

TS技術の活用による建設生産システムの効率化

重高浩一・近藤弘嗣・長山真一・椎葉祐士

1. はじめに

施工現場の出来形管理の現場計測ツールとして、従来テープ、レベル等が使用されてきたが、測量機器の発展により TS が使用され始め、また近年では UAV、レーザースキャナ等により 3 次元データを点群データとして面的に取得することが可能になってきている。

土工では既に TS を用いた出来形管理が実用化しているが、国土交通省では平成 25 年度に第二期情報化施工推進戦略上の課題の一つとして TS を用いた出来形管理の工種拡大をあげており、国総研では土工の周辺工種である護岸工・土留工・擁壁工を拡大ターゲットとして TS による出来形管理の適用可能性を検証しているところである。

さらに、平成 27 年度に国土交通大臣が発表した i-Construction では、ICT 技術の全面的な活用による生産性向上をターゲットの一つとしており、土工においてレーザースキャナや UAV を活用し、測量・計測の効率化を図るとともに、取得した 3 次元データを活用して施工や検査の効率化も図るなど、一連の生産プロセスの向上に取り組んでいくこととしている。そのためには UAV やレーザースキャナを活用した出来形管理方法のルール化や 3 次元データでの数量算出、検査などを可能とするための基準類の見直しが必要であり、国総研では関係機関と連携しながら平成 27 年度中を目途にその検討を行っているところであるが、その内容については別途報告することとしたい。

本稿では、土留工(矢板工)と擁壁工(場所打)を対象に TS による出来形管理方法を提案し、その適用可能性を検証した結果を紹介する。

2. TSによる出来形管理方法の提案

2.1 土留工の出来形管理方法

本稿で検討の対象とする土留工(矢板工)の出来形管理基準上の測定項目は、基準高、根入れ長、変位である。

TSによる測定方法は、図-1のとおり行う。

矢板天端の標高値(基準高)と床付きの標高値を計測する。

根入れ長については、従来の考え方と同じく、矢板の全長から、天端と床付の標高値の差異を減じる方法とし、矢板の全長は、材料検査等での実測値を入力することとした。

変位は矢板天端の座標の現場測量値と設計値の差異を算出する。

2.2 擁壁工の出来形管理方法

擁壁工(場所打)の出来形管理基準上の測定項目は、基準高、底盤厚さ、裏込め厚さ、幅、高さ、延長となっている。

TSによりこれらの出来形計測項目の測定を行う方法として大きく2つの方法が考えられる。1つは必要な計測項目をすべてTS計測結果を用いて算する方法(図-2(案1))であり、もう1つはコントロールポイントとなる計測項目のみTS計測結果を用いて算し、そのほかは従来手法による計測結果をデータとして手入力する方法である。(図-2(案2))。

