

パターン認識による高機能舗装の補修の意思決定で重視される項目の抽出

西日本高速道路株式会社	正会員	○中村 和博
西日本高速道路株式会社	正会員	堤 浩志
大阪大学大学院工学研究科	正会員	小濱 健吾
JFE エンジニアリング株式会社	非会員	荒木 駿
大阪大学大学院工学研究科	正会員	貝戸 清之

1. はじめに

NEXCO 西日本が管理している高速道路では高機能舗装が標準となり、密粒度舗装からの更新が進んでいる。高機能舗装の損傷は局所的に発生する特徴があるが、これを評価するひび割れ率は、評価区間内の舗装路面全体を均等に評価して算出される。このため、現行の方法は、高機能舗装の局所的な損傷を適切に評価できていない可能性がある。

そこで、本研究は、高機能舗装にふさわしい損傷評価法の策定に向け、実路で得られた路面性状データと実際の補修履歴から、高機能舗装の補修の意思決定で重視されている項目をパターン認識により抽出した。

2. 分析方法

本研究の流れを図1に示す。本研究では、九州自動車道（福岡 IC～みやま柳川 IC（57km））の上り線・走行車線において2011年と2014年に測定された路面性状データと、その間に実施された補修履歴の情報を使用した。路面性状データは、図2に示すとおり、車線縦断方向1m間隔×車線横断方向0.875m間隔（4分割）のメッシュを1単位とし、それぞれのメッシュに車線上の位置と損傷状態の情報が与えられている。

次に、マルコフモデルによる劣化予測¹⁾から、補修直前の各メッシュの損傷状態をシミュレーションした。

このようにして準備したデータについて、線形識別モデル²⁾を用い、各メッシュの車線上の位置と損傷状態が高機能舗装の補修の意思決定に与える影響を分析した。

また、基層のはく離に起因する深刻な損傷は、1メッシュの単位よりやや広い範囲で発生しているものと考えられる。この状態を区別するために、教師なし学習のひとつであるクラスタリングを行った。なお、本研究では、いくつかのクラスタリング手法の中でも、クラスターごと確率分布を獲得可能な混合ガウスモデルによるクラスタリング²⁾を行った。

3. 線形識別モデルによる分析結果

線形識別関数のパラメータの学習ベクトルは、車線上の位置1～4（図2参照）とシミュレーションした補修直前の損傷状態（線状ひび割れ、面状ひび割れ、パッチング）の2パター

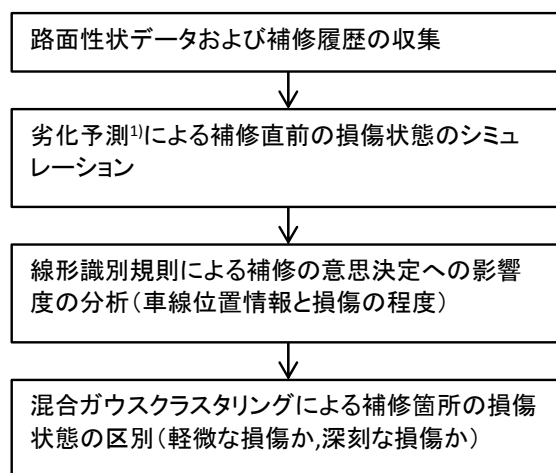


図1 本研究の流れ

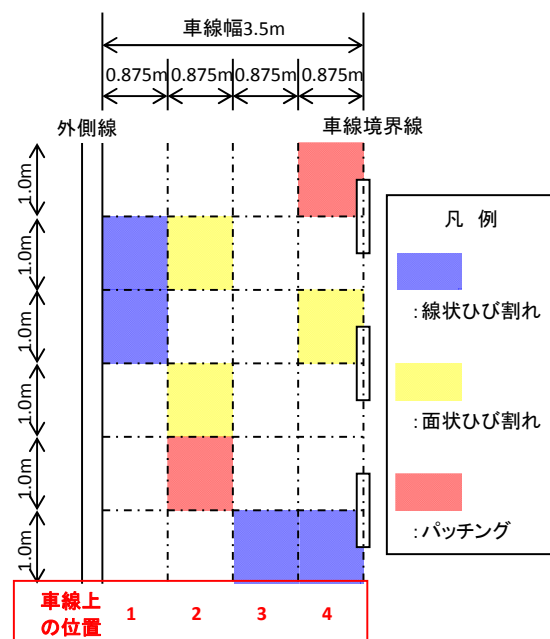


図2 路面性状データの例

キーワード：高機能舗装、損傷評価、パターン認識、線形識別モデル、混合ガウスモデル

連絡先：〒530-0003 大阪市北区堂島 1-6-20 西日本高速道路(株)技術統括課 TEL06-6344-7095

ンを用意した。教師入力は、補修履歴の情報から、補修がなされたメッシュには 1, なされていないメッシュには-1 を与えた。このようにして分析した線形識別モデルのパラメータ値を 図 3 および 図 4 に示す。双方の図において、パラメータ値が正の値で大きくなるほど、補修の意思決定への影響が大きいことを意味する。

