

# AI 舗装診断による生活道路のひび割れ発生原因のネットワークレベル分析

Network level analysis based on pavement crack type for residential roads by AI-aided diagnosis method

室蘭工業大学建築社会基盤系 ○学生員 傳法大志 (Taishi Denpo)  
 室蘭工業大学大学院工学研究科 学生員 可知宏太 (Kota Kachi)  
 室蘭工業大学大学院工学研究科 正員 浅田拓海 (Takumi Asada)  
 室蘭工業大学大学院工学研究科 正員 有村幹治 (Mikiharu Arimura)

## 1. はじめに

わが国では、道路舗装の老朽化が進んでおり、予防保全型の維持管理にシフトチェンジすべく、「点検→診断→措置→記録→点検」のメンテナンスサイクルの構築が課題となっている。しかし、市町村では、膨大な生活道路を管理しているにも関わらず、予算や人員の制限により、点検や診断が十分に実施できていないことが指摘される。このような問題意識から、著者らは、市販カメラと一般車両を用いた簡易カメラ搭載型舗装点検システム(図-1)を構築して室蘭市全管理道路を対象とした網羅的な舗装点検を行った。このシステムでは、深層学習によりひび割れ率を評価でき、例えば、ひび割れ率40%以上で修繕(オーバーレイや打替え)が必要な区間を診断、抽出できる<sup>2)</sup>。しかしながら、ひび割れ率だけでは、予防保全につながる細かい診断を行うことは難しい。例えば、ひび割れ率が低くても、凍上や温度応力による線状ひび割れなどがある場合、シール材注入などによる表層の補修により、舗装体の長寿命化が可能である<sup>2)</sup>。このような課題から、著者らは、上記システムで得られる路面画像に深層学習を適用して、凍上、疲労、支持力不足、温度応力などのひび割れ発生原因を診断する手法(AI舗装診断手法)を開発した(図-2)。さらに、一般国道や道道の診断結果をGIS上に可視化し、補修の箇所や工法の検討に役立つことを示した<sup>3)</sup>。これを生活道路網全体に適用することで、どのような路線、エリアでどのような補修が必要となるかを把握するひび割れ発生原因のネットワークレベル分析が可能となり、より効果的な予防保全型の舗装維持管理を実施できる。

そこで、本研究では、上記のAI舗装診断手法を用いて、室蘭市全管理道路のひび割れ発生原因をGIS上に可視化するとともに、地区レベルでの比較や地形や交通量との関係について分析を行う。

## 2. 方法

### 2.1 路面画像データ

著者らの先行研究<sup>1)</sup>における舗装調査データを利用する。この調査では、簡易カメラ搭載型舗装点検システム(図-1)を用いて、室蘭市全管理道路(往復約800km)を対象に、2018年6月~11月の間に行った。市販の小型アクションカメラ(GoPro HERO6)を車両ボンネットに設置し、走行しながら前方路面を動画撮影した。画像サイズは1920×1080ピクセル、画角は「広角モード」とした。カメラ内蔵GPSで走行中の位置情報(緯度、経度、標高)を取得し、5m間隔で静止画を抽出してU-



図-1 簡易カメラ搭載型舗装点検システム

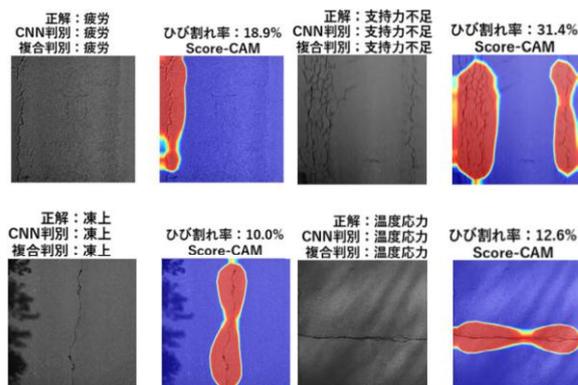


図-2 AI舗装診断手法によるひび割れ発生原因の判別例

netスケッチ法<sup>4)</sup>によってひび割れ率を算出した。

### 2.2 AI舗装診断手法

AI舗装診断手法<sup>3)</sup>は、車線部(幅3.5, 奥行5m)にアフィン変換を適用して正射画像(路面画像)を作成する。次に、畳み込みニューラルネットワーク(CNN)により、「無し」「疲労」「支持力不足」「凍上」「温度応力」のひび割れ発生原因を判別する(図-2)。判別結果が「疲労」「支持力不足」の場合は、上記5クラスの判別確率とひび割れ率をRF(ランダムフォレスト)に入力し、複合判別として最終的な結果を得る。また、Score-CAMを画像に適用すると、図-2のように、CNNの判別根拠箇所を可視化できるが、本研究では、判別結果のみを分析に用いる。なお、CNNおよびRFの教師データは、全国の舗装診断士70名が構築し、テスト画像272枚による正答率は84.9%である。

