

道路施設の機能部に係る三分法的診断の活用に関する研究

研究予算：運営費交付金

研究期間：平 30～令 2

担当チーム：道路技術研究グループ

特命上席（道路維持管理）

研究担当者：吉田 武

【要旨】

本研究では、診断区分 III の比率を不良率（PD）と呼び、舗装点検要領の下での点検方法の多様化に対応した管理区間 PD の算出方法を明らかにした。その上で、道路管理者が多様な点検方法の中から選択できるようにするため、本研究は主要幹線道路における既存の実測データを用いた適用事例を通じて、算出方法が管理区間 PD および管理区間 PD に基づく予算配分比に及ぼす影響を分析した。その結果、管理区間 PD については評点化の方法による差が大きく属性法が変量法よりも高い値となること、管理区間 PD に基づく予算配分比については評点化の方法による差は小さいことがわかった。

キーワード：維持管理品質保証、修繕、補修、基準内率、目視点検

1. はじめに

道路施設は構造部と機能部により構成されており、例えば舗装では表層が機能部に相当する。舗装点検要領は診断の区分を I（健全）、II（表層機能保持段階）、III（修繕段階）と三分法的に規定しており、管理区間の修繕需要を当該区間における区分 III の施設数量により表すことができる。一方で、舗装点検要領は、道路の分類、管理基準・使用目標年数の設定、点検頻度・点検手法の設定等について道路管理者の判断に委ねている。このため舗装点検要領の下では多様な点検方法が可能であり、道路管理者は点検により得られる情報と必要なコストを勘案した上で点検方法を選択することができる。

本課題は、区分 III の施設数量は区分 III に係る区分比率である不良率（Percent Defective: PD）を全施設数量に乗じて得られることに着目した。舗装の診断区分と測定データの度数分布を図-1 に示す。道路管理者による点検方法の選択にあたり根拠となり得る技術的知見を提供するため、点検方法が維持管理水準の評価、修繕・補修ニーズの評価等、現場における診断結果の活用にあたり影響の確認を行ったものである。

2. 研究方法

2.1 多様化する点検の方法の選択肢の提案

道路施設の点検における評点化の方法、評価単位区間データ、点検手法、調査の方法について選択肢を提案するため、米国における品質保証（Quality

Assurance）等に係る文献調査を行った。

2.2 各選択肢の得失の検証

現場における診断結果の活用場面に応じた得失について比較するため、各選択肢が維持管理水準の評価および修繕・補修ニーズの評価に及ぼす影響を確認した。維持管理水準の評価指標として管理区間の PD（管理区間 PD）を用い、修繕・補修ニーズの評価指標として区分 III の施設数量による予算配分比を用いた。

国内の主要幹線道路におけるアスファルト舗装に係る既存の実測データに基づき、100 個の評価単位区間（各 100m）よりなる延長 10km の管理区間を 6 区間設定した。それぞれの評価単位区間から、わだち掘れ量の平均値と最大値を抽出（合計で 600 組）した。属性法による場合の評価単位区間データである基準内・不良の別は最大値により決定できるが、

