

移動計測車両による法面モニタリング手法のための解析手法の精度検証

岡山大学 学生会員 ○崎田 晃基
岡山大学 正会員 西山 哲
(株)開発設計コンサルタント 非会員 菊地 輝行

1. はじめに

近年、老朽化による道路法面の変状が問題となっており、道路法面の変状モニタリングが必要となっている。対して、MMS(Mobile Mapping System)などの移動型計測機を含むレーザー計測機器を用いた技術が普及しつつあり、計測から得られる点群の解析により構造物の変位・変状を定量化することができる手法は維持管理の面で期待される。

そこで本研究では、道路法面の変位を定量的に評価するために、レーザー計測から得られる点群を用いた変位量解析手法を使用しこの精度検証を行った。計測は地上据え置き型の3次元レーザースキャナとMMSで行い、マイクロメータで変位を与えることのできる変位装置を計測し、このデータを解析、検証した。解析には自動化運転のために開発されたSLAM (Simultaneous Localization and Mapping) 技術¹⁾を応用した。この技術は土木・地質分野においては、地震前後の変状解析などにも応用されている。²⁾³⁾



図-1 MMSによる法面計測イメージ図

2. 研究概要

2.1 実験概要

本研究では2枚の亚克力板(片方は不動板、もう片方がマイクロメータによる可動板)で作成した変位装置(図-2)を用い、MMSデータによる本解析手法の精度検証を行った。また、理想的な状況を仮定し、地上据え置き型のレーザースキャナの計測も行った。変位のない1時期目のデータと、それぞれ0,1,2,5,10,20,25mmの変位を与えた2時期目

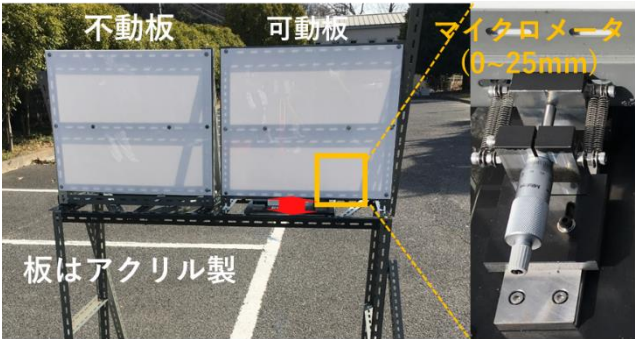


図-1 変位装置

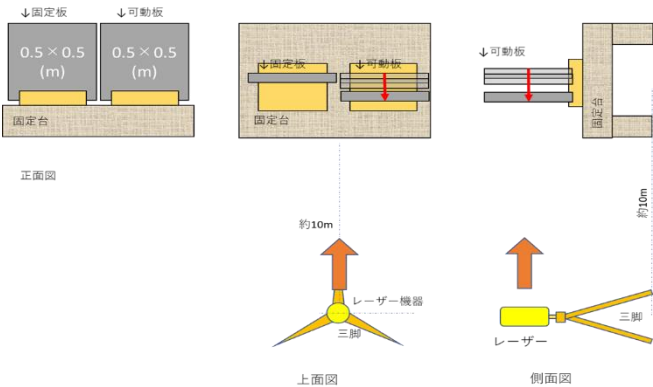


図-2 計測概要図

表-1 レーザースペック

据え置き型レーザースキャナ		MMS	
機器名	Lica ScanStation P40/P60	機器名	Sick LMS511-20100S01
フットプリント (mrad)	0.23	フットプリント (mrad)	4.7
点密度(点/m ²)	75487~76443	点密度(点/m ²)	1197~1909
板奥行き方向の標準偏差(mm)	1.06~1.18	板奥行き方向の標準偏差(mm)	3.74~4.39

のデータを三次元レーザー計測(図-3)から取得する。各変位データにICP(Iterative closest point)⁴⁾と呼ばれるSLAM技術の1手法を応用した解析を行い、板の変位量を算出する。この解析結果と真値となる装置の変位を比較し検証を行う。計測は変位装置から約10mの距離から据え置き型とMMSで行った。表-1に機器のスペックを示す。

2.2 解析手法

ICPはレーザーやステレオカメラなどで取得した

キーワード 法面、モニタリング、3次元レーザースキャナ、MMS、SLAM、ICP

連絡先 〒700-8530 岡山市北区津島中 3-1-1 環境理工学部棟 TEL080-7835-0107

2 時期の点群データを使用して、それらの点群が一番マッチする位置を計算する。これを応用し、マッチングの参照元となるデータ(基準データ)に対して、2 時期目のデータ(参照データ)が最もフィットする移動ベクトルを算出し変位とする。(図-4)

