

劣化傾向の異なる代表箇所での舗装劣化曲線の構築と検証結果の報告

株式会社オリエンタルコンサルタンツ 正会員 坂口 浩昭
株式会社オリエンタルコンサルタンツ 正会員 森 飛翔
国土交通省 関東地方整備局 関東技術事務所 非会員 沼澤 俊伸
国土交通省 関東地方整備局 関東技術事務所 非会員 河村 功

1. 背景と目的

これまで関東技術事務所では、舗装点検の参考指標とすることを目的に、劣化傾向の異なる代表箇所にて舗装劣化曲線を構築した。また構築にあたっては、代表箇所の劣化傾向を分析し、劣化予測の精度向上を図るとともに、実測値にて検証を行った^{1) 2)}

本稿では、過年度までに劣化曲線を構築した箇所から代表箇所を抽出し、新しく点検した結果を加え舗装劣化曲線の再構築と検証を行った結果を報告するとともに、また舗装の管理現場で活用できるよう、劣化曲線を用いて舗装点検要領に基づく点検結果から路線の経年的な劣化進行が見てわかるよう図化し、とりまとめた結果を報告する。

舗装の劣化と周辺状況との関連性を把握し、舗装劣化曲線の検討へ反映するため、対象である31箇所について路面性状調査結果及び現地状況を図-3のような台帳形式で整理し、舗装の劣化傾向を分析した。

分析の結果、過年度と同様に表-1のような箇所が局所的に劣化していることがわかった。

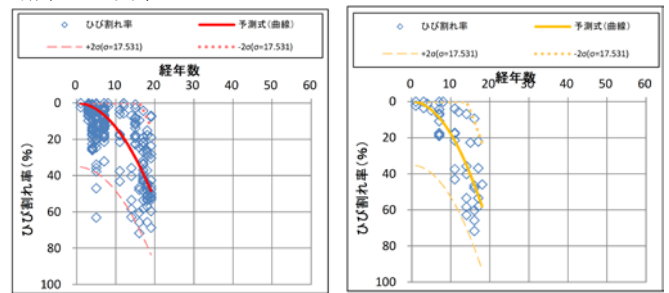


図-1 全体の劣化曲線 (例) 図-2 一般の劣化曲線 (例)

2. 舗装劣化曲線の構築

(1) 本報告での代表箇所

本報告での代表箇所は、過年度に、劣化傾向に関係があると推測される舗装種別、大型車交通量区分、一般雪寒、沿道状況の4項目(合計16分類)により分類し、区間を選定した結果から、主に長野、高崎などの雪寒地域、31箇所に絞り検討を進めた。

(2) 舗装劣化曲線の構築方針

路面性状調査結果のH19年度～R1年度までの実測値を用いて、劣化曲線を構築した。構築方針は、過年度と同様の流れとした。①代表箇所毎に舗装劣化曲線を構築した(以降、「全体」とする)(図-1)②劣化傾向の分析結果から、局所的な劣化が見られる箇所を除外した劣化曲線を構築した(以降、「一般部」とする)(図-2)。③舗装劣化曲線の構築方法として、適合性が不明確なため、最小二乗法による近似式(直線・曲線)と、マルコフ式にて構築した。

(3) 劣化傾向の分析

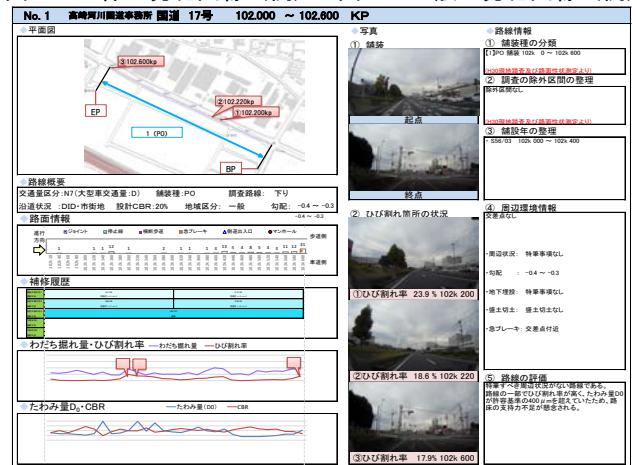


図-3 劣化傾向分析のための台帳 (例)

表-1 劣化傾向分析の結果 (局所劣化要因)

No.	現地状況	局所的な劣化との関係
①	地下埋設物	地下埋設物により舗装下の構造が変わるため、地下埋設物の端部では支持力が一定でなく、負荷が集中する可能性があるため。
②	交差点付近	交差点内・付近では交通動態が通常と異なり、長時間の停車や発進やブレーキによりわだち掘れが発生する可能性があるため。
③	大型車出入口	大型車の交通荷重の集中により、局所的なひび割れやわだち掘れが発生する可能性があるため。
④	橋梁前後区間	橋梁の前後区間では、舗装構造が変わるため応力が集中し、局所的な劣化が発生する可能性があるため。
⑤	水路	水路により舗装下の構造が変わるため、支持力が一定でなく、負荷が集中する可能性があるため。
⑥	雪寒地域	融雪期に地盤中の水が融けることで、舗装内での滞水が起こり路盤等の支持力が低下する可能性があるため。
⑦	盛土区間	周辺と地盤強度が異なり、支持力が一定でなく、負荷が集中する可能性があるため。

