

道路維持事業におけるデジタルツインの展開

宮城大学 正会員 ○蒔苗 耕司

(株)愛亀 非会員 黒河 洋吾

(株)環境風土テクノ 非会員 須田 清隆

(株)建設 IoT 研究所 非会員 Jevica

(株)建設 IoT 研究所 非会員 NurulNajwa Binti Khamis

1. 目的

社会インフラ整備が着実に進む一方で、これまでに構築したインフラの老朽化対策も大きな課題となり、適切な維持管理の必要性の認識が高まっている。道路舗装に関しても、舗装の長寿命化やライフサイクルコスト（LCC）の削減による効率的な修繕を実施することを目的に、2016 年には「舗装点検要領」¹⁾が策定され、2017 年から同要領に基づく点検が実施されるようになった。しかし点検に関するコストや負担等の問題もあり、同要領においてもその点検頻度は交通量の多い道路でも 5 年に 1 回程度以上の頻度を目安とし、定常的な点検は日常点検に委ねられている。また、舗装工事の性能規定や長期保証制度の導入に関する取り組みも進められており、舗装路面性状の正確かつ高頻度な把握が求められている。

このような背景の下、本研究では、道路維持業務の多くを担う中小建設企業でも活用可能であることを前提条件とし、舗装維持管理技術の高度化を図ることを目的に、デジタル技術を用いた計測技術の適用とデジタルツインの活用の方策について、具体的な適用結果を基に考察する。

2. 道路維持事業へのデジタルツイン適用の意義

道路維持管理における点検では、日常点検による異常個所の発見の他、定期的な診断による路面性状や地下空洞の把握が対象となる。国土交通省「舗装点検要領」では、管理基準として、①ひび割れ率、②わだち掘れ量、③IRI（国際ラフネス指数）の 3 指標を用いることを基本としており、これらの指標に対する計測値に基づく健全性診断により、劣化の進行度合いを把握し、計画的な補修・修繕に繋げていくことが必要である。また国土交通省では、点検→診断→措置→記録→（次の点検）というメンテナン

スサイクルを示している²⁾。

このメンテナンスサイクルに、デジタルツインを適用した場合のプロセスモデルを図-1 に示す。

現実空間に存する現実モデルから、センサや各種計測結果、点検結果等の情報を取得（センシング、モニタリング）し、デジタルツインとなる仮想モデルの中に格納・蓄積する。そして蓄積されたデータに基づき、数理モデルを用いたアナライジング、シミュレーションにより将来の正確な予測を行う。この予測結果に基づき、道路管理者は、補修設計あるいは管理計画の策定を行うことができ、デジタルツインはそのための意思決定を支援する。その意思決定に基づき、現実へのフィードバックとして補修・修繕・改良が行われ、施工段階で得られた情報は補修履歴としてデジタルツインの中に保管されていく。このようにデジタルツインはメンテナンスサイクルの中核として機能する。

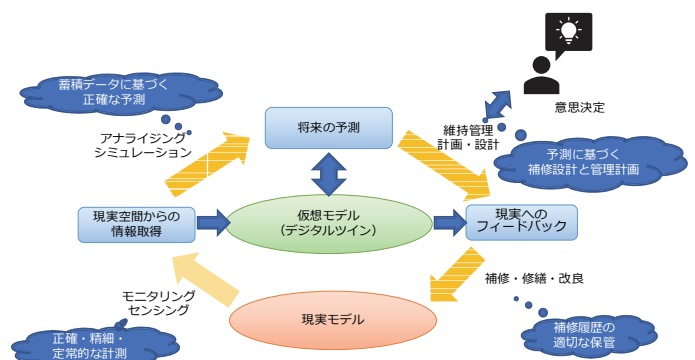


図-1 デジタルツインを適用した道路舗装メンテナンスモデル

3. 道路維持事業のためのデジタルツインシステム

道路維持管理のための情報システムの概念図を図-2 に示す。定期点検や維持管理工事等で取得される 3 次元計測データは、時系列データとして、管理情報データベースに格納される。また路面の縦断方向

キーワード デジタルツイン, 道路維持事業, 空間情報基盤, 路面計測, データマネジメント

連絡先 〒981-3298 宮城県黒川郡大和町学苑 1-1 宮城大学事業構想学群 makanae@myu.ac.jp

での凹凸の指標である IRI や走行時の快適性を評価する人体計測（脈拍や脳波等）のデータも時系列データとして格納される。日常的に行われる点検による異常個所の発見、それに伴う補修工事等のメンテナンス情報もこれに格納されていく。

