3次元計測点群の簡易評価環境の構築

清水建設（株）　正会員　○竹内　啓五
清水建設（株）　正会員　淡路　動太

1．目的

近年地上型レーザースキャナに代表される3次元点群計測の利用が急速に広まっている．土木の分野においても，事前の評価，施工中の管理など応用は多岐にわたっている．我々も各種スキャナを用い適用研究を行っているが，運用にあたっては高額な装置，分析に当たっては専門の知識が必要となる．三次元計測の有効性は認識されつつあり，その場で直ちに判断したい，というニーズも寄せられているが，現状十分な環境が整っているとは言い難い．

対策にはハード・ソフトの両面の改善が必要であるが，我々はソフト面で分析を支援する仕組みの検討を行った．現在広く利用されている分析ソフト上に，追加機能を実装することで対応ができると考えた．これに基づき，今回トンネル工事にスポットを当て，切羽における施工管理のうち，余掘り量の評価について，簡易評価のできる仕組みの可能性について取組を行ったので，ここに報告する．

2．概要

現在広く普及している3次元スキャナの代表的な運用方法は，次のような流れと考えられる．地上型レーザースキャナ（TLS）で対象を計測し，事務所にデータを持ち帰り，専用のソフトで評価する，あるいは，計測の専門家に評価を外注し，結果を受け取るという流れになる．時間も要するし，金額も装置やソフトに応じて高額になる．その場での評価も可能ではあるが，一般に点群を見るビューアでは単純に距離を測る作業だけでも現地で容易に行うことはできない．

そのような状況に対するには，何らかの自動的な処理を施して情報方提供する必要がある（図1）が，機械が高額になるに応じて，処理ソフト並びにその開発にも相応の費用を要する．

そこで，現在フリーの点群ビューアとして注目されている CloudCompare に着目し，簡易な処理情報提供の仕組みとして構築できるか試行を行った．同ソフトは，そのプログラムソースが一般に公開されており，また，機能を後付けとして追加できる Plugin の実装方法も検証が進んでいる[1)]．これにより，点群の処理ソフトを構築する際の一つのハードルであるインターフェースの記述をすることなく，処理の原則のみを記述することに注力ができる．そのため，開発にかかる期間・費用の削減効果が期待できる．

また，今回処理の対象としてトンネル工事における余掘り量の評価に着目した．余掘り量の把握は，支保工の取付けクリアランスの確保，充てん材料の量の管理などの側面から重要視されているが，一般には計測・管理の難しい項目である．この評価に対し TLS 等による3次元計測点群と，今回新たにプログラムに Plugin の形で処理を実装させる仕組みを構築することを試みた．

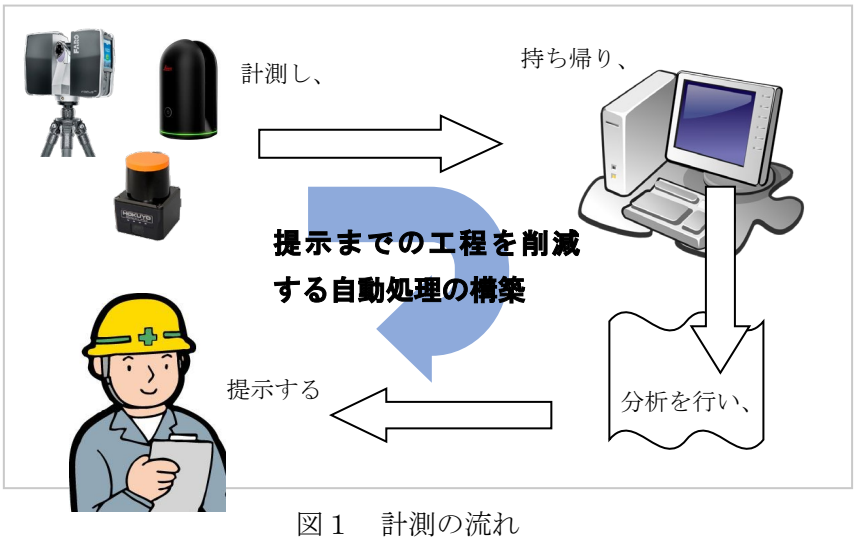

図1　計測の流れ

キーワード　点群，三次元，余掘，トンネル，プラグイン
連絡先　〒135-8530 東京都江東区越中島 3-4-17　清水建設（株）技術研究所　takeuchikeigo@shimz.co.jp