## 3. 結果

### 3.1 ネットワークレベル分析

都市全体における舗装状態に基づくネットワークレベ

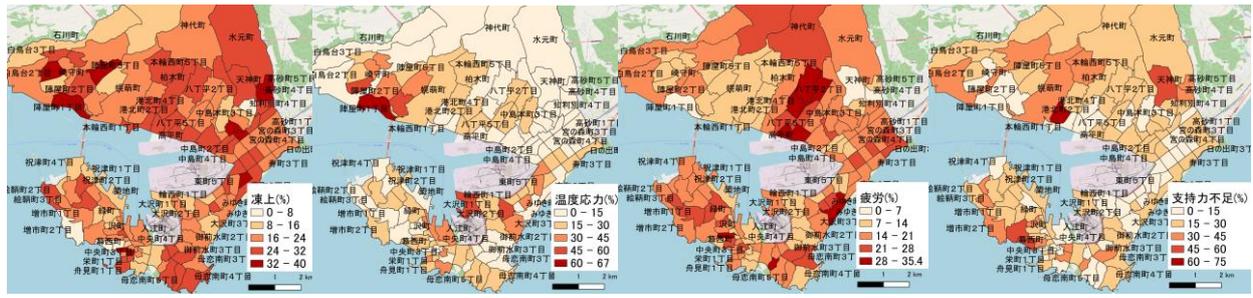


図-3 地区別のひび割れ発生原因の割合

ルの分析を行った。ネットワークレベル分析の方法は様々あるが、本研究では、支配的なひび割れ発生原因の空間分布を把握し、それらの集中性について調べた。地区(町目)毎に、全画像枚数に対する各ひび割れ発生原因の画像枚数の割合を算出し、GIS上に可視化した(図-3)。「凍上」では、割合が24%以上となる地区が都市全体で広がっている。「温度応力」では、陣屋町周辺や輪西町周辺に30~70%と大きい割合の地区が集中している。「疲労」については、八丁平などの山間部で割合が21~35%となる地区が分布している、「支持力不足」では、天神町や港北町など割合が45%以上となる地区が局所的に分布している。

このように、各ひび割れ発生原因の割合が大きい地区は隣接する傾向を示している。これらをゾーニングし、ゾーン毎に支配的なひび割れ発生原因に応じて予防保全型の修繕・補修を行うことで、都市全体としての舗装長寿命化につながると思われる。

3.2 道路特性との関係

次に、上記の地区別の各ひび割れ発生原因の割合と道路特性値との相関係数を算出した(表-1)。ひび割れ率と標高は地区内平均値を用いる。交通量に関しては、平成28年度室蘭都市圏PT調査データより算出されたODデータを基に、市内全道路の配分交通量(日交通量)を交通需要予測ツール「Visum」を利用して算出し、地区内平均値を求めた。まず、「凍上」、「温度応力」「疲労」では、相関係数の絶対値がいずれも0.2以下であり、道路特性との関係性はほとんどない。「支持力不足」では、ひび割れ率との相関係数が0.72と強い正の相関を示した。また、相関係数の絶対値が0.4以下であるが、交通量とは負の相関、標高とは正の相関を示した。

「支持力不足」となる舗装は、亀甲状のひび割れが車輪通行部にあり、ひび割れ率が40%以上となる場合も多く、簡易補修だけではなく路盤打換などの修繕も必要と判断される<sup>2)</sup>。しかし、図-3に示したように、都心部よりも標高が高く、交通量の少ない郊外や山岳部などで「支持力不足」の割合が大きいいため、交通量、すなわち道路利用者を重視した維持管理とする場合、修繕の優先順位は低くなる。しかし、生活道路では、沿道住民も考慮することが重要であることから、周辺の人口や住宅分布などから総合的な診断により意思決定する必要がある。

4. まとめ

本研究では、著者らが開発したAI舗装診断手法を室

表-1 ひび割れ発生原因と道路特性の相関係数

発生原因 道路特性	ひび割れ発生原因			
	凍上	温度 応力	疲労	支持力 不足
交通量	0.12	0.19	-0.18	-0.38
ひび割れ率	-0.11	-0.08	0.14	0.72
標高	-0.13	-0.06	0.19	0.33

蘭市全管理道路に適用して、ひび割れ発生原因のネットワークレベル分析を行った。得られた知見を以下に示す。

- 室蘭市全体におけるひび割れ発生原因の空間分布について調べたところ、「凍上」が都市全体に同程度の割合で広がっていること、「疲労」が山間部で多くみられること、「温度応力」と「支持力不足」が郊外部や山間部で局所的に発生していることが分かった。
- 道路特性とひび割れ発生原因の相関関係を調べたところ、「支持力不足」では、ひび割れ率、標高と正の相関、交通量とは負の相関を示した。

以上の生活道路におけるひび割れ発生原因のネットワークレベル分析により、予防保全型の維持管理につながる幾つかの示唆を得ることができた。今後は、簡易カメラ搭載型舗装点検システムに平たん性やわだち掘れの評価ツールを追加し、より詳細なネットワークレベル分析によるゾーニングや優先順位付け、さらにはプロジェクトレベル分析による維持管理費の将来推計など、市町村向けの舗装マネジメントシステムの構築を進めたい。

謝辞：本研究で用いた路面画像データは、室蘭市都市建設部土木課との共同研究によって得られた成果である。ここに記して、感謝の意を表する。

参考文献

- 1) 浅田拓海, 居駒薫樹, 有村幹治, 亀山修一: 生活道路の舗装点検全数調査データの構築と舗装メンテナンス・マネジメントへの応用, 土木学会論文集 D3 (土木計画学), Vol.76, No.5, p. I\_41-I\_49, 2021
- 2) 国土交通省: 舗装点検要領, 2016.
- 3) 長屋弘司, 浅田拓海, 亀山修一: 説明可能なAIを用いた舗装のひび割れ発生原因判別システムの開発, 土木学会論文集 E1 (舗装工学), Vol.77, No.1, pp.28-38, 2021.
- 4) 浅田拓海, 居駒薫, 長屋弘司, 亀山修一: U-netによるひび割れスケッチを導入した簡易カメラ搭載型舗装点検の精度検証, 土木学会論文集 E1 (舗装工学), Vol.76, No.2, pp. I\_123-I\_131, 2020.