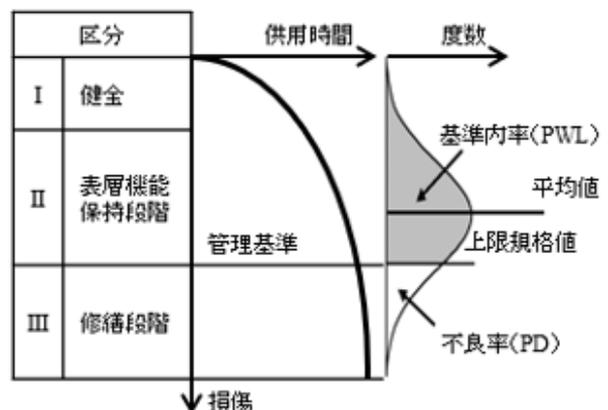


図-1 舗装の診断区分と測定データの度数分布

表-1 上限規格値による場合の管理区間 PD の算出方法

評点化の方法		変量法	属性法
点検手法	機器を用いた手法		目視による診断と延長測定
			目視による診断のみ
評価単位区間データ		複数の測定データ	PD
調査の方法	全数調査	不良率に変換し 算術平均	算術平均 $p = k/n$
	点推定	$Q_U = \frac{USL - m}{s}$ FHWAのPD表	算術平均 $p = k/n$
	標本調査 区間推定	$Z_L = -Q + Z_{\alpha/2} \sqrt{\frac{1}{n} + \frac{Q^2}{2n}}$ $Z_U = -Q - Z_{\alpha/2} \sqrt{\frac{1}{n} + \frac{Q^2}{2n}}$ 標準正規分布表	$m - t_{\alpha}(n-1) \frac{u}{\sqrt{n}} < \mu$ $\mu < m + t_{\alpha}(n-1) \frac{u}{\sqrt{n}}$ 自由度n-1の t分布
			$\frac{1}{B(k, n-k+1)} \int_0^p z^{k-1} (1-z)^{n-k} dz = \alpha/2$ $\frac{1}{B(k+1, n-k)} \int_p^1 z^k (1-z)^{n-k-1} dz = \alpha/2$ AFDTCの統計数値表

注) 評価単位区間の延長が一様に100mであることを前提. 区間推定は両側推定.
Federal Highway Administration, Air Force Development Test Center.

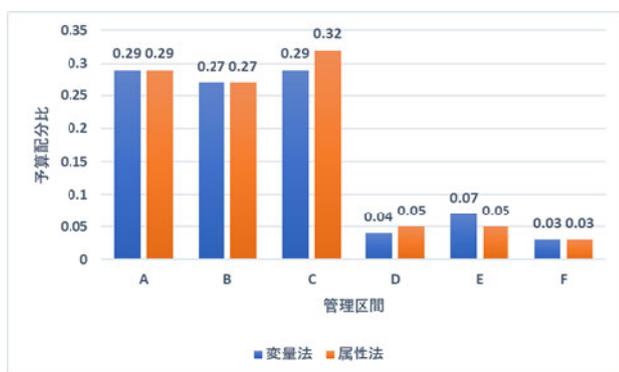


図-4 変量法と属性法による管理区間 PD に基づく予算配分比

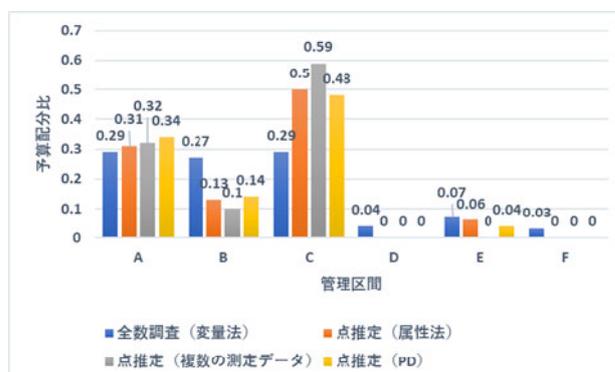


図-5 全数調査と点推定による管理区間 PD に基づく予算配分比

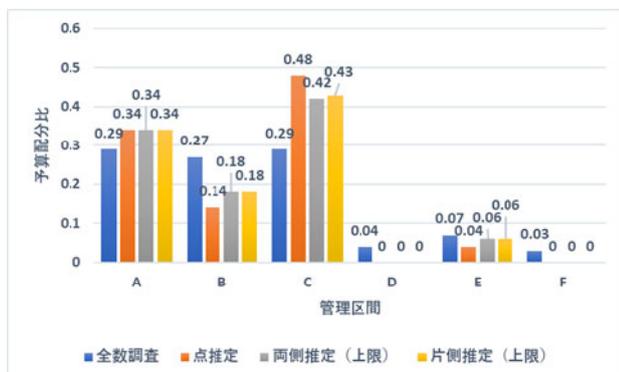


図-6 PD を用いた変量法による管理区間 PD に基づく予算配分比

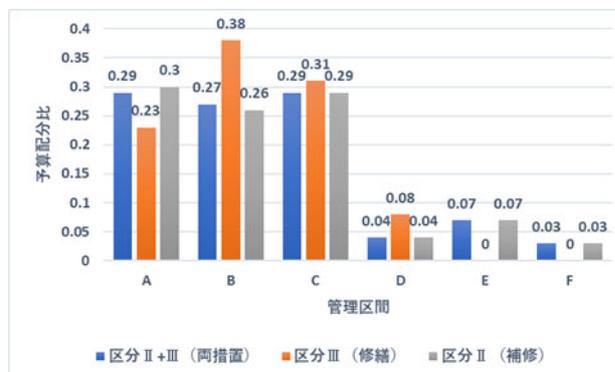


図-7 2段階の上限規格値の下での管理区間 PD のうち変量法による管理区間 PD に基づく予算配分比

管理区間においても、3通りの点推定の結果に大差はない。管理区間BとCにおいて全数調査と点推定の結果が乖離しているのは、標本が母集団の性質を反映していないことによるものと考えられる。

