

現地レポート：社会資本整備におけるICTの活用

舗装工事へのTS出来形管理技術適用の取り組み

二瓶正康* 岡田雅昭** 古川伸一*** 竹本憲充****

1. はじめに

ICTを活用した新しい施工技術（情報化施工）は、これまで大規模工事を中心に活用されているが一般工事への普及には至っておらず、国土交通省では「情報化施工推進会議」を設置し普及促進を図るための具体的な課題と対応方針を示している。その中で、施工管理手法および監督・検査の情報化施工への対応がもてられており、各種要領類の改正・制定作業が行われている。

本報告ではトータルステーション（以下TSという）を用いた出来形管理手法の舗装工事への適用に向けた関東地方整備局の取り組みを紹介する。

2. TSを用いた出来形管理

2.1 TSを用いた出来形管理の普及

「TSを用いた出来形管理」とは、施工管理用データを搭載したTSという測角測距儀により3次元座標を取得し、対比用の設計データとの差分を表示することで出来形管理を行う手法のことである。

「TSを用いた出来形管理」は、出来形管理要領（道路土工編）が平成20年に策定され、その後適用工種を河川土工等へ拡大してきた。道路土工の施工後に舗装工事を実施する場合へのデータ利活用等も想定されることから、関東地方整備局では、国土交通本省と連携して舗装工事への適用拡大を検討しているところである。

2.2 従来の出来形管理との相違点

現在検討中の本管理手法は、従来の管理基準「土木工事管理基準及び規格値」を変更するものではなく、TSの導入という計測ツールの変更に対応した出来形管理に関するルール策定である。

「TSを用いた出来形管理」では、従来の水糸、巻尺、レベル等を用いて計測していた計測項目について、TSによって計測した3次元座標値から基準高、幅、厚さ、延長を算出する。

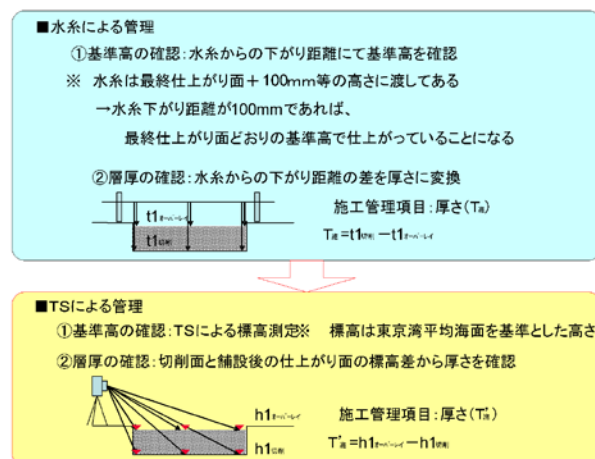


図-1 現行手法とTSを用いた出来形算出方法の違い

2.3 計測精度

舗装工へTSを適用する際の課題として、計測精度の確保という課題があった。これまでに策定されている道路土工等では出来形管理における規格値が±50mmであったが、舗装工では±7mmと厳しくなっている。また、TSは光学式の測角測距儀であるので計測距離が伸びるほど誤差が拡大する。そのため必要とされる測定精度を、機器の性能仕様として最小目盛値と最大計測範囲を規定することで担保している。

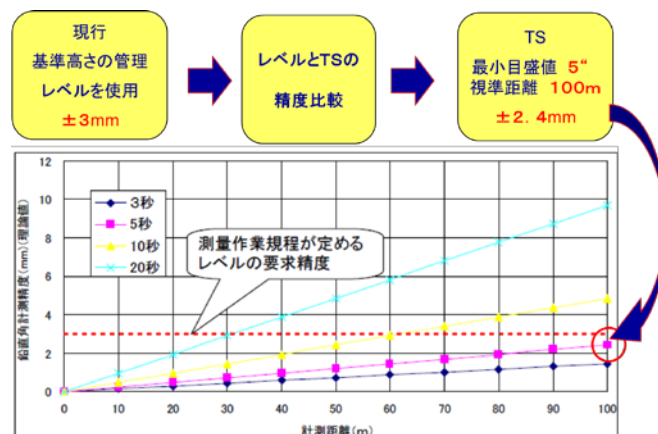


図-2 3級TS(最小目盛値)と計測精度・範囲の関係

TSの適用に関する機器仕様の比較には、従来の出来形計測基準設置ツールである「レベル」を対象とし、国土交通省の定める「公共測量作業規定」で要求されている「レベル」の許容精度±3mmを基準としてTSと精度比較した結果を図-2に示す。

