

リスクに基づく落石・橋梁・舗装の統合的アセットマネジメント評価手法の検討 -舗装の劣化リスク評価モデルの構築を中心として-

岐阜大学 学生会員 ○浅川 大

岐阜大学 正会員 本城 勇介

岐阜大学 正会員 大竹 雄

1. 目的

本研究は岐阜大学が進めているリスクを考慮したアセットマネジメント手法の開発の一環をなすものである。その特徴は、舗装、橋梁、危険斜面を対象とし、それらを同時に扱うことで、より効率的にネットワークの安全性を確保することである。具体的には、道路施設の維持管理にリスク評価の手法を用いることで複数工種における対策必要性を一元的に定量評価し、道路ネットワーク全体のリスクを効率的に減少させる道路施設あるいは区間を抽出する方法を示す¹⁾。現在までに、道路斜面の落石と橋梁の劣化のリスク評価を行うモデルが開発されている。ここでは舗装の健全性評価方法の構築を目指している。

2. 研究方法

舗装の健全性は、MC I で評価されるのが一般的であるため、本研究でもMC I を用いる。まずMC I とは、道の状態を表す指標のことである。定義として、(1)式を示す。

$$MCI = 10 - 1.51C^{0.3} - 0.3D^{0.7} \quad (1)$$

Cはひび割れ率(%), Dはわだち掘れ量(mm)を表す。判断基準として、岐阜県メンテナンスプラン²⁾に示されているものを表1に示す。

2.1 データベースの整備

岐阜県が管理する舗装の維持管理に関するデータを3つ収集した(表2)。a~cまでのデータは情報管理が距離標と緯度経度で異なるため、これらの関連をみることは難しい状況であった。そこでGISを用いて、これらのデータを関連づけた「舗装劣化リスク検討データ」を作成した。これにより基本情報、MCI、穴ぼこ発生確率、舗装の経過年の相関分析を行うことが可能になった。

2.2 穴ぼこ発生確率のモデル化

舗装の維持管理には、MC I 値が一般的に用いられてきたが、その物理的意味は、定性的に定められたものである³⁾。そこで道路の使用性を考えた場合のリスク事象である舗装の穴ぼこ発生との関連を検討する。データ数が多いため交通量区分で分けて解析を進める(表-3)⁴⁾。また穴ぼこ発生確率の定義として(2)式を示す。

$$\text{穴ぼこ発生確率} = \frac{\text{各項目単位毎の穴ぼこ発生したデータ数}}{\text{各項目単位毎のデータ数}} \quad (2)$$

MC I の場合：MC I 1.0 区間毎

ひび割れ率の場合：ひび割れ率 10 区間毎

わだち掘れ量の場合：わだち掘れ量 5.0 区間毎

次に、穴ぼこ発生確率を β 分布に当てはめる。 β 分布は(0, 1)上の確率分布で、確率密度関数は(3)式、(4)式で示す⁵⁾。

$$f(x) = x^{\alpha-1}(1-x)^{\beta-1} / B(\alpha, \beta) \quad (3) \quad (0 < x < 1)$$

$$B(\alpha, \beta) = \int_0^1 x^{\alpha-1}(1-x)^{\beta-1} dx \quad (4)$$

ただし $\alpha > 0, \beta > 0$ 。

3. 研究結果

3.1 穴ぼこ発生確率のモデル化

穴ぼこ発生の有無(safe/out)についてMC I のヒストグラムを交通量区分毎に描いた。例として交通量区分Bを取り上げる。図-1を見ると、safeのMC I 値の平均が5.0、outの平均が6.0となり、outの方が平均的にMC I の状態が悪い。これは交通量区分B以外でも共通した傾向である。outのヒストグラムを見ると、MC I 値=4付近で穴ぼこ発生数がピークを示す。一般的に舗装の目安としてMC I 値=4を超えると補修を行うとされているが、図-1はこれと整合する結果と言える。

(2)式にしたがって、穴ぼこ発生確率に対するMC I、ひび割れ率、わだち掘れ量のそれぞれの関係を図-2, 3, 4に示す。図-5はMC I と穴ぼこ発生確率の関係を β 分布によりモデル化したグラフである。全交通量を β 分布に当てはめた場合のパラメータは $\alpha = 1.057$, $\beta = 0.309$ となる。図-2を見るとMC I が小さくなるにつれて、穴ぼこ発生確率が大きくなり、MC I =4付近で全ての交通量区分の穴ぼこ発生確率は30%と高い値になった。また交通量が大きくなるにつれて劣化が早く、穴ぼこ発生確率も大きくなると推測したが、交通量区分L, A, B, Cは概ね同じ曲線となり、異なる交通量区分で明瞭な差は見られなかった。MC I だけでなくひび割れ率、わだち掘れ量でも同様な傾向が確認できた。しかし(2)式の「各項目毎のデータ数」がMC I の大きさによって異なるため、各区間で計算された穴ぼこ発生