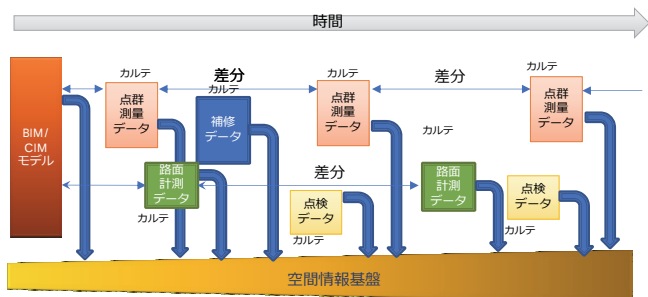


図-2 道路維持管理のための情報システム概念

このようにして蓄積された情報（カルテ）を基に、人工知能（AI）や数理モデルを用いたシミュレーションにより将来を正確に予測し、管理計画策定を支援する。また管理情報データベースの情報は、必要に応じて各種媒体（2D：図面，3D：透視図表現，4D：プロセス表現等）での表現が可能である。

本研究では、以上の概念に基づき、空間情報基盤をベースとしたシステム開発を試行している。基盤システムには、導入コストや操作方法の簡便さを考慮し、フリーウェアである QGIS を適用し、基盤情報には Google Maps を適用している。簡易な車載ステレオカメラで撮影した画像により生成された点群データや簡易レーザ計測による路面性状データ等を空間情報と紐づけて蓄積し、それらを様々なビューで表示できるシステムを構築している（図-3）。



図-3 QGIS による計測データマネジメント

4. BIM/CIM モデルとの連携

2023 年度から国土交通省直轄の業務・工事を対象に BIM/CIM の原則適用が開始されたが、維持管理への適用は将来に向けた課題となっている。維持管理の効率化を図る上でデジタル化を図ることは不可

欠であり、構造物の理想形・目標値（出来形）を示す BIM/CIM モデルは、ICT による高度化を進める上で必要不可欠である。本研究では、この課題に対し、施工時の計測データを基に、3 次元 CAD を介さずに、簡易に BIM/CIM の代替となる 3D モデルを構築する手法を考案し、実務への適用を試みている（図-4）。

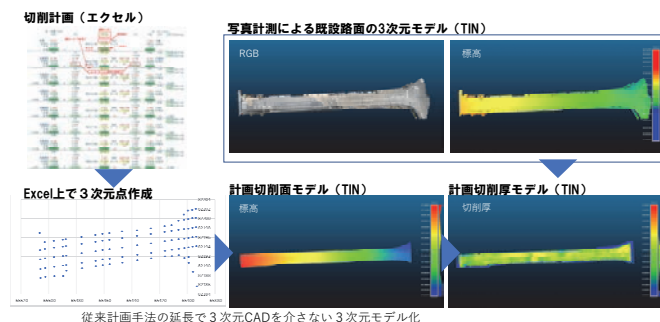


図-4 切削計画からの 3D モデルの簡易作成

BIM/CIM モデル（あるいは代替の 3D モデル）の構築により、施工段階での出来形目標が 3 次元的に明確に提示でき、将来の自動施工にも繋がるとともに、維持管理段階でも形状の初期値（理想値）として明確に提示でき、現状との比較による劣化程度の把握が容易になる。

5. まとめと今後の課題

本研究では、道路維持事業へのデジタルツイン適用を目的に、実空間から取得した路面の 3 次元形状や各種計測データを空間情報システム上に格納するデータベースを開発し、デジタルツインを活用した計画的な維持管理を支援する仕組みの構築を行った。

今後の継続的な運用により、各種計測データや点検・補修記録等が蓄積されれば劣化等の予測精度の向上がなされ、よりの確な修繕計画の策定に有用なものとなると期待される。また中小建設企業でも気軽に導入できることを目的にフリーウェアである QGIS を適用して開発を行ったが、個別に機材等を準備する必要がある等の問題がある。今後はより気軽に利用できるよう、クラウド上で共有可能なシステムへの導入も検討する必要がある。

参考文献

- 1)国土交通省：「舗装点検要領」，2016 年 10 月。
- 2)国土交通省：「道路のメンテナンスサイクルの構築に向けて」，2013 年 11 月。