「レベル」の精度を赤の破線で示す。これにより適用できるTSの機器仕様・計測範囲を、鉛直方向の最小目盛値が5秒読み、かつ視準距離100m以内とした。

2.4 計測機能の有効活用

TSの計測手法としては、次の2つの方式を可能として検討した。計測点にレーザーを反射するプリズムを設置して計測するプリズム方式と計測点をレーザーで直接視準するノンプリズム方式である。

ノンプリズム方式では、計測箇所に入人が立ち入る必要が無く、一人で多点の出来形計測が可能であるため効率面及び安全性等のメリットが期待されている。しかし、プリズム方式と異なり計測には現場条件の影響が大きいことが指摘されている。

3. 試験工事での適用確認

3.1 試験工事実施内容

今回検討した舗装工に対するTSを用いた出来形管理手法の適用性を確認するため、関東地方整備局管内の現場において試験工事を実施した。

TSを用いた出来形管理と現行の出来形管理との双方で出来形管理を実施し、その作業性や安全性、出来形計測結果を比較することで適用性の確認を行った。対象工事では維持修繕工事も対象とし、一連で施工する縁石工や排水構造物工と舗装工の出来形計測を行った。またプリズム方式、ノンプリズム方式の比較も併せて実施している。

3.2 精度検証

縁石設置工程において、前項で述べた手法に基づきTSを用いて基準高の計測を行い「レベル」による計測値との比較を行った。計測結果の比較を図-3に示す。

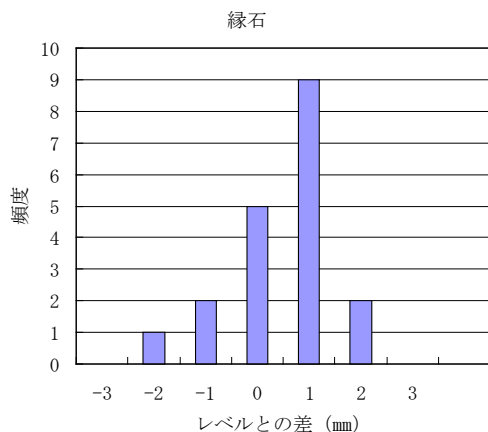


図-3 レベルとTSによる計測差の頻度

両者の差は最大2mm程度で計測値の約85%が±1mm以内となった。

次に設置延長の計測比較を実施した。設計値173.5mの縁石工において、現行手法であるメジャを用いた延長計測値と、TSによる延長計測値の差異は約20mmに収まった。施工延長に関わる施工管理基準及び規格値は-200mmとされており、舗装工及び一連の付属構造物についても出来形管理への適用性が確認できた。

3.3 TSを用いた出来形管理の効果

試験施工で実施した、舗装工に適用するTSを用いた出来形管理の流れを図-4に示す。

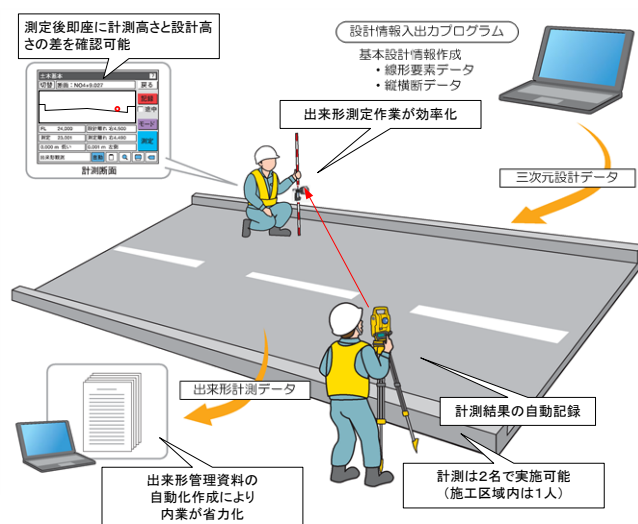


図-4 TSを用いた出来形計測、管理の流れ

3.3.1 計測作業の効率化

試験工事でのTSを用いた出来形管理と従来の出来形管理手法による計測作業の時間を比較する。施工区間延長120～145mの3現場で、作業時間が約50%低減した。図-5に1現場の事例を示す。ただし、ノンプリズム方式は本手法のメリット確認のため、現行手法、およびプリズム方式と比較して計測点数を約5倍に増やしている。