© Japan Society of Civil Engineers

３．プラグインアプリケーション

今回点群のビューアとして利用したCloudCompare であるが，フランスの電力会社により開発され，現在誰でも入手可能な点群ビューアである．実行形式のアプリケーションほか，プログラムの内容を記述したソースファイルから実行ファイルの生成も可能となっている．今回WindowsPC を用いるため，入手したソースをVisualStudio2017 上で実行形式に変換する処置を行った．また，同ソースに付随しているPlugIn サンプルを参考に，こちらで検討した余掘り評価方法の記述を行い，実行形式Plugin への変換を行って，CloudCompare に実装を行った．

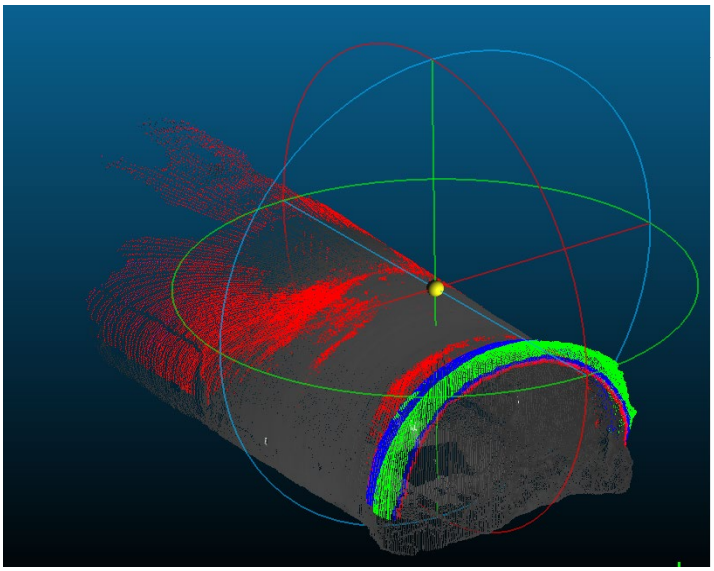

図２　余掘量評価例

余掘り処理の流れは，次のようになる．まずRANSAC で大まかなトンネル軸方向を推定している．ただしRANSAC はランダムにピックアップした点を評価するため，推定結果にはばらつきも大きい．そこで，推定された軸方向に沿って複数の断面を切り出し，各断面で詳細にPCA による円形の詳細なフィッティングを行い，最終的に軸方向と断面の円半径の推定を行った．なお今回は円筒断面のみを扱っている．

４．トンネル形状の分析

前項で解説した処理を,実際のトンネルで取得した形状データに対して適用処理を行った.スキャナとしては,レンジファインダを動かし計測する仕組みを用いた．この仕組みの精度は実験的に±1 cm（6m 範囲）程度を確認している．[2)]

評価に用いた形状データは10 例．そのうち余掘り量のコンター表示をした例を図２に示す.推定されたトンネル壁面を赤，その面に対して20 cm以上の掘削を青，40 cm以上の掘削を緑で示している．今回掘削量自体の精度評価は行っていないが,評価した推定半径のばらつきは半径 6m に対し±2 cm程度であり安定した推定が実現できている．

図３　想定している運用

また今回用いたデータの点群サイズは凡そ 100 万点であった．更にビューアのほうも，必ずしも高性能 PC を必要としないため，例えば小型の PC を用いることで図 3 に示すような簡易な運用形態も十分実現が可能になると考えられる．

５．おわりに

トンネルの余掘り評価を行う仕組みを,フリーの点群ビューアにPlugin 実装の形で提供する方法で製作し,実データをもとに評価することでその動作を確認した．今後は，実現場に対し装置を含めた形で提供し，運用状況を見ながら改善項目や・精度の検証を行う予定である．

参考文献

1）金井理,CloudCompare のアドオン拡張による点群処理ソフトの試作,精密工学会点群処理基礎技術講習会資料,2019

2）竹内 啓五他，ダムコンクリート締固め自動判定技術の開発，土木情報学シンポジウム講演集 vol.41 181-184,2016

© Japan Society of Civil Engineers