4. 舗装劣化曲線の精度検証

(1) 劣化曲線の検証

作成した舗装劣化曲線について、H19年度～R1年度までの実測値にて整合性を検証した。検証方法は、予測値の $\pm 2\sigma$ 内となる確率を算出し、3式のうち最も確率が良いものをカウントした。結果は、表-2の通りである。最小二乗法の曲線式が最も精度よく実測値を捉えていた。本結果についても、過年度までの結果と同様の傾向である。

表-2 劣化予測式の検証の結果

個数	劣化予測式(直線)	全体			一般		
		◎	○	△	◎	○	△
	劣化予測式(直線)	11	18	6	13	11	9
	劣化予測式(曲線)	12	18	5	16	12	5
	劣化予測式(マルコフ)	14	7	14	14	5	14

※◎: $\pm 2\sigma$ 内の割合が95%以上, ○: 95%~90%, △: 90%未満

(2) 良く合致している箇所の要因分析

$\pm 2\sigma$ 内データ割合が95%以上の箇所を良く合致している箇所(16箇所)について、特徴的な傾向を整理した。整理した結果を表-3に示す。要因①~③の様な傾向にある箇所は、整合性が高い。

表-3 良く合致している箇所の特徴的な傾向

項目	要因分析結果	箇所数
要因①	局所劣化部(交差点, 地下埋設物など)の除外により精度向上したため(図-4, 図-5)	6
要因②	経過年毎のばらつきが一定で $\pm 2\sigma$ の範囲が広い	5
要因③	経過年を問わずに区間内の路面性状値が密集しており、ばらつきが少ない	5

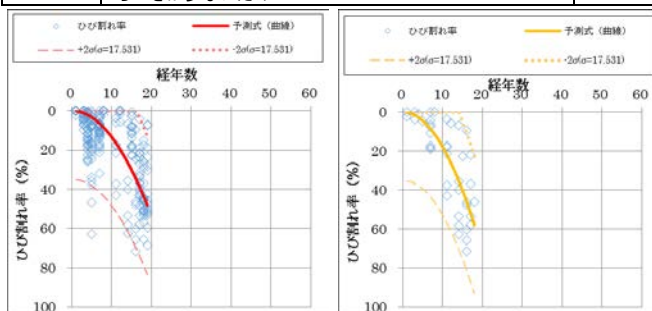


図-4 全体の劣化曲線(例) 図-5 局所劣化除外の劣化曲線(例)

(3) 合致が不十分な箇所の要因分析

$\pm 2\sigma$ 内データ割合が90%未満の箇所を合致が不十分な箇所(5箇所)として、特徴的な傾向を整理した。整理した結果を表-4に示す。要因①, ②の様な傾向にある箇所は、整合性が低い。

表-4 合致が不十分な箇所の特徴的な傾向

項目	要因分析結果	箇所数
要因①	古い舗装の状態が良い	1
要因②	たわみ量が大きい箇所ではひび割れ率の進行が相対的に早い箇所やひび割れ率にばらつきがある箇所	4

(4) R2年度の実測値との整合性

作成した劣化曲線を用いて、今年度のひび割れ率(予測値)を予測し、R2年度の実測値と比較した。その結果、全箇所平均で実測値が予測値の $\pm 2\sigma$ 内に収まる割合は、約70%の精度であった(表-5)。 $\pm 2\sigma$ 内確率が50%以下の箇所について分析した結果、①経年数が古い箇所で損傷が少ない(4件)(図-6)、②計測値にばらつきが見られたため(1件)、③検証のためのデータ数が少ないため(1件)、の3つの要因によるものであった。

No.	$\pm 2\sigma$ 内データ率	No.	$\pm 2\sigma$ 内データ率
1	25%	18	0%
2	73%	19	68%
3	88%	20	37%
4	100%	21	100%
5	100%	22	38%
6	100%	23	57%
7	94%	24	80%
9	100%	25	74%
11	100%	26	18%
12	82%	30	69%
13	0%	31	60%
14	77%	32	60%
15	92%	33	73%
16	78%	34	77%
17	98%	35	92%
		平均	70%

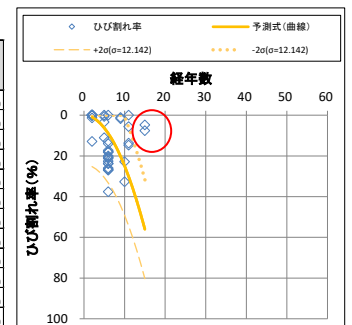


図-6 古い箇所で損傷が少ない例

5. 現場での活用方法検討

点検時の診断や今後の修繕計画の参考指標として活用することを目的に、作成した劣化曲線を用いて、現状と5年後の健全性をGISにて路線上に図化した(図-7)。現状の健全性から5年後にどの程度、健全



図-7 路線上に5年後の健全性を見える化した例

参考文献

1) 坂口ら, 地域別・条件別の代表箇所に関する舗装劣化曲線の構築と検証, 土木学会論文集 E1 (舗装工学), Vol75, No.2, I_9-I_16, 2019

- 2) 坂口ら, 国道事務所毎・路線毎の代表箇所における舗装のひび割れ劣化曲線の構築と検証, 土木学会論文集 E1 (舗装工学), Vol76, No.2, I_153-I_160, 2020