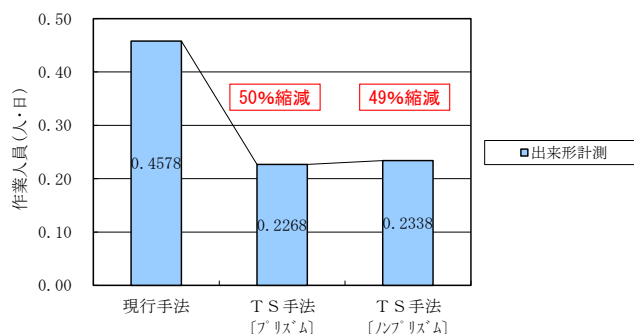


図-5 従来手法とTSを用いた出来形管理労力比較1

なお、施工幅員が狭く従来のメジャ計測が容易な現場では15%程度の効率化にとどまった。



図-6 プリズム方式による計測状況

3.3.2 出来形管理に関する内業の効率化

T Sを用いた出来形管理実施に関連する内業として、計測比較対象となる基本設計データの作成と出来形計測結果の管理資料作成に関わる労務を、従来の出来形管理に関連する内業と比較をした。比較対象とした労務の内容は、計測準備として出来形管理用の計測値算出・記録と出来形計測結果の手入力による管理資料作成に係る労務である。

結果として、管理断面が多くなるほど効率化が図られるが、施工層数は増えても2層目以降の帳票作成労力の低減効果が低くなることが確認できた。今回最も縮減効果の少ない3断面、5層施工での工事においては55%の縮減となった。

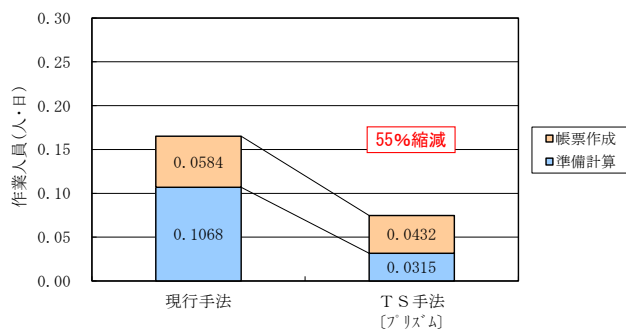


図-7 従来手法とT Sを用いた出来形管理労力比較2

3.3.3 ノンプリズム方式の確認

T Sを用いた出来形管理において有効性を期待しているものとしてノンプリズム方式がある。プリズム方式では計測人員は減少したが最低でも1人は計測点に立ち入らなければならない、また舗装工のように計測値の標高差から厚みを計測する場合は、上下方向の座標の測量位置をできるだけ同じくすることが重要となる。

ノンプリズム方式では、歩道側に機械を設置す

れば自動で計測が可能であり、前述の課題を容易にクリアすることができる。

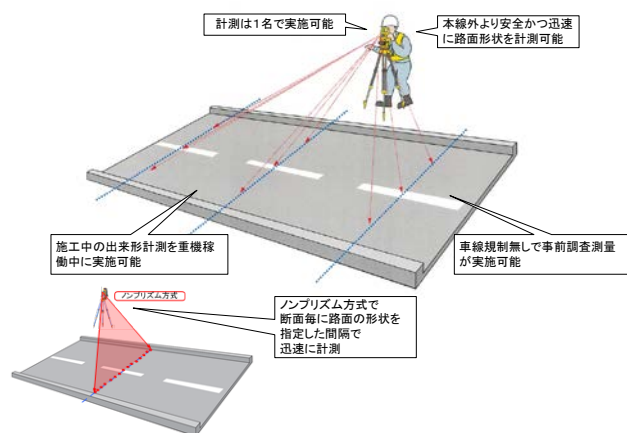


図-8 ノンプリズム方式計測イメージ

現場でのノンプリズム方式の利点を確認したところ、期待された通り安全面及び自動での多点計測について有効性が確認出来た。車道内に立ち入ることなく5倍の計測点を測定してもプリズム方式と同程度の労力で計測することができた。

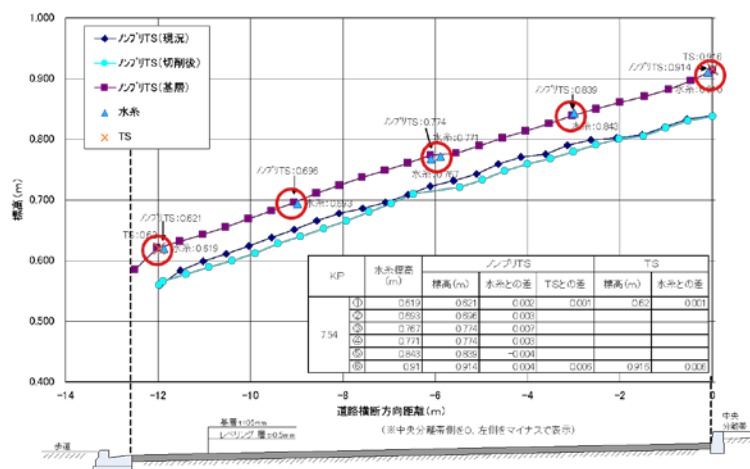


図-9 従来手法とT S計測の比較
(プリズム及びノンプリズム方式)

