

第 V 部門

効率化した三次元計測装置による路面プロファイルの計測特性評価

大林道路株式会社	正会員	○森石	一志
北見工業大学工学部	非会員	板垣	智哉
北見工業大学工学部	正会員	富山	和也
北見工業大学工学部	学生会員	幸谷	宥毅
大林道路株式会社	正会員	山口	雄希

1. はじめに

現在 ICT 舗装工では、地上型レーザスキャナ（以下、TLS）を使用した出来形管理が実施されている¹⁾。一方、施工完了後や供用後の路面性状調査のうち、平坦性や乗り心地（IRI）は、路面プロファイルを用いて評価しており、施工完了後においては2種類の計測を実施することとなるため測定の効率化が求められている。また、国土交通省では TLS で取得した点群データから平坦性指標を算出するソフトを提供する予定もある²⁾。そのような中、著者らは2基の測位アンテナを有する高性能な全地球航法衛星システム（GNSS）を TLS に搭載し（以下、TLS_GNSS）、ミリメートルの精度が要求される路面プロファイルを対象に効率的な点群データの処理方法を提案している³⁾。その結果、従来手法と同等の計測精度を有しつつ、計測前後の作業工程を省略した三次元計測装置の効率的な運用が可能となることを明らかにした。そこで本研究では、TLS_GNSS を用いた路面プロファイルの計測特性について評価を行なった。

2. 研究概要

2-1 試験ヤード

本研究は、北見市内にある北見地区農道離着陸場試験ヤードとし実施した。その状況を図-1 に示す。

図に示すとおり、路面プロファイルの算出は滑走路のセンターからショルダーへ向かって 2m の箇所とし、計測延長を 200m とした。

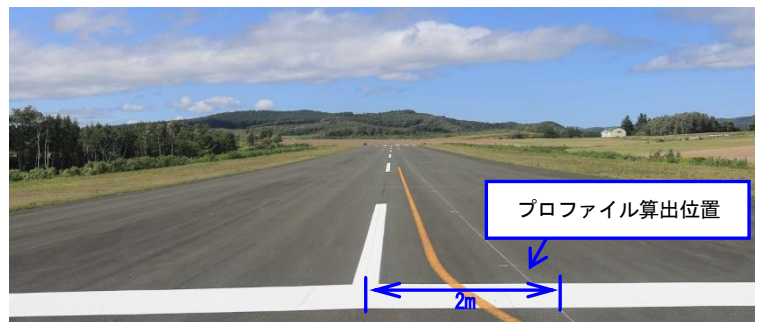
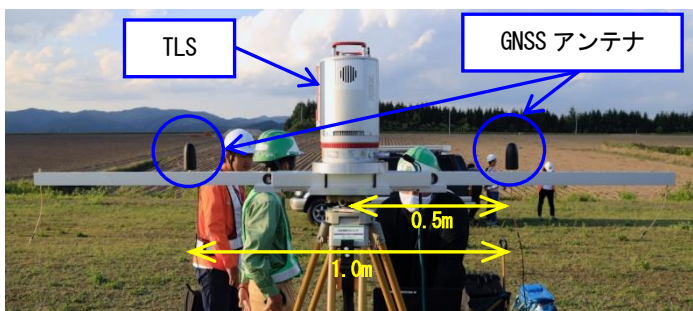


図-1 北見地区農道離着陸場滑走路の外観

2-2 計測装置および方法

(1) TLS

計測は図-2 に示すように、TLS の設置位置と方向角を決定するため、移動局アンテナを2基有し高精度に位置情報を得ることが可能な GNSS（i システムリサーチ製）を搭載した TLS を使用した。GNSS アンテナは、図-2 (a) に示すように TLS の下部に精密に加工した治具を設け、TLS の本体を中心にその両端 1m の箇所に設置した。これら GNSS アンテナは図-2 (b) に示す専用 Rover で制御されている。TLS_GNSS は、図-2 (c) に示す敷地内に固定局を設け、リアルタイムキネマティック (RTK) 方式にて座標の取得を行った。



(a) TLS+GNSS



(b) Rover



(c) 固定局

図-2 高性能 GNSS を搭載した TLS

(3) 点群データによる路面プロファイルの取得方法

各三次元計測装置で取得した点群データから路面プロファイルデータを抽出する場合、測線上に点が無い場合や計測原理特有のバラツキがあることから、以下の方法で路面プロファイルを取得した。

