

15. 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

－ 土留工・場所打擁壁での計測手法立案及び現場試行による省力化効果等の検証 －

国土交通省

国土技術政策総合研究所 近藤 弘嗣

国土技術政策総合研究所 ○長山 真一

(一社)日本建設機械施工協会 椎葉 祐士

1. はじめに

国土交通省の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があげられる。国土技術政策総合研究所では、既に TS を用いた出来形管理が実用化している土工の周辺工種である護岸工・土留・擁壁工を拡大ターゲットとして、昨年度の護岸工（コンクリートブロック張）に続き、土留工（鋼矢板）及び擁壁工（場所打擁壁工の）出来形管理への適用可能性を検証した。本稿では土留工・擁壁工について、TS による計測方法の立案、工事現場における試行、計測精度の検証、及び効率面での効果検証を行ったので紹介する。

2. 計測方法の立案

2.1 土留工（鋼矢板）の対象とする施工管理基準

土留工（鋼矢板）で、検討の対象とする施工管理基準（出来形管理）は土留・仮締切工の鋼矢板（図-1）である。

鋼矢板の測定項目は、基準高、根入れ長、変位となっているおり、本設と仮設では測定項目が異なり、仮設では変位の項目がなくなる。¹⁾

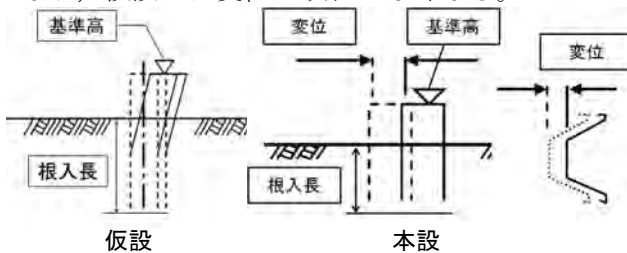


図-1 鋼矢板の出来形管理項目

2.2 擁壁工の対象とする施工管理基準

擁壁工で検討の対象とする施工管理基準（出来形管理）は擁壁工の場所打擁壁工（図-2）である。

場所打擁壁工の測定項目は、基準高、厚さ、裏込め厚さ、幅、高さ、延長となっている。¹⁾

2.3 土留工（鋼矢板）の計測点及び算出方法

TS により 2.1 の出来形計測項目の測定方法として、図-3 のとおり可視部分の計測点①、計測点②を計測し、材料検査で全長の実測寸法を計測し

たうえで、基準高については計測点①の標高値、根入れ長については全長の実測寸法から計測点①から計測点②の寸法を減することで算出することにした。

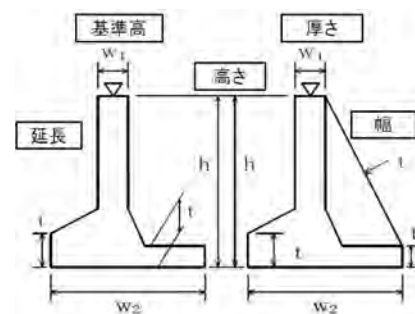


図-2 場所打擁壁工

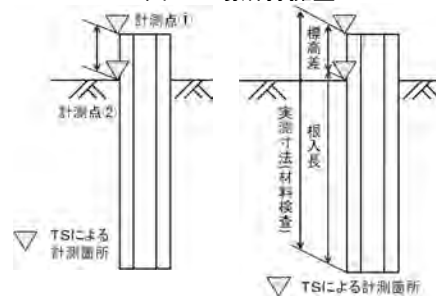


図-3 計測点及び算出方法

2.4 擁壁工の計測点及び算出方法

TS により 2.2 の出来形計測項目の測定を行う場合として2つの計測案を作成した。案1ではTS計測結果を用いて必要な計測項目をすべて算する方法（図-4）と、案2で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とした。