本稿においては、TSを用いて必要な計測項目を算する方法(案1)について検証する。

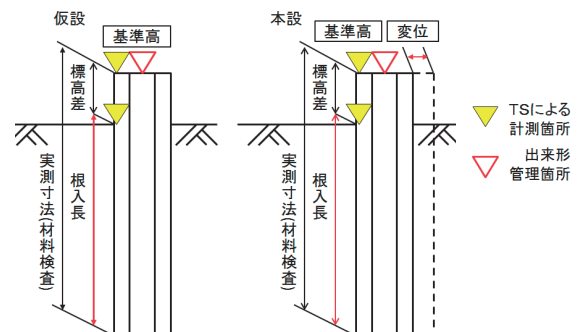


図-1 鋼矢板の計測点及び算出方法

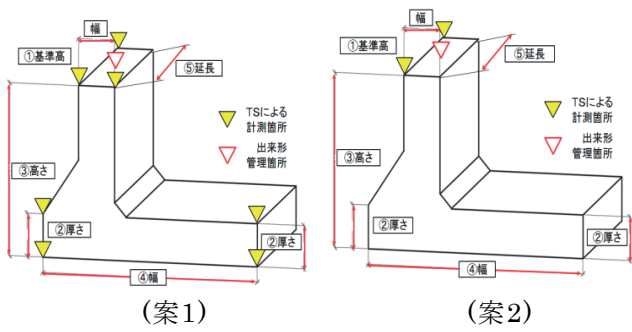


図-2 擁壁工の計測方法及び算出方法

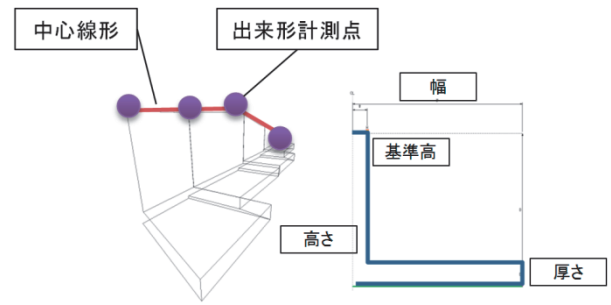


図-4 擁壁工のデータ案

3. 3次元設計データの作成

TSを用いた出来形管理では、出来形管理断面をTSに読み込ませるため、設計形状を3次元データ化した「基本設計データ」を作成する必要がある。このため、土留工と擁壁工への適用にあたって3次元データの作成方法を考案した。

3.1 土留工の3次元データ作成方法

土留工の基本設計データ作成にあたっては、従来の出来形管理でも矢板の中心部を管理しており、TSの出来形管理でも中心線形は矢板天端中心部の折れ線を利用した。横断形状は、矢板の形状を表現するのではなく出来形管理上必要な基準高さ、根入れ長を表現する形状とした(図-3)。

なお、検証した現場からは隣接工事の矢板を接合させるため端部の位置座標があると活用できるとの意見があった。

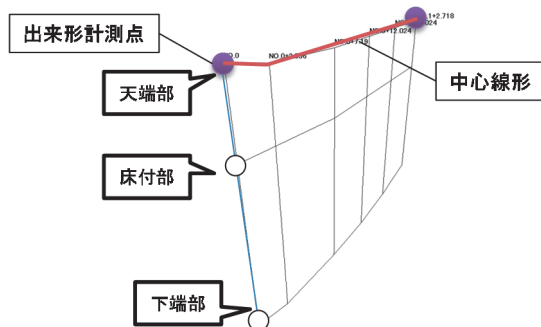


図-3 土留工のデータ案

3.2 擁壁工の3次元データ作成方法

擁壁工の基本設計データは、道路中心線形を使って作成ができる。また曲線区間は、道路中心線形と擁壁の横断方向が90°でない場合もあるが、現在一般化されている舗装繕工のTS出来形管理で使用する道路中心線形を使用しないデータ作成により対応することが出来る(図-4)。

4. 工事現場における検証

4.1 検証の内容

土留工及び擁壁工の工事を対象に、TSを導入した場合の出来形計測結果と作業時間の検証を行った。具体的には土留工及び擁壁工のそれぞれ以下の現場について、TSを用いた出来形管理及び従来施工の出来形管理を実施し、出来形の計測結果を比較するとともに、出来形計測に要する作業時間の比較を行った。