2) 全数調査と区間推定

図-6に、PDを用いた変量法による管理区間PDに基づく予算配分比を示す。この図によると、両側推定と上限のみの片側推定の予算配分比に係る推定精度は大差ないが、点推定よりも若干ではあるが高い。

3. 2. 3 修繕需要と補修需要の分離

図-7に、2段階の上限規格値の下での管理区間PDのうち変量法による管理区間PDに基づく予算配分比を示す。ここで、区分IとIIの境界を補修基準、区分IIとIIIの境界を修繕基準とし、補修基準を上限規格値として両措置に係るPD、修繕基準を上限規格値として修繕に係るPDを得た上で、両PDの差を補修に係るPDとした。留意すべきは、両PDの差が変量法では区分IIと診断された部分の割合を表すのに対し、属性法では区分IIIと診断された評価単位区間に存在する区分II相当部分を反映していないことである。この図のように、変量法によることで、修繕に係る予算配分比に加え、補修に係る予算配分比も決定することが可能になる。

3. 3 時間軸を考慮した評価方法の検討結果

3. 3. 1 標本調査における母集団の設定基準

舗装点検要領は管内の道路を分類A~Dに区分することとし、舗装劣化の緩急を決定する要因として大型車交通量を例示している。本研究では、管理区間は区分された道路であり母集団として推定できるものとした。しかし、舗装のパフォーマンスすなわち交通による舗装の時間的な損傷遷移は舗装の構造により異なっており、舗装構造も加味した母集団の設定が必要である。

3. 3. 2 時間軸を考慮したPD

本研究は注目する区間の全体が同一のパフォーマンスカーブにより特徴付けられる前提でありながら、その内容は点検時点における横断面的な比較にとどまった。交通条件と道路条件を考慮して母集団が設定され当該前提が成立する場合には、時間軸を考慮した計画的修繕の検討が可能となる。例えば、本研究は診断による舗装状態の判定は測定データだけで決定されるものとし、「管理基準に照らし早期の超過が予見される状態」を区分IIIに含めていない。予防保全の観点からは当該状態での修繕が重要である。本研究では補修需要と定義した区分IIの施設数量の

一部を次年度の修繕需要と定義することも可能である。

4. まとめ

本研究では、評点化の方法と点検手法により決まる評価単位区間データについて、調査と推定の方法に応じた管理区間PDの算出方法を整理した。その上で、既存の実測データを用いた適用事例を通じて、算出方法が管理区間PDと予算配分比に及ぼす影響について検討を行った。その結果、以下のことがわかった。

- 1) 管理区間PDについては評点化の方法による差が大きく、属性法が変量法よりも高い値となる。管理区間PDに基づく予算配分比については評点化の方法による差は小さい。
- 2) 両側推定と上限のみの片側推定の予算配分比に係る推定精度は大差ないが、点推定よりも高い。
- 3) 修繕と補修に係る需要を分離するためには、管理区間について三分法的な評価を行う必要がある。機器を用いた手法により評価単位区間データとして複数の測定データを得る場合は1回の点検により可能である当該評価が、二分法的な目視点検の場合は2回の点検を必要とし、属性法による場合は評価に反映されない部分が存在する。

今後は、本研究で提案した方法について、実証分析の対象としてとりあげた道路区間と異なる環境での分析を蓄積することで、その有効性を継続的に確認する必要がある。

参考文献

- 1) 吉田武:「点検方法の多様化の下での道路舗装の不良率の算出と修繕予算の配分」、土木学会論文集E1(舗装工学)、Vol. 74、No. 2、pp. 30-41、平成30年8月

A STUDY ON PRACTICAL USE OF TRICHOTOMOUS DIAGNOSIS CONCERNING FUNCTIONAL PARTS OF ROAD FACILITIES

Research Period : FY2018-2020

Research Team : Road Technology Research Group
(Road Maintenance)

Author : YOSHIDA Takeshi

Abstract : This research, calling a condition state rate for state three “percent defective: PD”, proposed calculation methods of the PD for corridors, corresponding to diversified methods of inspecting under the pavement inspection guideline. Moreover, in order for the road administrators to select one of the diversified methods, the research investigated calculation methods’ influence on the PD for corridors and budget allocation ratio based on them. As a result, it is clarified that rating methods much influenced the PD for corridors with a higher value by method of attributes than by method of variables, and less influenced budget allocation ratio based on PDs.

Key words : maintenance quality assurance, rehabilitation, maintenance, percent within limit, visual inspection