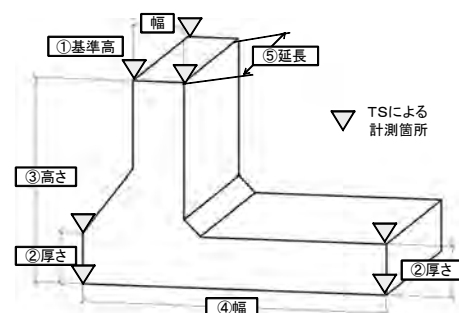


図-4 計測方法及び算出方法（案1）

本検討においては、TSを用いて計測項目を算する方法（案1）で従来方法との作業時間の比較を行った。

3. 工事現場における試行

土留工及び擁壁工の工事を対象に、TSを用いた出来形管理を導入した場合の計測精度及び時間短縮効果を検証するため、各工事で現場試行を実施した。

3-1 土留工（鋼矢板）の試行条件

- ① TSを用いた出来形管理に係る作業及び従来施工の出来形管理を実施
- ② 土留工（鋼矢板）に対応した出来形管理用TSソフトウェアは存在しないが、特別な計算式は使用しないため現状のソフトを流用しての計測を行った。帳票についてはエクセルで別途作成した。（作業時間については、ソフトウェアが存在するものと仮定）
- ③ 施工延長によらず3測点分の延べ作業時間（人・分）で比較（TSでの測定も3測点）

3-2 擁壁工の試行条件

- ① TSを用いた出来形管理に係る作業及び従来施工の出来形管理を実施
- ② 擁壁工に対応した出来形管理用TSソフトウェアは存在しないが、特別な計算式は使用しないため現状のソフトを流用しての計測を行った。帳票についてはエクセルで別途作成した。（作業時間については、ソフトウェアが存在するものと仮定）
- ③ 施工延長によらず5測点分の延べ作業時間（人・分）で比較（TSでの測定も5測点）

3.3 時間短縮効果の検証

(1) 検証する作業項目について

土留工及び擁壁工における内業から出来形計測に要する作業時間・人員を記録する。すべてを従来手法で行った場合と、すべてTSを用いた出来形管理を適用した場合で比較した。比較対象とする作業の流れの詳細は図-5のとおりである。

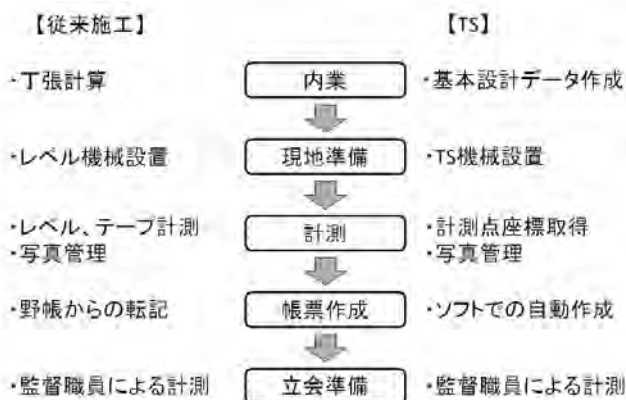


図-5 作業時間を比較する作業項目

(2) 土留工（鋼矢板）の作業時間の比較結果

従来施工とTSによる作業時間の比較結果は、図-6のとおりである。なお、本試行工事では土工に関する出来形管理を行わない工事であったため、土工と土留工の一連での作業時間の比較を行わなかった。結果としては、機械設置を含めた計測全体での作業時間がほぼ同じであるという結果が得られた。また、計測時間だけを比較すると、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。

計測計測作業全体において作業時間が変わらなかった理由として、試行工事では施工規模が30m程度と小規模であり、また仮設で管理項目が少なかったため、効果が出なかったと思われる、本設工事では施工規模が大きく一度に多くの計測が可能なら現場であれば、効果があると推察される。

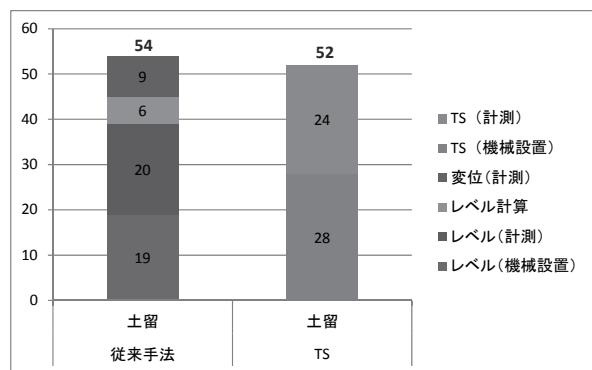


図-6 土留工における作業時間比較

(3) 擁壁工の作業時間の比較結果

従来施工とTSによる作業時間の比較結果は、図-7のとおりである。結果としては、ほぼ同等の作業時間であった。

この理由として考えられるのは、TS手法の計測頻度自体は、減ったものの（従来はレベル・テープで1断面あたり7計測、TSは1断面あたり4計測）、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る場合があるためと思われる。