図-9に示す計測値のデータからわかるように水糸方式、プリズム方式に比較して路面の形状を詳細に把握することが可能である。

しかし一方では、路面を直接視準するために路面の性状・湿潤等で計測値の再現性への懸念があることがわかった。

4. まとめ

4.1 T Sを用いた出来形管理メリット

試験工事によりT Sを用いた出来形管理手法の舗装工に対する適用性が確認できた。この出来形管理手法のメリットについて、前項で記述した作

業の効率化以外についても以下の点が明らかになった。

品質確保の観点では次のとおり。

① 任意点での出来形管理が可能

② 出来形計測結果の確実な記録

安全性の観点では次のとおり。

① 測定作業人員の削減により危険性が低下

② 車線規制時間の短縮により危険性が低下

また作業の効率化は交通渋滞発生の低減につながり、社会便益の向上が図られると期待している。

4.2 施工管理要領への反映

試験施工によって得られた知見を反映し、「TSを用いた出来形管理要領（舗装工事編）」の原案を作成した。施工管理要領では、ノンプリズム方式について計測精度に関する懸念が残されたためプリズム方式を前提としてとりまとめた。

試験施工で確認出来たTSの仕様要件や計測範囲制限を明示したほか、プリズムを計測点に設置する際の許容範囲を示して実施時の便宜を図った。またTSの設置方法は計測精度に影響するため、機器の設置手法や工事基準点の配置確認を明記しており、図-10に設置時の注意点の例を示す。

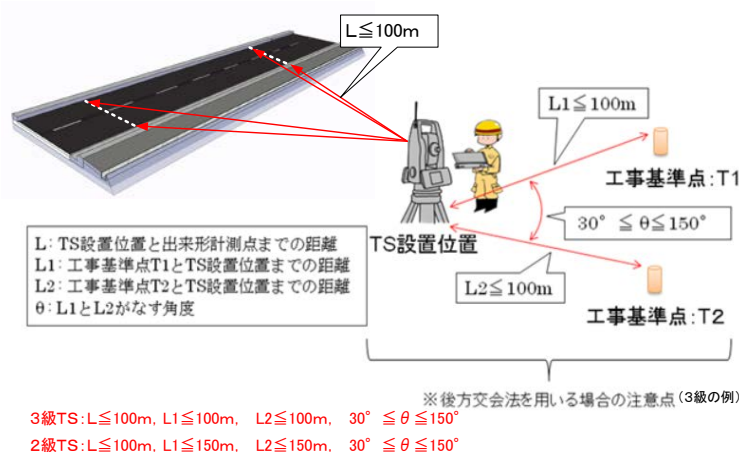


図-10 計測範囲と後方交会法による設置

4.3 今後の課題

TSを用いた出来形管理手法の舗装工への適用について、今般ノンプリズム方式については適用外とした。しかし安全性への寄与や多点管理への発展性などが期待されることから、今後もノンプリズム方式の有効活用を検討していきたい。加えて、従来の品質管理基準及び規格値で求められている新設舗装でのコア抜きによる厚さ計測等に対し、TSを用いた出来形管理の適用に向けた検討が必要である。

また大規模な舗装工事において活用が進められている3D-MCで作成されている3D設計データ・出来形計測データと監督・検査用の出来形計測用データとの連携についても効率的な3D位置情報の利用を検討する必要があると考えている。

5. おわりに

本報告ではTSを用いた出来形管理手法の舗装工への適用拡大の取り組みについて述べた、ICT技術の活用では、個別施工の効率化のみならず、今後は施工時に取得されたデジタルデータの利活用について積極的な検討を進めることで、維持管理、計画設計での効率化につながることを期待している。

参考文献

- 1) 国土交通省：「施工管理データを搭載したトータルステーションによる出来形管理要領(案)」、平成22年12月
- 2) 関東地方整備局：「TSを用いた舗装工事の出来形管理サポートページ」
<http://www.ktr.mlit.go.jp/kangi/ts/index.htm>

二瓶正康*



国土交通省関東地方整備局 企画部施工企画課 建設専門官
Masayasu NIHEI

岡田雅昭**



国土交通省関東地方整備局 関東技術事務所 技術情報管理官
Masaaki OKADA

古川伸一***



国土交通省関東地方整備局 関東技術事務所 施工調査課 専門員
Sinichi FURUKAWA

竹本憲充****



社団法人日本建設機械化協会 施工技術総合研究所 主任研究員
Norimitsu TAKEMOTO