

点群データを活用した構造物の出来形管理基準に関する検討

東日本旅客鉄道（株）	正会員	○関塚 貴一
東日本旅客鉄道（株）		竹之下 智行
東日本旅客鉄道（株）	正会員	高見澤 拓哉
東日本旅客鉄道（株）	正会員	井口 重信

1. 目的

測量作業をはじめとした様々な場面で点群データの活用が進んでおり、従来メジャー等で検測していた構造物の出来形管理についても、点群データの活用が期待されている。点群データによる出来形管理に際しては、従来のメジャー等による検測を前提とした基準値から、点群データの特性を加味した基準値を定める必要があることから、本稿ではその検討を行った。

2. レーザスキャナで計測した場合の出来形計測値との差異

構造物をレーザスキャナ等で計測した場合、従来のメジャー等による出来形計測値との差異として、①レーザ測量による誤差、②従来計測方法による真値との差異、の2つの項目が考えられる。

① レーザ測量による誤差

地上レーザスキャナなどによるレーザ測量では、ワンショットで行った計測であっても、対象物までの距離、対象物とのなす角度、対象物との色や材質などにより誤差が生じる¹⁾。この誤差は、使用するレーザ測量器の特性によるものが多く、事前に把握しておくことが可能と考えられる。また、その誤差の多くが、対象物とのなす角度によるもので、これはスポット径と強い相関があることから、この相関を把握しておくことで、レーザ測量に伴う誤差は事前に推定が可能であると考えられる。

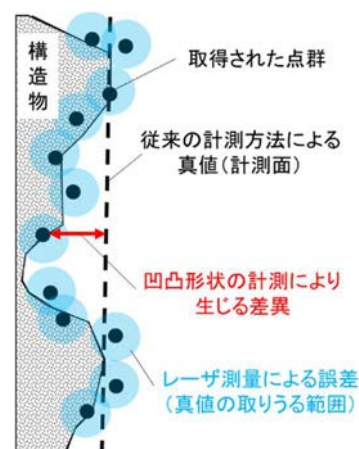


図-1 レーザ測量で計測される誤差

② 従来計測方法（メジャー等）による真値との差異

従来のメジャー等による計測方法では、測定対象物の表面にスタッフ等を当てて計測を行うことが多い。この場合、盛土や鉄道のバラスト軌道などの形状を計測する場合には、表面の凹凸の凸部分の計測をしていることになる。レーザ測量で実施した場合には、この表面の凹凸形状を計測できることから、ここに差異が生じることになる。レーザ測量で計測される値は、①と②の誤差の両方が含まれることになるが、②の誤差は、従来は計測されていなかった誤差であることから、従来の出来形検査基準から点群データを加味した基準値を考える際には、計測値から除外して考える必要がある（図-1）。

3. ①レーザスキャナの計測誤差の検証

今回使用した地上レーザスキャナの精度を検証するため、平滑な鉄板をターゲットに、レーザスキャナから奥行き方向の誤差を計測した。図-2 に計測結果を示す。計測結果が正規分布と仮定すると、標準偏差は2.45mm程度となった。