確率の重みに違いが生じる．そのためデータ数が少ない箇所は，一つの穴ぼこ発生数に影響されやすいことがいえる．

4. 今後の課題

本研究は，穴ぼこの実発生データを多数収集しM C I から穴ぼこ発生確率を予測できるモデルを構築した．今後は飛騨圏域の舗装に関するデータを用いてリスク評価を作成する．最終的に舗装に橋梁，落石の解析結果を加えた3つの異なる社会基盤施設を統合的に評価できるリスクマネジメントの手法の開発を目指す予定である．

表-1 M C I 判断基準¹⁾

MCI値	維持管理の基準
3未満	早急に補修が必要
3未満以上4未満	全面的な補修が必要
4以上5未満	部分的な補修が必要
5以上	望ましい管理水準

表-2 収集した岐阜県が管理する舗装データ

	位置情報	得られる情報
a.H23MCIデータ	距離標(KP)	基本情報(道路種別，交通量など) MCI値(データ数9730)
b.H23穴ぼこデータ	緯度経度(GPS)	基本情報(道路種別，交通量など) 穴ぼこ発生位置(データ数10558)
c.H16MCIデータ	距離標(KP)	基本情報(道路種別，交通量など) MCI値(ひび割れ率，わだち掘れ量) 舗装の施工年(経過年)(データ数2770)

表-3 交通量区分

交通量区分	大型交通量(台/日・一方向)
L	100未満
A	100以上～250未満
B	250以上～1000未満
C	1000以上～3000未満
D	3000以上

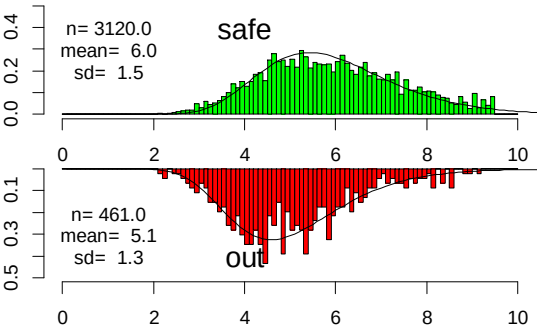


図-1 M C I ヒストグラム(交通量区分B)

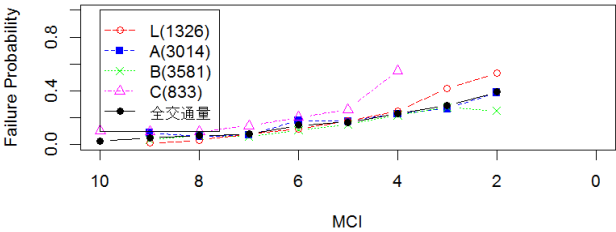


図-2 MCI と穴ぼこ発生確率の関係

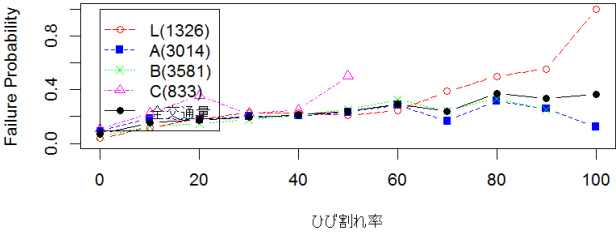


図-3 ひび割れ率と穴ぼこ発生確率の関係

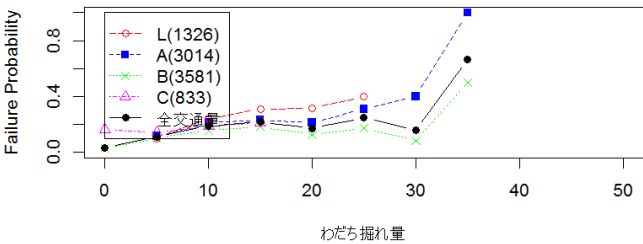


図-4 わだち掘れ量と穴ぼこ発生確率の関係

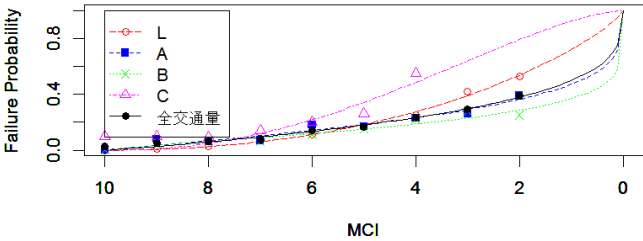


図-5 M C I の β 分布への当てはめ

参考文献

- 1) 杉浦，金森，高木，倉内，森本：リスク評価の基づいた道路施設の総合維持管理手法の開発，土木学会論文集F4（建設マネジメント），Vo1. 67, No. 4,
- 2) 岐阜県 県土整備局 道路維持課：社規資本メンテナンスプラン 行動方針（案），2012
- 3) 建設省土木研究所：舗装の維持修繕の計画に関する調査研究，第35回建設省技術研究会，1981
- 4) 日本道路協会：舗装の構造に関する技術基準同解説，2001
- 5) 東京大学出版会：統計学入門，2003