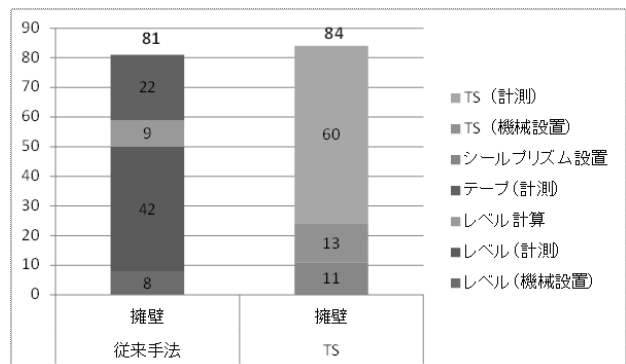


図-7 擁壁工における作業時間比較

3.5 土留工（鋼矢板）の計測精度の検証

(1) 検証する測定項目について

基準高（天端）、変位置、根入れ長について精度検証を行った。また、本工事の土留工（鋼矢板）は仮設ではあったが、そのまま埋設する工事となっていたため、変位にても計測を行った（写真-1）。



写真-1 TSによる計測点（土留工（鋼矢板））

(2) 計測結果の比較

比較の結果、基準高（天端）および（床付）の計測結果について、従来手法とTS手法の差異が10mm以内であった（図-8）。

変位置（天端）の計測結果について、従来手法とTS手法の差異が10mm程度であった。最大で14mmの差異があったが、従来手法の計測も水糸に対して離れ量をスケールで計測しているため、計測時の誤差を含むことが推察される（図-9）。

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10mm以内であった。

以上から10mm以内の計測精度が得られることが分かった。

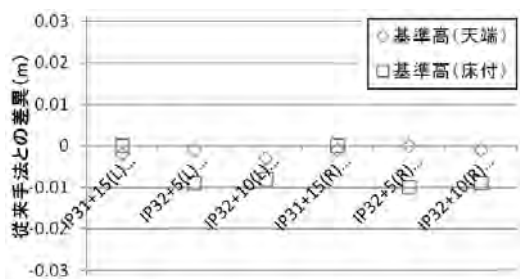


図-8 基準高の精度比較

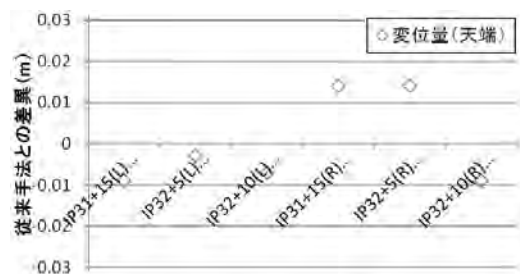


図-9 変位置の精度比較

3.6 擁壁工の計測精度の検証

(1) 検証する測定項目について

基準高、幅員、高さについて精度検証を行った（写真-2）。



写真-2 TSによる計測点（擁壁工）

(2) 計測結果の比較

TSによる算出結果を、従来の測定手法と計測結果と比較したのが以下の図-10である。



図-10 計測結果比較

基準高の計測結果について、従来手法とTS手法の差異が10mm程度（最大29mm）であった。幅員の計測結果について、従来手法とTS手法の差異が20mm程度（最大40mm）であった。

高さの計測結果については、従来手法とTS手法の差異が20mm程度であった。

(3) 誤差要因の考察

TSと従来手法の計測結果の差異が基準高で最大29mmと幅員で40mmとなったことについて、その要因を考察する。基準高と幅員での誤差要因は、施工のための足場で視通が確保できず、計測箇所をずらして計測した箇所もあったため、従来手法と計測箇所が一致していないことが推察される（写真-3）。

高さの誤差要因は、高さの算出は2点の標高値の差で算出しているため、各点の計測誤差が最大で10mm×2箇所=20mm程度は発生する可能性があることが推察される。



写真-3 TSで計測する際の足場との見通状況

4. 基本設計データの作成手法

TSを用いた出来形管理では、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り、土留工と擁壁工への適用にあたって3次元データの作成手法を考案した。

