

# 宅配車両のセンシングデータによる道路維持管理のための 3次元データの検討

西臯太郎† 窪田 諭‡ 木下広翼‡ 畑 亮輔‡

関西大学大学院 理工学研究科† 関西大学 環境都市工学部‡

## 1. はじめに

我が国の道路総延長は約 127.9 万 km[1]であり、それを構成する橋長 2m 以上の橋梁は約 73 万橋、トンネルは約 1 万 1 千本ある。建設後 50 年を超える割合は、橋梁は 2023 年に 39%、2033 年に 63%になり、トンネルは 2023 年に 27%、2033 年に 42%になる[2]。地方公共団体は、道路を維持管理するために職員自ら道路をパトロールしているが、高齢化に伴う技術職員不足や道路の急速な老朽化によりその需要に対応することが困難であり、道路損傷箇所を効率的かつ早期に発見する必要がある。

国土交通省は、2016 年度より 3 次元データを活用した「i-Construction」に基づき、調査・設計・施工・維持管理までのあらゆるプロセスにおいて情報化による効率化と高度化を推進している。道路構造物の適切な維持管理を行うためには、関係者間で情報を共有することが重要であり、視覚的表現に優れ、情報共有が可能な 3 次元データの利用が有効である。

本研究では、道路損傷を効率的に発見するために、宅配便事業者の集配車両に搭載したカメラ、GNSS (Global Navigation Satellite System) と加速度センサによるセンシングデータを用いて、道路舗装の状況を把握することを考える。そこでは、発見した損傷箇所を管理するための情報基盤が必要であり、地上型レーザスキャナを用いて道路空間の 3 次元データを構築する。そして、道路管理情報の管理基盤として 3 次元データの活用可能性を検討する。

## 2. センシングデータを用いた道路維持管理

宅配車両には、走行により道路状況を把握するためのカメラ、車両位置を把握するための

Consideration of Three-dimensional Data for Pavement Maintenance Using Sensing Data of Delivery Vehicle

†Kotaro Nishi

Graduate School of Kansai University

‡Kubota Satoshi, Kosuke Kinoshita, and Ryosuke Hata

Faculty of Environment and Urban Engineering, Kansai University

GNSS センサを搭載し、各データを計測する。そして、道路の損傷データを機械学習した学習器に計測したカメラ映像を読み込ませて損傷箇所を検出し、その位置を GNSS データから特定する (図 1)。このセンシングデータを用いた維持管理を実現するための要件として、次の項目が考えられる。

- 対象エリアにおける車両の走行網羅率が高いこと
- 複数の宅配車両に機器を搭載し同一地点を一日に複数回記録すること
- 対象とする道路損傷を設定レベルに従って検出して評価できること
- 損傷箇所を抽出する精度が高いこと
- 機器を搭載した宅配車両からのデータの回収と分析結果の伝達までの時間が短いこと
- 経年の変化を検証可能とするための膨大となる記録されたデータ容量を半永久的に保存できること
- 分析結果の可視化を 3 次元データ上で管理できること

