

1m×1m メッシュを考慮した高速道路舗装の劣化予測

大阪大学大学院工学研究科

学生会員

○荒木 駿

西日本高速道路株式会社

正会員

洲崎 尚樹

大阪大学大学院工学研究科

正会員

小濱 健吾

大阪大学大学院工学研究科

正会員

貝戸 清之

1. はじめに

ひび割れは道路の舗装の代表的な劣化形態であり、ひび割れの程度の評価指標としてひび割れ率が用いられている。ひび割れ率は評価区間内の舗装路面全体を均等に評価することにより算出される。しかし、近年、高速道路では密粒度アスファルト舗装から排水性を有する高機能舗装へと更新が進み、劣化の形態が大域的な損傷から局所的な損傷へと変化してきている。したがって、現行のひび割れ率の算出方法（以下、現行の方法）では、舗装に生じるひび割れを適切に評価できていない可能性がある。そこで本研究においては、高機能舗装にふさわしい損傷評価法の選定の前段階として、ミクロな視点から舗装の劣化予測を行う。具体的には、1m×1m のメッシュ単位で記録された舗装の損傷状態をメッシュごとにレーティング化し、マルコフ劣化ハザードモデル 1)を適用する。これまで舗装の劣化過程に当モデルを使用した例はいくつかあるが、それらはひび割れ率を用いたマクロな視点からの劣化予測であった。ミクロな視点から劣化予測を行ったという点に本研究の新規性がある。

2. 分析方法

本研究においては、図-1 に示すような、舗装の表面を撮影し損傷の種類ごとに色付けがなされた画像を使用する。西日本高速道路株式会社が管轄する、同一路線において 2 時点（平成 23 年度と平成 26 年度）でこの画像が取得されているある路線のうち、上りの第一走行車線を対象とした。ただし、2 時点の同一メッシュを紐付ける際に KP（キロポスト）を使用した。1 つ 1 つのメッシュに記録された KP が同一メッシュであるにもかかわらず 2 時点間で必ずしも一致しないという問題があったため、対象路線の中でも KP によって 2 時点間で紐付けられるメッシュのみを使用した。対象路線 59.5km のうち、こうして得られた計約 7.3km の部分を分析に使用した。

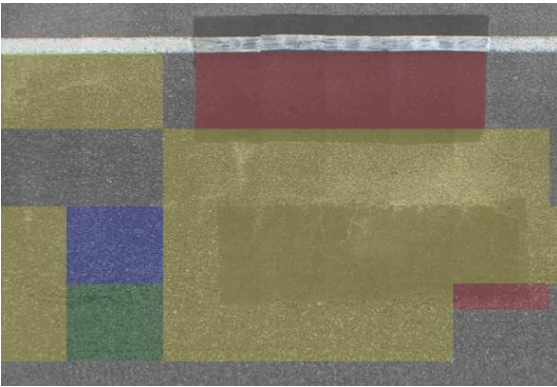


図-1 損傷の画像データ(1m×1m メッシュ)

図-1 のメッシュの色と損傷の種別とレーティング化した健全度の対応を表-1 に示す。本研究においては、損傷は無傷の状態から線状ひび割れ（線状横ひび割れおよび縦ひび割れ）、面状ひび割れ、そしてパッチング補修に至ることを想定している。

2 時点間の点検間隔としては、それぞれの画像の撮影年月日が不明であったため、単純に 3 年であるとした。あるメッシュにおける平成 23 年度の健全度を事前健全度、平成 26 年度の健全度を事後健全度とし、点検間隔を 3 年としてマルコフ劣化ハザードモデルを適用する。マルコフ劣化ハザードモデルの詳細は参考文献に譲る。

マルコフ劣化ハザードモデルではサンプルごとの特徴を表現するために説明変数を使用することが可能である。本研究においては、説明変数として 0 と 1 のダミー変数を使用して構造特性と位置特性を表現する。