1) 土留工(矢板工)仮設の現場

工事名：田尻高谷改良その17工事
 発注事務所：関東地方整備局首都国道事務所
 検証延長：30m



写真-1 土留工の現場

2) 擁壁工(場所打)の現場

工事名：愛発除雪拡幅疋田地区改良工事
 発注事務所：近畿地方整備局福井河川国道事務所
 検証延長：40m



写真-2 擁壁工の現場

計測は土留工6測点、擁壁工5測点分について実施した。

なお、擁壁工の底盤の厚さについては今回施工工程上、計測が出来なかった、また裏込め厚さについては施工が無かったため対象外とした。

比較対象とした作業時間については図-5のとおりである。

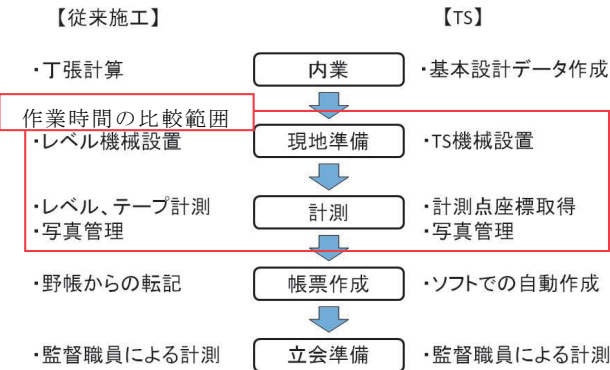


図-5 計測時間を比較する項目

5. 土留め工の検証結果

5.1 出来形計測結果の比較

土留工(矢板工)の基準高、根入れ長、変位について、従来手法による計測結果とTS手法による計測結果の比較を行った。

基準高については、従来手法とTS手法の差異が0.01m以内であった(図-6)。

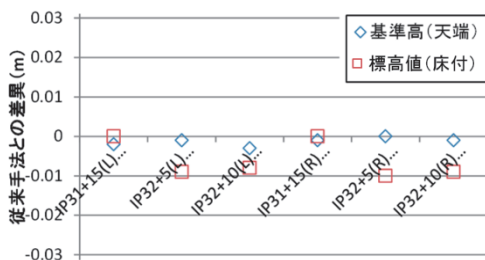


図-6 基準高の計測結果の差異

根入れ長の計測結果については、従来手法とTS手法の差異が0.01m以内であった。

変位については、従来手法とTS手法の差異が最大で0.014mであった(図-7)。

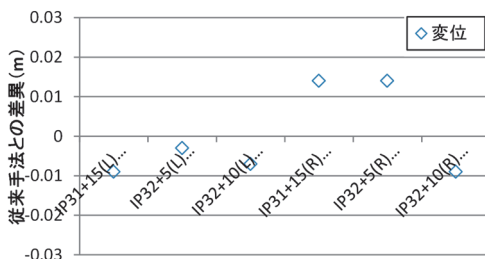


図-7 変位量の計測結果の差異

以上から従来手法と比較して概ね0.01m程度の計測精度が得られることが分かった。

5.2 作業時間の比較

土留工の従来手法とTS手法による計測作業時間の比較結果は、図-8のとおりである。

結果としては、機械設置を含めた計測作業時間はほぼ同程度だったが、従来手法のレベル計測・変位計測のみの時間とTS手法の計測のみの時間を比較すると、従来手法35分、TS手法24分であり、TS手法の方が3割程度効率化している。試行工事では施工規模が30m程度と小規模であり計測点数が少なかったが、TSによる計測は半径100m程度まで可能であり、施工規模が大きくなるとより効率化のメリットが大きくなると考えられる。

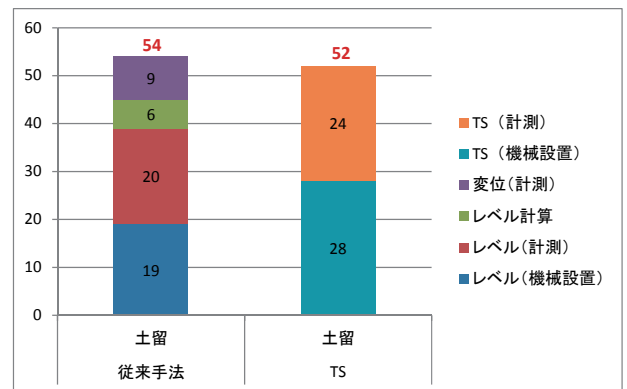


図-8 土留工における作業時間比較(分)