3 次元空間で分析結果を可視化することにより、関係者間の情報共有が容易となり高度な維持管理が可能となる。

## 3. 舗装面の計測と 3 次元データの構築

### 3.1 計測と 3 次元データの構築

本研究では、地上型レーザスキャナとして

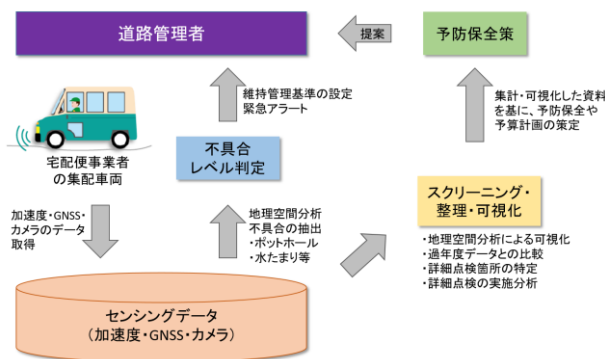


図 1 宅配車両を用いた道路維持管理の流れ



図2 白糸ハイランドウェイの点群データ

FARO社製のFocus3D X 330[3]を用いて道路舗装面の3次元データを構築する。

道路舗装面の計測を2018年と2019年の9月に白糸ハイランドウェイにて行った。FAROがアスファルトなどの舗装面を高密度に計測可能な範囲は約10m[3]であるため、半径約10mを基準に20mおきに2018年は13箇所、2019年は16箇所計測を行った。2018年と2019年に計測したデータを結合した結果を図2に示す。構築したデータの点数は539,375,900点で、道路舗装面の延長は約520mである。計測データの結合にはソフトウェアのFARO SCENEを使用した。複数の計測データを結合するためには、データ間で同一と認識できる特徴点が必要であるが、道路舗装面には特徴点が少なく、2018年に計測したデータを結合するときは、周辺の樹木の特徴的な部分やガードレールをソフトが同一であると認識するまで手動で指定する作業を行った。2019年の計測ではそのデータを結合する作業の負担を軽減するために、特徴となるパイロンを置く工夫を行い、容易に結合することができた。

### 3.2 精度検証

計29箇所の舗装面データの結合箇所における点間距離の平均誤差は約4.7mmであった。これは、Focus3Dの精度 $\pm 2\text{mm}$ [4]を超えるが、計測精度に影響を与える通行車両や植生などを考慮すると、機器の精度を満たすと考える。

結合したデータの断面での一致を確認するために、白糸ハイランドウェイの基準線測量基準点網図における基準点間の水平および垂直距離を計測することにより、勾配を求めた。計測では、地上型レーザスキャナを設置した位置からでは基準点を3次元データとして取得できなかったため、点群データにおける基準点近辺の2点間の距離を測定した。その結果、2018年に計測した範囲内にある基準点近辺の2点間の水平距離は22.569m、垂直距離は1.789mであった。一方、白糸ハイランドウェイ有料道路基準点測量成果簿から測定の基準点29番と30番では、水平距離27.215m、垂直距離1.915mであった。

それぞれの勾配を算出すると、3次元データの勾配は7.925%、基準点測量成果簿による勾配は7.037%である。また、2019年に計測した範囲内にある基準点近辺の2点間の水平距離は84.005m、垂直距離は1.465mであった。同様に測定の基準点31番と32番では、水平距離84.991m、垂直距離1.298mであった。それぞれの勾配を算出すると、3次元データの勾配は1.744%、基準点測量成果簿による勾配は1.527%である。3次元データにおいて基準点を指定できなかったため、算出結果には手動で周辺の点を選択した誤差が含まれると考えられ、構築した3次元データは実空間と同程度の勾配を有すると判断した。

以上の検証結果より、3次元データにおいては、舗装管理に重要なポットホールと大きなクラックを把握でき、車両センシングデータによる道路損傷結果を管理する基盤として利用できると考える。

### 4. おわりに

本研究では、センサ機器を搭載した宅配車両により道路舗装の状況を把握することを考え、その結果の管理基盤として地上型レーザスキャナを用いて道路舗装面の3次元データを構築した。構築した3次元データの精度検証を行い、センシングデータの分析結果を可視化する基盤として利用できることを示唆した。

**謝辞**：本研究を遂行するにあたり、一般社団法人ヤマトグループ総合研究所、株式会社アイ・エス・エス、株式会社ガイアートのご協力を賜った。

### 参考文献

- [1]国土交通省：道に関する各種データ集、<[https://www.mlit.go.jp/road/soudan/soudan\\_10b\\_01.html](https://www.mlit.go.jp/road/soudan/soudan_10b_01.html)> (入手：2020.1.8)
- [2]国土交通省：社会資本の老朽化と将来予測、<[https://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/maintenanc/02research/02\\_01.html](https://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/maintenanc/02research/02_01.html)> (入手：2020.1.8)
- [3]何啓源、窪田諭：道路維持管理のための地上レーザスキャナとカメラ搭載UAVによる3次元データの構築、土木情報学シンポジウム講演集、Vol.43, pp.21-24, 2018.
- [4]神戸清光システムインストルメント：FARO「Focus 3D X330」、<<http://www.kobeseiko.co.jp/product/X330.html>> (入手：2020.1.10)