生粗粒度アスコン）	5 c m

上層路盤（粒調碎石M-25）	10cm
下層路盤（再生碎石RC-40）	35cm

10. 参考文献

- * 1) : 瀬藤潮二：多層弾性理論による舗装構造設計の紹介、・・・
- * 2) : 安部ほか：たわみ評価指標に基づく舗装の構造評価、土木学会論文集、No460、V18、1993年2月
- * 3) : **CBR**（California Bearing Ratio）は、地盤試験の一つ。路床土支持力比を求めるものである。アメリカ合衆国カリフォルニア州の交通局の **O.J.Portor** が提唱したものである。道路設計において、路床土を評価するために路床や路盤材料の **CBR** を求める試験を「..
- * 4) : 多田宏行ほか：道路工学、P122 アスファルト舗装の構造設計、オーム社出版局
- * 5) : 舗装性能評価法：疲労破壊輪数、P9 基準値、公益日本道路協会、平成25年版
- * 6) : 谷口聡：舗装データベースを用いた路面性状予測手法の検討：舗装40-7、(2005)

2 Kf0322

文責 Surftechno.jp