- 1) 測線の起終点を直線で結び、その測線を中心に片側 5cm ずつ合計 10cm 幅の点群を抽出する。
- 2) TLS による出来形管理要領¹⁾ならびに既往の研究³⁾から、図-3 に示す測線上の基準点を中心に、10cm×10cm の範囲にある点群の高さの平均を求め、それを当該範囲における点の高さとする。
- 3) 各範囲で得られた点を延長方向に結び 10cm ピッチの路面プロファイルとする。

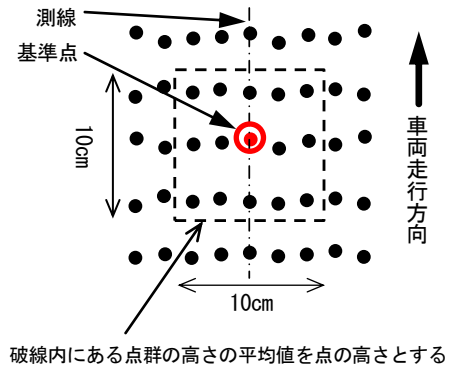


図-3 高さの算出方法

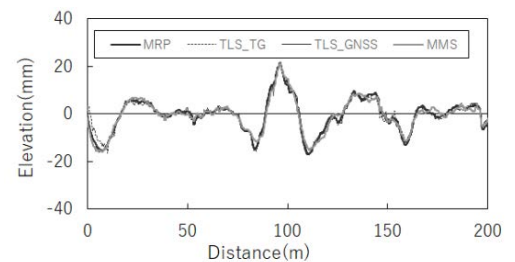


図-4 路面プロファイルの比較

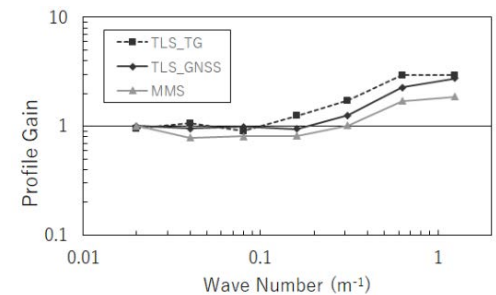


図-5 基準プロファイルに対する Gain

(2) 基準プロファイル取得装置

基準となる路面プロファイルは、図-1 に示す滑走路中心からショルダー側へ 2m オフセットした測線上にて MRP で測定した。

なおプロファイルは、TLS_GNSS の他に、従来のターゲットを使用した TLS (以下、TLS_TG) および MMS(Mobile Mapping System)により得られたデータも比較対象とした。

3. 結果および考察

3-1 ラフネス波長領域のプロファイル比較

空間領域におけるプロファイルの比較結果を図-4 に示す。基準である MRP と TLS 類および MMS の結果は類似していることから、各計測装置が空間領域において良好な精度を有していることを確認できた。

3-2 空間周波数領域における振幅利得

空間周波数領域での比較として、MRP を基準とした振幅利得⁴⁾ (以下、Gain) を図-5 に示す。図より、 1m^{-1} 以下の波数で Gain が 1.0 に近く、短波長での上昇は一般的なプロファイルの傾向⁴⁾であることから、空間周波数領域においても比較的良好的結果を得られた。

3-3 IRI の相対誤差と一致度⁴⁾

ラフネス領域の波長を対象とした一致度および IRI の相対誤差を表-1 に示す。表から、TLS_GNSS は IRI の相対誤差 11.5%かつ一致度 98.9%であり、その他の計測装置も一致度 90%以上と、路面プロファイルの計測における高い精度を確認した。

4. まとめ

以上の結果から、今回使用した計測装置で取得したプロファイルは、一般的に使用される MRP と同等の精度を有していることが確認された。

参考文献

- 1) 国土交通省：地上型レーザースキャナーを用いた出来形管理要領（舗装工事編）（案），2020.3.
- 2) 国土交通省：第8回 ICT 導入協議会【資料-3】H31 年度以降適用される技術基準類，
<http://www.mlit.go.jp/common/001275857.pdf>，2019.3.1.
- 3) 森石一志，富山和也，西川啓一，山口雄希：三次元計測機器を用いた路面管理の運用効率化，土木学会論文集 E1，Vol.76，p.I_77-I_85，No.2，2020.12.
- 4) 富山和也，川村彰，江口利幸，寺田剛，渡邊一弘：平坦性評価に要する低速プロファイルの測定精度とその検証に関する視点と方法，土木学会論文集 E1（舗装工学），Vol.72，No.3（舗装工学論文集第21巻），I_27-I_35，2016

表-1 IRI の相対誤差と一致度⁴⁾

単位 (%)	IRI の相対誤差	プロファイルの一致度
TLS_GNSS	11.5	98.9
TLS_TG	28.2	93.5
MMS	-14.5	96.1