6. 擁壁工の検証結果

6.1 出来形計測結果の比較

擁壁工の基準高、幅、高さについて、従来手法による計測結果とTS手法による計測結果の比較を行った。

基準高については、従来手法とTS手法の差異が0.01m程度であった(図-9)。



図-9 基準高の精度比較

また、幅及び高さの計測結果は、それぞれ従来手法とTS手法の差異が最大で0.02m程度であった。幅、高さの計測にあたっては、2点の計測値の差で算出しているが、1点の計測差異が0.01m程度あり、その蓄積によることが推察される。

なお、TS計測では、施工のための足場で視通が確保できず、位置をずらして計測した箇所もあった。

また、設計図上では記載のある構造物の角部が、現地では面取りされて存在しないため、計測のために、面取りされた角部を想定する治具を使用する必要があった。さらに、壁面に近い場所では、通常のプリズムでは計測が出来ず、壁面に密着出来るシールプリズム等の使用の工夫が必要であることがわかった。

6.2 作業時間の比較

擁壁工の従来手法とTS手法による計測作業時間の比較結果は、図-10のとおりである。結果としては、ほぼ同等の時間であった。

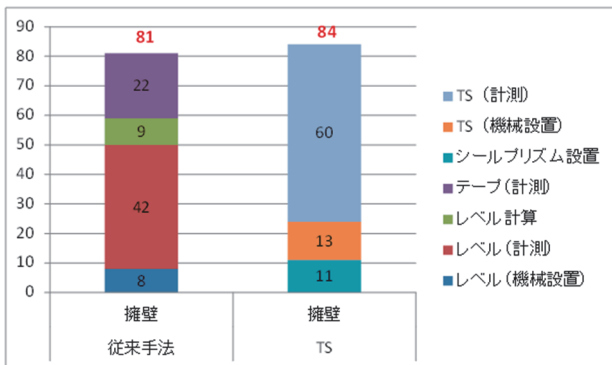


図-10 擁壁工における作業時間比較(分)

この理由として考えられるのは、TSでの計測に、6.1で述べたようにシールプリズムの設置や、足場からの視通の確保など、計測上の手間が生じたためと考えられる。

7. おわりに

本稿ではTSを用いた出来形管理の土留工、擁壁工の出来形管理手法を提案するとともに、適用の可能性について検証を行った。検証の結果、課題も明らかとなったが、国総研では、課題への対応を図りつつ、実用化に向け、平成29年度を目標に要領等の策定を行いたいと考えており、引き続き規模や形状が異なる土留工、擁壁工についても検証を行っているところである。

また、前述したように、i-Constructionでは、土工について3次元設計データや3次元計測データの活用を図っているところであるが、土留工や擁壁工についても3次元設計データや3次元データを活用することにより生産性の向上を実現できる可能性があり、i-Constructionの取り組みも視野に入れながら研究を進めていきたいと考えている。

謝 辞

本検討に当たり、試行現場及び現地調査にご協力を提供いただいた各地方整備局、事務所及び施工者を始め関係者各位に対し感謝を申し上げます。

参考文献

- 1) 近藤弘嗣、長山真一、椎葉祐士(2015)：TSを用いた出来形管理の土留・擁壁工への適用に向けた検討、平成27年度 建設施工と建設機械シンポジウム論文集・梗概集、pp.63～66、2016
- 2) 国土交通省：土木工事施工管理基準及び規格値(案)平成23年

重高浩一



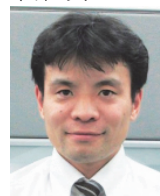
国土交通省国土技術政策総合研究所防災・メンテナンス基盤研究センターメンテナンス情報基盤研究室長
Koichi SHIGETAKA

近藤弘嗣



国土交通省国土技術政策総合研究所防災・メンテナンス基盤研究センターメンテナンス情報基盤研究室 主任研究官
Kouji KONDOU

長山真一



国土交通省国土技術政策総合研究所防災・メンテナンス基盤研究センターメンテナンス情報基盤研究室 研究官
Shinichi NAGAYAMA

椎葉祐士



(一社)日本建設機械協会施工技術総合研究所研究第三部研究員、工博
Dr. Yuushi Shiiba