4.1 土留工（鋼矢板）の標準的なデータ作成の流れ

土留工（鋼矢板）の基本設計データ作成にあたっては、中心線形は、矢板天端部の折れ線を利用し、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-11）。また、現場試行のヒアリングの結果、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。

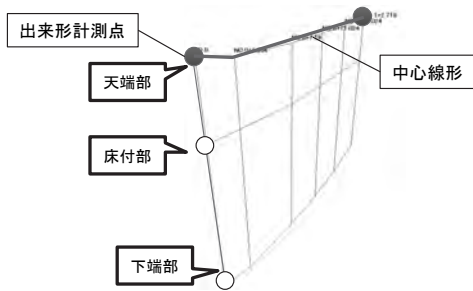


図-11 土留工のデータ案

4.2 擁壁工の標準的なデータ作成の流れ

擁壁工の基本設計データ作成に当たっては、道路中心線形を設定して作成ができる。また曲線区間は、道路中心線形と擁壁の横断方向が90°でないため、舗装修繕工事で使用する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-12）。

また、現場試行のヒアリングでは、維持管理は実際の位置の出来形データがあれば変状時の確認として使用できるとして、形状については特に必要が無いとの意見があった。

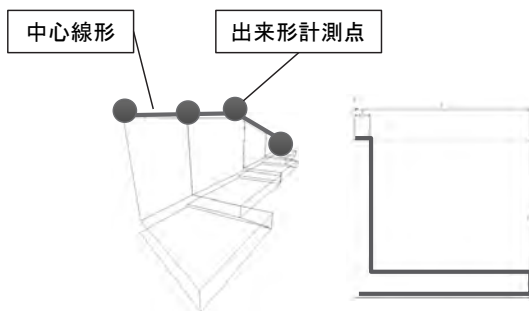


図-12 擁壁工のデータ案

4.3 土留工（鋼矢板）に関する手法の提案

土留工（鋼矢板）を対象に、TSを用いた出来形管理手法を整理した。新たな出来形管理項目である根入長については、下端部が不可視部分となるため、天端と床付の標高値の差異（高さ）を全

長から減じる手法を提案した。

TSを用いての根入長の計測については、現行の場合も、TSの計測手法と同様に天端と床付の標高差を全長から引き算して算出しているため、施工者も違和感のない計測方法であった。

天端の基準高さでは、矢板の接合部で計測しているが、設計データで指定した管理断面で計測出来ない場合もある。

根入長については、全長から天端と床付の差異を減じる方法とするが、その際、矢板の全長は、設計よりも数cm長い場合があるため、全長の実測寸法を計測結果に反映して、長さを算出する必要がある。

4.4 擁壁工に関する手法の提案

擁壁工の現場打擁壁工を対象に、TSを用いた出来形管理手法を整理した。出来形管理項目は、従来と同様に幅、基準高、高さであるため、それらを管理する手法を提案した。

擁壁工において、TSを用いて出来形計測を行うことは可能であるが、構造物における面取り部分や壁面に近い場所については治具やシールブリズム等の使用の工夫も必要である。

試行工事ではTSで全ての点を計測したが、計測時間の短縮のためには、極小な寸法等はテープで計測するなど併用できる仕組みが必要である。

また、面取りの計測に治具を活用したが、重力壁擁壁など直角ではない擁壁もあるので、さまざまな構造物への計測上の配慮が必要である。

擁壁工の出来形管理断面は、ジョイント部で管理しているため擁壁が連続している場合に、ある構造物が設計より大きく出来てしまうと隣接する構造物が小さくなる場合がある。管理基準の延長は-20cm以上であるため、擁壁の誤差が蓄積すると、設計データの計測断面から10cm以上離れる場合があり、出来形管理断面がずれる場合がある。

5. おわりに

本稿では、TSを用いた出来形管理の土留工、擁壁工への適用拡大の可能性とそれによる省力化の可能性について論じた。今回試行の対象としたのは、土留工（鋼矢板）と擁壁工の現場打擁壁の一部工種に留まる。国土技術総合研究所では、さらなる現場試行を通じて、土留工、擁壁工の別工種への適用拡大や、土工に係わる類似工種（矢板工）への適用拡大についてもその可能性を明らかにした上で、順次実用化につなげていきたいと考える。

参考文献

- 1) 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