

道路管理用 3 次元点群データを活用した舗装修繕工事の施工検証

株式会社植木組 ○小野塚 晃
品田 惇貴

1. はじめに

現在、我が国における生産年齢人口は減少傾向にあり、2020 年には約 7400 万人であったが、30 年後の 2050 年には約 5000 万人と、労働力は約 3 割減少する。これは建設業においても同様の傾向にあり、従来の働き方から抜本的な変革を行い、省人化及び労働生産性を向上させるためには、インフラ DX の推進を喫緊の課題とし、取組む必要がある。

今回我々は、北陸地方整備局が取得した 3 次元点群データを有効に利活用することで、重複した計測を削減し、業務フローの効率化を図ることに着目した。ICT を適用した舗装工事では、工事受注後に 3 次元起工測量を実施するが、既に取得された 3 次元点群データを起工測量データとして利活用できれば、起工測量が不要となる。これにより大幅な省人化・生産性の向上を図ることができ、建設業界が抱える課題解決に寄与するものと思われる。

2. 概要

北陸地方整備局では、2019 年度からモバイルマッピングシステム（写真－1）（以下「MMS」という。）による 3 次元点群データ等の計測を行い、道路台帳附図作成の効率化や除雪の自動運転に向けた取組みを推進している。

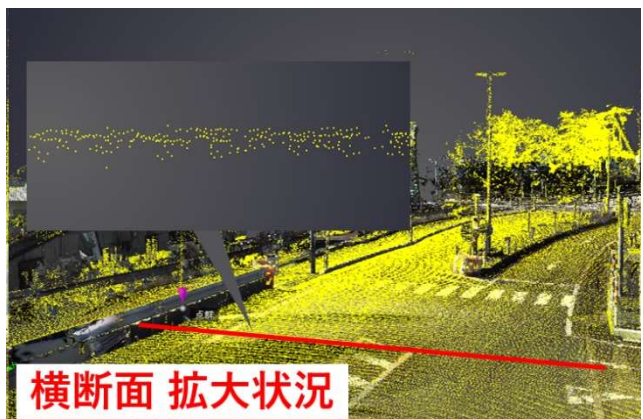
当該取組みでは、北陸地方整備局管内で既に取得された道路管理用 3 次元点群データを、舗装修繕工事の起工測量データとして活用し、大幅な業務・工数の削減が図れるか、検証を実施したものである。尚、弊社はこれまでも、他業種企業が自社の電柱設備点検用に MMS で取得した点群データを活用し、同様の取組を実施、検証、評価している。今回、検証を進めるうえで、2 点の課題が存在したので以下に説明する。



写真－1 北陸地方整備局 MMS

2.1 課題① データ鮮度について

1 点目は、北陸地方整備局が取得したデータは、道路管理用を目的としていたため、「3 次元計測技術を用いた出来形管理要領(案)」で定められた精度基準は満たしていないという点である。図－1 の通り、横断面の点群が層状になっており、この状態では路面プロファイルを正確に表すことができない。また、比較として、図－2 に同地点において TLS で取得したデータを示す。一般的に舗装工事で用いられる MMS の場合、図－2 で示している TLS で取得した



図－1 北陸 MMS で取得した点群

データと同様に、照射部から照射されるレーザは1本である。それに対し、当該データ取得時に用いられた機器は、照射部から16本のレーザを縦並びの扇状に放射し、それを360°回転させながら計測している(写真-1、図-3)。そのため、この計測データから横断面を切り出すと、点群が層状に分布してしまうため、舗装工事を目的とした現況路面の横断プロファイルとしての活用には課題があった。



図-2 TLS で取得した点群

2.2 課題② データ取得時期について

2点目は、当該データが取得から、5年弱の時間が経過している点である。一般的に、舗装は供用期間に比例し、破損や劣化が進行していく。通常、路面切削工事ではmm単位の精度が要求されるため、工事受注後に現況の路面データを計測し、切削の計画を行う。そのため、5年前に取得された路面のプロファイルデータを現況データとして工事に用いるためには、5年間の破損進行に伴う変状について、精査する必要がある。