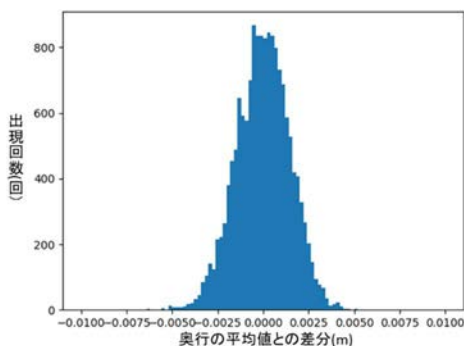


図-2 レーザスキャナの計測誤差

4. ②従来計測方法による真値との差異の検証

（1）実測データ 実測データによる検証を行うため、対象物に

CASE1: バラスト法面, CASE2: RC 板ホーム床面の2種類を選定し、地上レーザスキャナで計測してデータを分析することとした。得

キーワード 点群, 出来形管理, 精度

連絡先〒151-8578 東京都渋谷区代々木2-2-2 東日本旅客鉄道（株）建設工事事部 技術戦略G TEL 03-5334-1283

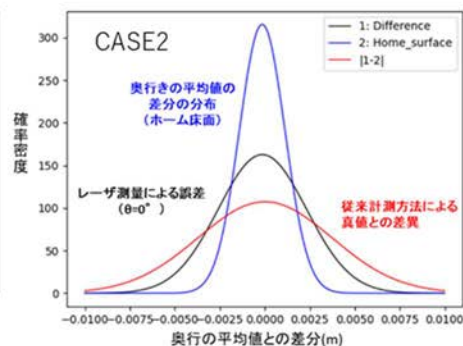
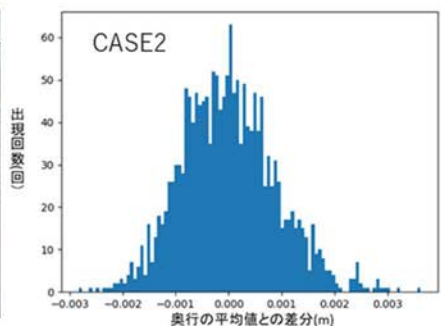
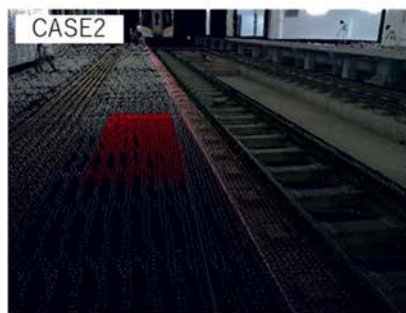
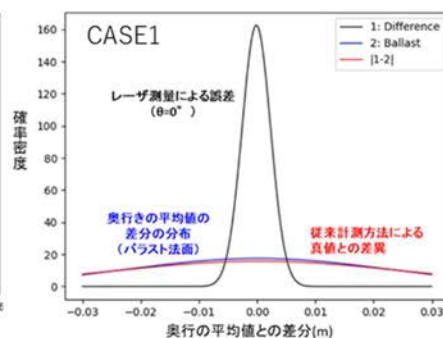
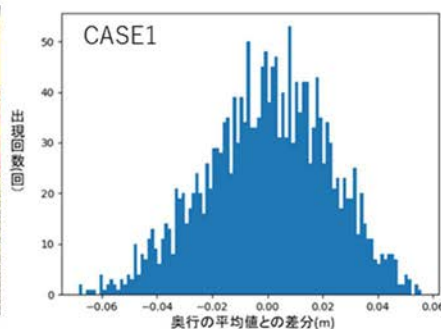
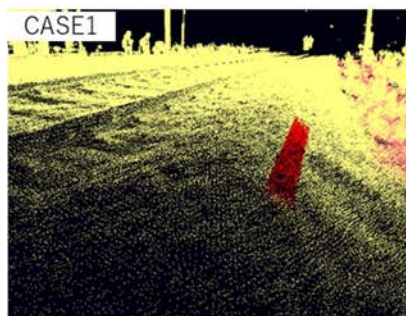


図-3 計測箇所

図-4 奥行き方向の平均値との差分

図-5 真値との差異

られた点群を図-3 に示す。著者らの研究¹⁾により、地上レーザスキャナを用いて構造物の出来形計測を行うような場合に生じるレーザ測量による誤差は、レーザ照射角度と反射面のなす角 θ が支配的であることから、分析に用いる点群データはなす角度がほぼ 0° と思われる箇所から選定した。分析に用いた点群のデータ数は、CASE1：バラスト法面で1911点、CASE2：RC板ホーム床面で1683点であった。

(2) 実測データの誤差 図-4 に、実測データの奥行き方向の平均値との差分の分布を示す。どちらの分布も正規分布と仮定すると、CASE1：バラスト法面は標準偏差が22.8mm、CASE2：RC板ホーム床面は標準偏差が1.2mmとなった。表面の粗度が荒いCASE1のほうが約19倍の標準偏差となりばらつきの大きいデータであることが分かり、実態を再現できていると考えられる。

(3) 従来計測方法による真値との差異 2. より、②従来計測方法による真値との差異は、実測データから①レーザ測量による誤差を減じたものと考えられる。図-5 に従来計測方法による真値との差異の分布を示す。CASE1：バラスト法面では、レーザ測量による誤差よりも実測値の標準偏差が非常に大きく、従来計測方法による真値との差異に与える影響は少なかった。一方、CASE2：RC板ホーム床面では、レーザ測量による誤差よりも実測値の標準偏差が小さく、結果として、従来計測方法による真値との差異のばらつきは、実測値よりも大きい結果となった。これは、実測された点群データには、①レーザ測量による誤差と②従来計測方法による真値との差異である表面の粗度の両者が含まれており、その合算値が結果として標準偏差が小さくなったものと思われる。

5. まとめ

地上レーザスキャナで計測される誤差を、レーザ測量により生じる誤差と従来計測方法による真値との差異を検証することで、点群データの特性を加味した出来形管理基準の基準値の設定について検討を行った。今後は、表面粗度の異なる様々な対象物に対して検討を加えていきたいと考えている。

参考文献

1) 井口重信ら；地上レーザスキャナの測定精度に与える照射角度の影響に関する実験考察，土木学会第74回年次学術講演会，6-403，2019.9