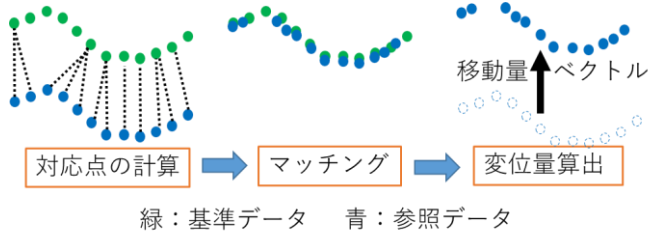


図-4 ICP 解析簡略図

3. 実験結果

まず、2 時期の変位を定量化するため ICP による解析を行った結果を示す。図-5 に、例として据え置き型の機器により正面から計測された 25mm の変位時のデータを示す。解析には計算効率化のため、0.1m メッシュに加工したデータを用い、各メッシュのごとに変位量を表示している。向かって左側の板が不動板であり、右側が可動板である。不動板の方は最大で 2mm の誤差が出ている。可動板の解析結果は最大で 29mm、最小で 25mm であった。今回作成した変位装置は可動版の内側で最大 5mm の誤差を持つ。そのため、この誤差が影響したものと考えられる。

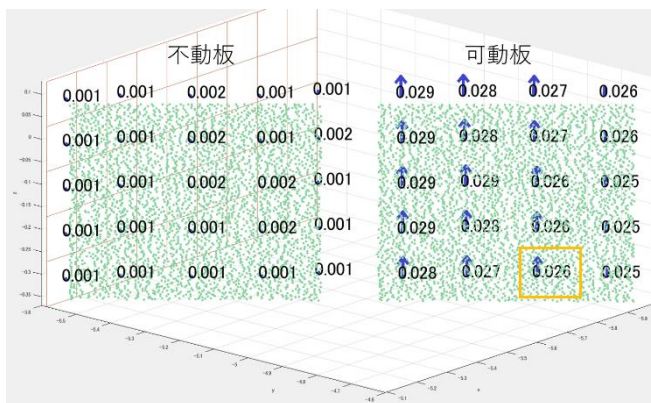


図-5 ICP 解析結果(25mm 変位時 単位は m)

これらすべての計測条件の結果を図-6 に示す。上述したように、変位装置が持つ誤差を考慮し、図-5 に示すオレンジ枠のメッシュの結果を用いてグラフを作成している。この部分はマイクロメータに固定されており、変位量が正確に示されていると考えられる。この結果、正面からの計測ではマイクロメータによる変位量に対して概ね近い値を示しており、変位量の大きさに関わらず ICP の解析結果が 1mm 大

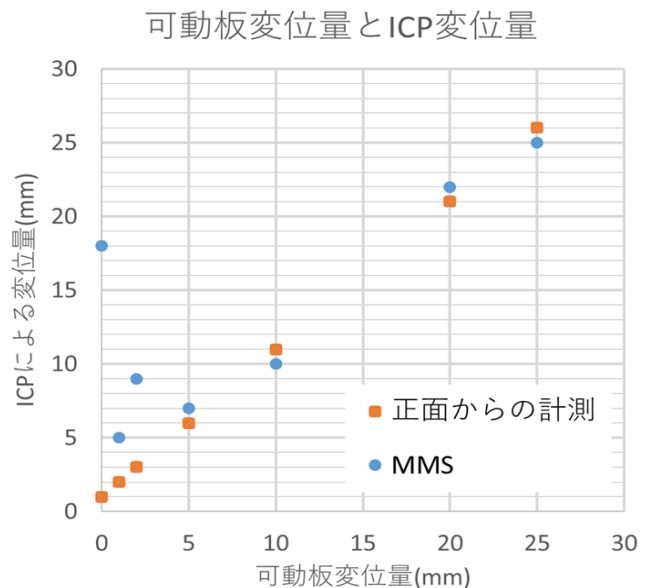


図-6 変位量に対する解析結果まとめ

く出ており、標準偏差が 1mm であることを考えると妥当な誤差である。

次に MMS の結果は、変位が 5mm までは解析結果が最大で 2mm の誤差で収まっている。しかし、変位が 2、1、0mm の際は誤差が大きくなり、最適な変位量が検出できていない。

4. まとめ

本研究では法面計測における変位量解析を目的とした解析手法を用い、据え置き型のレーザースキャナと MMS による計測結果から精度検証を行った。今回は変位量に対して、ICP の解析結果の精度を比較した。しかし、地上据え置き型に比べ、MMS の解析結果には自己位置精度や点密度など様々な誤差要因による影響が出ることが考えられ、今後はこれらを踏まえた精度検証が必要である。

参考文献

- 1) Rusinkiewicz, S., Levoy, M. (2007): Efficient Variants of the ICP Algorithm, Stanford Univ.
- 2) 千葉達朗, 織田和夫, 高山陶子, 藤田浩司: 航空レーザ計測差分による熊本地震本震前後の益城町近辺の変状解析, 写真測量とリモートセンシング VOL.55, No.3, 2016
- 3) 菊地輝行, 秦野輝儀, 千田良道, 西山哲: 三次元点群を用いた急斜面の維持管理における変動解析, 日本地すべり学会 Vol.55, No.2, 2018
- 4) Besl, P.J and McKay, N.D. (1992): A Method for Registration of 3-D Shapes, IEEE Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol.14, No.2, pp.239-256.