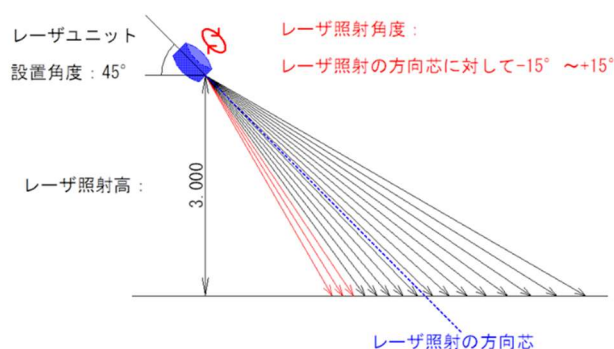


図-3 今回使用したMMSのレーザ放出機構

3. データ検証方法

上記2つの課題解決に向け、以下のデータ検証を実施した。

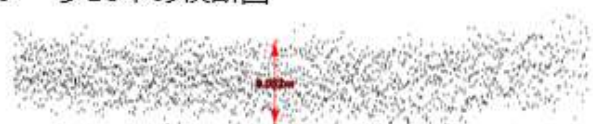
3.1 対応策① データ精度について

データ精度の向上に向け、2点の対策を施した。

1点目として、レーザ本数の抽出を実施した。図-3に示した通り、レーザユニットに近い位置に対して照射されるレーザは、路面に対する入射角が大きくなり、遠ざかるにつれ入射角は小さくなる。一般にレーザ入射角が小さく、照射距離が長くなるにつれ、測定精度が低下することが知られている。そこで、図-3で示した矢印の通り、16本のレーザの中から、レーザユニットに近い手前側3本を抽出したことで、点群のばらつき具合に一定の改善を確認することができた(図-4)。

2点目として、点群処理ソフトによるフィルタリング作業を実施した。その結果、

レーザ16本の横断図



データのばらつき：5cm程度

レーザ3本の横断図



データのばらつき：2cm程度

図-4 レーザ本数による点群のばらつき比較

表-1 フィルタリング抽出後の比較結果

	調査点数	平均値	標準偏差
1本中央値	646	4.47	3.82
3本中央値	646	3.00	2.67

比較対象として同一地点で取得された TLS データによる横断プロファイルの結果に近くなったため、当該検証用データとして採用した(表-1)。

3.2 対応策② データ取得時期について

路面性状から破損の進行具合を検証しようと試みたが、その上で問題となったのが、2019 年度に取得されたデータが、3 次元点群データと 1～2m 毎に撮影された全方位写真データのみという点である。これらは、管理用途としては十分なデータではあるが、舗装の路面性状を評価する場合においては、必要となる情報が殆ど存在していない。そのため、舗装の路面性状を評価する観点からは、取得されたデータについて定量的な判断を下すことは困難であった。

以上のことから、今回の検証では、①MMS で取得した写真データ及び現地踏査時に撮影した路面状況写真との比較、②点群処理ソフト上で算出した MMS 及び TLS の平坦性の標準偏差の比較を実施した(図-5)。

その結果、①写真データと現地の比較では、極端にひび割れ等の変状が進んでいるようには見られないものの、定量的な評価として、ひび割れ率の算出などは行えなかった。②平坦性については、5 年前の MMS データよりも、工事受注後に取得した TLS データの標準偏差が小さい結果となった(表-2)。この理由として、MMS で取得されたデータ自体のばらつきが大きく、そのデータを用いて標準偏差を算出したことが原因として考えられる。

3.3 データ検証結果まとめ

本データ検証では、データ取得時期の課題については、MMS データ取得後の路面変状について評価・判断することは出来なかった。しかしながら、データ精度の課題については、比較的 TLS のデータに近い横断プロファイル結果を得ることができたため、この結果を用いて実施工による現場検証を実施した。

4. 現場検証及び結果

今回の現場検証では、TLS データを基に計画した切削面を比較対象とし、MMS データを基に計画・施工した切削面とを比較することで、実施工が可能か評価を行った。現場では切削完了時に TS 及び TLS による各種計測を行い、従来の出来形管理手法や面管理による比較を実施した。以下にその結果を示す。