図 3 から、車両のタイヤが通過するホイールパスに該当する位置 2 および 4 のパラメータ値が大きく、非ホイールパスの位置 3 のパラメータ値が小さい。このことから、補修の意思決定においては、ホイールパスに発生している損傷が重視されている。また、図 4 では、線状ひび割れ→面状ひび割れ→パッチングの順にパラメータ値が大きくなっており、損傷の深刻度に応じて補修の意思決定がされている傾向が確認できる。

4. 混合ガウスモデルによるクラスタリング結果

混合ガウスクラスタリングに使用したデータは、補修がなされた箇所について、車線縦断方向 5 メッシュ (5m) × 車線横断方向 4 メッシュ (3.5m) を 1 ブロックとし、ブロック内のメッシュに 図 4 のパラメータ値に応じた点数を与え、進行方向に和をとって 4 次元ベクトルの変数とした。分析に用いたブロック数は 1,193 である。

分析結果を表 1 に示す。N は各クラスに分類されたブロックの数、 π は混合ガウス分布の混合率、 μ は平均ベクトル、 $\|\mu\|$ はノルム、 Σ は分散共分散行列である。

クラスタ 1 に分類されたブロックは損傷の程度が小さく、その範囲も狭い。一方、クラスタ 2 のブロックは幅広い損傷形態をとっており、2 つのクラスタのノルムを比較するとクラスタ 2 はクラスタ 1 の 11 倍程度と深刻な損傷を示している。このことから、本分析により、基層のはく離に起因する深刻な損傷を区別することができると考えられる。

5. おわりに

本研究により、局所的な損傷が発生する高機能舗装においては、ホイールパスに発生している深刻な状態の損傷が、補修の意思決定で重要視されていることが明らかになった。また、車線縦断方向に 5m の範囲のブロックを評価することにより、基層のはく離に起因する深刻な損傷を区別することができると考えられる。今後、これらの知見を踏まえ、高機能舗装にふさわしい損傷評価手法の策定に向け、研究を進めていく。

参考文献

1) 荒木他：1m×1m メッシュを考慮した高速道路舗装の劣化予測，土木学会第 73 回年次学術講演会，論文 No. V-663，2018.

2) C.M.ビショップ：パターン認識と機械学習-ベイズ理論による統計的予測- 上・下，丸善出版，2012

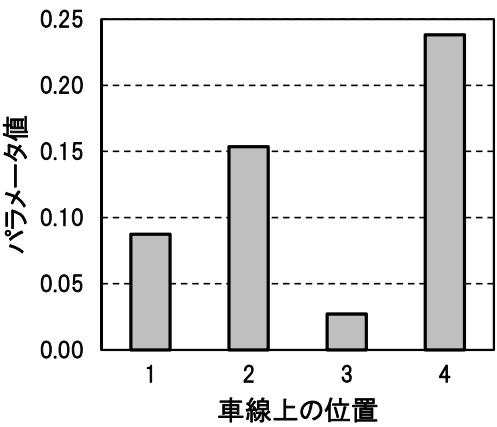


図 3 車線上の位置によるパラメータ値

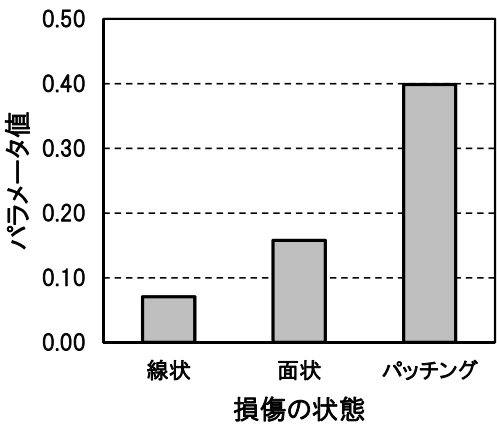


図 4 損傷状態によるパラメータ値

表 1 混合ガウスクラスタリングによる分析結果

クラスタ 1	クラスタ 2
$N_1 = 787$	$N_2 = 406$
$\pi_1 = 0.66$	$\pi_2 = 0.34$
$\mu_1 = \begin{bmatrix} 0.36 & 0.09 & 0.12 & 0.25 \end{bmatrix}$	$\mu_2 = \begin{bmatrix} 3.09 & 2.51 & 1.33 & 3.22 \end{bmatrix}$
$\ \mu_1\ = 0.463$	$\ \mu_2\ = 5.290$
$\Sigma_1 = \begin{bmatrix} 0.46 & 0.00 & -0.02 & -0.01 \\ 0.00 & 0.08 & 0.00 & 0.00 \\ -0.02 & 0.00 & 0.11 & 0.00 \\ -0.01 & 0.00 & 0.00 & 0.33 \end{bmatrix}$	$\Sigma_2 = \begin{bmatrix} 22.03 & 3.91 & 0.36 & -1.12 \\ 3.91 & 15.49 & 0.20 & 1.03 \\ 0.36 & 0.20 & 4.99 & 2.20 \\ -1.12 & 1.03 & 2.20 & 18.70 \end{bmatrix}$