表-1 健全度と損傷の対応

健全度	色	損傷の状態
1	無	損傷の無い状態
2	青、緑	線状横ひび割れ、縦ひび割れ
3	黄	面状ひび割れ
4	赤	パッチング補修箇所

キーワード

舗装, マルコフ劣化ハザードモデル, 劣化予測

連絡先

〒565-0871 大阪府吹田市山田丘 2-1 工学研究科 AR-605 社会基盤マネジメント学領域 Tel 06-6879-7622

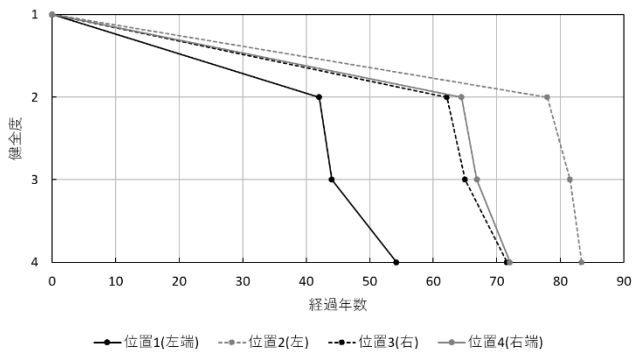


図-2 位置特性ごとの期待劣化パス

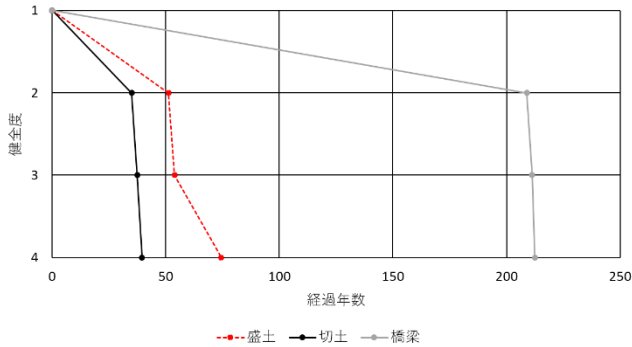


図-3 構造特性ごとの期待劣化パス

構造特性は盛土、切土、橋梁の3つに分類される。位置特性は道路を横断方向に4分割した位置であり、進行方向左から位置1,2,3,4とする。分析に使用したサンプルの中に構造特性が不明である箇所がいくつか存在したため、構造特性を説明変数として使用する分析においては構造特性不明部を除いたデータを使用する。得られたデータから事前健全度より事後健全度が回復しているような不適切なサンプルを除いたものをデータセット1とし、位置特性を説明変数に使用した分析に使用、そしてデータセット1から構造特性不明部を除いたデータセット2を、構造特性を説明変数に使用した分析に使用する。詳細を表-2に示す。

3. 分析結果

図-2と図-3、図-4に分析結果を示す。図-2および図-3は各位置特性および各構造特性の劣化過程の特徴

表-2 各データセットの詳細

名称	データセット1	データセット2
対象	位置特性	構造特性
使用した距離	7,301km	6,633km
サンプルサイズ	29,117	26,465
内訳	位置1: 7,261	盛土: 15,557
	位置2: 7,284	切土: 3,813
	位置3: 7,282	橋梁: 7,095
	位置4: 7,290	

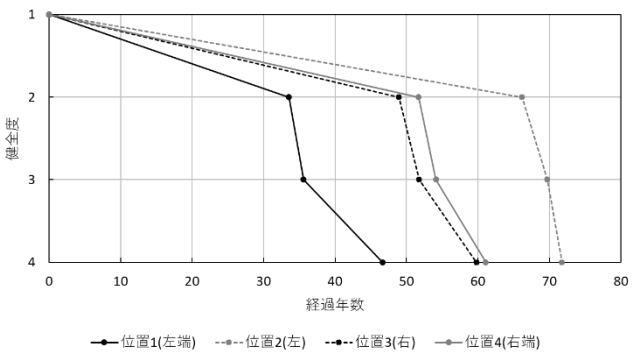


図-4 位置特性ごとの期待劣化パス（橋梁除く）

を表す期待劣化パスである。図-2および図-3からは全体的な傾向として、健全度1(損傷なし)から健全度2(線状ひび割れ)に落ちるまではかなりの時間がかかるが、健全度2からはかなり早く劣化が進行することがわかる。ここで注意すべきは図-3から盛土・切土(以下、土工部)と橋梁の劣化過程が大きく異なることである。土工部ではあるメッシュの損傷がパッチングするに至るまでに50年程度であるのに対し、橋梁ではその4倍近くの年数がかかる。そのため、橋梁ではひび割れを経ずに急速にポットホールに至るなど、土工部と橋梁の舗装の劣化過程は全く異なることを考慮する必要がある。そこで図-4にはデータセット1から橋梁を除いた上での位置特性ごとの期待劣化パス分析結果を示す。図-3からは、土工部の舗装がパッチング補修に至るまでには50年から70年程の年数がかかることがわかる。この結果は舗装の寿命はおよそ10年であるという従来の知見に一見矛盾しているが、実際には路面のすべての要素がパッチング補修に至るまでの損傷を受けることではなく、路面のある程度の部分が線状ひび割れなどの状態になることを寿命とするため、矛盾しているわけではない。

4. おわりに

本研究においては舗装の1m×1mのメッシュに対してマルコフ劣化ハザードモデルを適用した。そして、各メッシュの劣化傾向を表現する期待劣化パスを導出した。その結果、橋梁と土工部では劣化過程が大きく異なること、また土工部では路面が最終段階に至るまでに50年程度の年数がかかることがわかった。今後は本研究で得られた結果を使用して、高機能舗装にふさわしい損傷評価法の選定を試みる。

参考文献

1) 津田尚胤, 貝戸清之, 青木一也, 小林潔司: 橋梁劣化予測のためのマルコフ推移確率の推定, 土木学会論文集, No.801/I-73, pp.68-82, 2005.