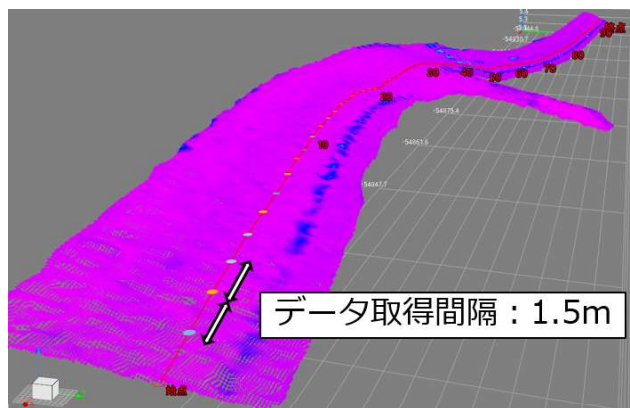


図-5 点群処理ソフト上での平坦性算出イメージ

表-2 平坦性（標準偏差）の比較結果

	左車線		右車線	
	IWP	OWP	IWP	OWP
TLS	2.07	2.58	2.06	3.50
MMS	3.65	3.66	3.22	4.20

IWP：内側車輪走行位置

OWP：外側車輪走行位置



写真-2 路面切削施工状況

4.1 結果① TS 出来形について

TS 出来形とは、TS に施工管理データを搭載し、出来形計測を行う管理方法である。今回の検証では、基準高から算出した切削厚さの平均値は+1.48mm(N=39)となり、誤差最大値は+7mm、最小値は-3mm となり、いずれの結果においても規格値を満足した。

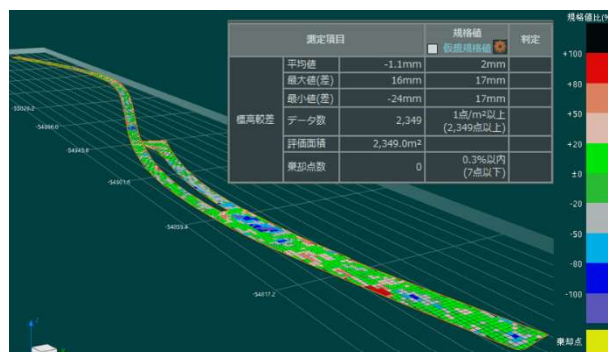


図-6 面管理による出来形評価結果

4.2 結果② 面管理（標高較差）について

面管理とは、従来の管理断面での寸法管理とは異なり、3次元設計データや起工測量データを基にして計測データとの比較を行い、面的に出来形評価を行う管理方法である。今回の検証における標高較差の平均値は-1.1mm(N=2349)、最大値が+16mm、最小値が-24mm となり、規格値を満足した(図-6)。一部では極端に切削厚さが深い箇所も見受けられたが、施工時に現地合わせが必要となった箇所や、マシンコントロールによる制御が不安定となることが施工開始直後などに発生しており、施工上の影響が大きいと考えられる。

4.3 結果③ 切削廃材数量について

現場からの切削廃材搬出量について確認した結果、設計数量 267.285t に対し、+3%程度(+8.975t)となった。この結果を施工面積で割り返すと平均して 1.61mm 程度厚く切削していることとなり、TS 出来形結果との比較においても、概ね整合性を確認することができた。

5. 考察及びまとめ

今回の現場検証では、比較対象である TLS データに近くなるように、取得済みの MMS データに対し、精度を向上させるための処理を施した。そのため、MMS データを用いた計画及び施工については、新たに取得した TLS データ及び精度向上に向けた処理を施すことで実施可能となることが確認できた。当該検証で用いた取得済み MMS データのみでは、現況路面プロファイルとの整合性が確認できないため、比較検証のためには TLS データの再取得を行う必要があった。今後、当初構想に基づき、『取得済み 3 次元点群データを舗装工事に活用し、工数削減に繋げる』ことを実現するためには、次回取得する MMS データが、TLS による再確認を不要とする必要がある。また、今回の検証で実施した MMS データの処理工程の確立に向けても、引き続き検証を続ける必要があるという結論に至った。

6. あとがき

今回の取組みは、取得済み 3 次元点群データの更なる活用に向け、舗装工事への適用を検討するものであった。当該取組み結果を踏まえ、データ取得の際には、計測目的やデータの使用用途を明確化したうえで、最大限活用することを念頭に置いた取得方法の検討及びそれらの目的に対応可能な MMS 機器の選定が必要であるということが確認できた。今後は誰もが利活用可能である汎用性の高いデータベースの構築に向け、計測の際には、その目的に応じて 3 次元点群データのみならず、路面性状等のデータも同時に取得していくとともに、それらを定期的に更新していくための仕組みや、利活用の標準化に向けた検討が必要である。今後も引き続き、建設業界の生産性の向上及び持続的な発展に向け、業務の DX を実現すべく取組みを推進していきたい。

以上