

Q：今すぐ舗装工事でTS出来形管理の実施が可能でしょうか？

A：関東地方整備局では、平成21年8月に「施工管理データを搭載したトータルステーション（TS）を用いた出来形管理要領（案）【舗装工事編】」を公表し、現在、試行運用を行っています。

今後、試行工事の実施等により、平成22年度に全国版として本運用を開始する予定です。本運用が図られる前に関東地方整備局発注の工事において、実施の希望がある場合は、試行工事に位置付ける等により実施可能となる場合があります。

詳しくは、関東技術事務所施工調査課までお問い合わせください。

Q：TS出来形管理には、ノンプリズム方式TSとプリズム方式TSの両方の機器が必要ですか？

A：ノンプリズム機能を持っている機器は、プリズムでの計測機能を持っているので1台の機器で行えます。

Q：舗装工事のTS出来形管理に関する研修は実施されているか？

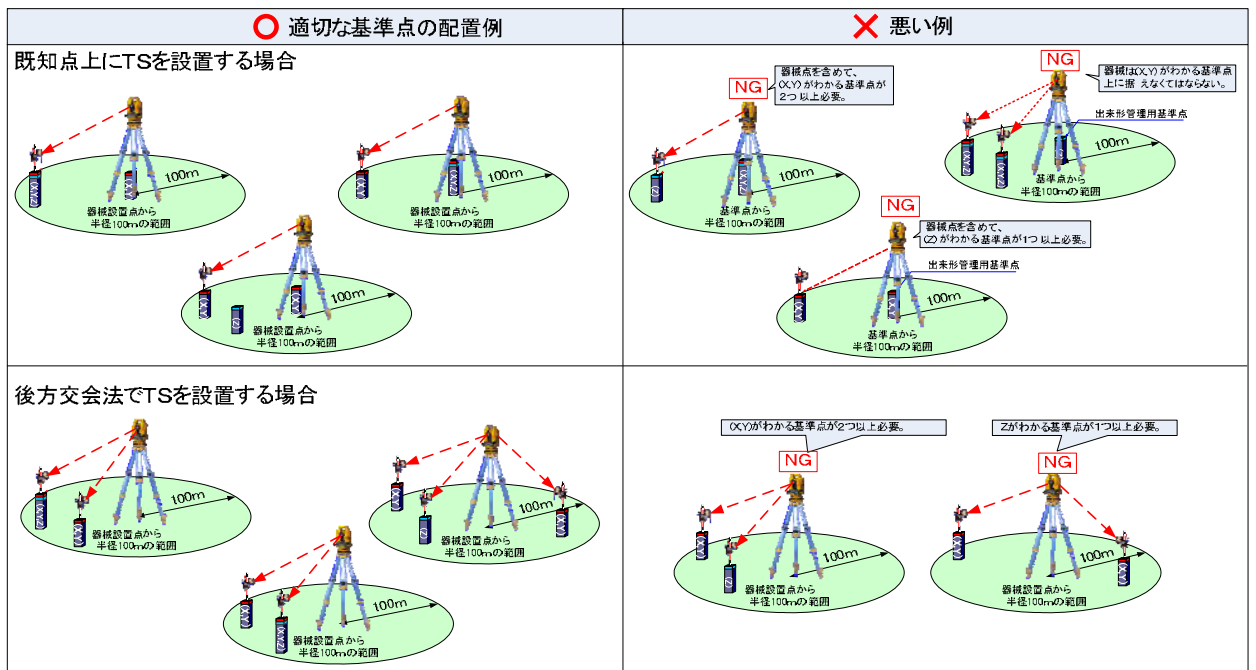
A：現在、土工編のTS出来形管理に関しては、（社）日本建設機械化協会施工技術総合研究所にて定期的に研修会を実施しています。舗装工事編については、現在行っていませんが、希望があれば研修会を行うことも検討される予定です。詳しくは施工技術総合研究所 研究第三部（TEL0545-35-0212）まで問い合わせてください。

また、関東地方整備局の出前講座において、関係業団体等を対象に舗装工事のTS出来形管理の概要等を説明する講座を設けています。詳しくは関東地方整備局ホームページをご覧ください。

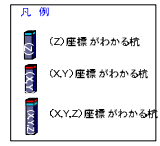
Q：監督職員から指示される基準点が、出来形計測点の100m以内に無く、器械設置ができない場合はどうすればよいか？

A：監督職員から指示される基準点を元に、施工エリア全体を取り囲むようにトラバー測量を行い、基準点（トラバー点）を出来形計測の際に参照する基準点として設置します。基準点の配置を検討する際には、下記の点に留意してください。

- ・ 出来形管理用TSを器械設置する際に後視する基準点は、TS設置箇所から100m以内であること。
- ・ 上記の範囲に、平面座標(X,Y座標)がわかる基準点が2つ以上、かつ基準高（Z座標）がわかる基準点が1つ以上必要（下図参照）。
- ・ TSと基準点間の視通が確保できること。
- ・ 基準点やTSが施工の作業性を損なわない位置に設置されること。
- ・ TSが安全な箇所に設置できること。



出来形管理用基準点から100m以内の範囲に、  
 ・(X、Y)座標がわかる基準点が2つ以上 かつ  
 ・(Z)座標がわかる基準点が1つ以上 必要である。



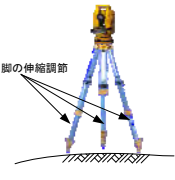
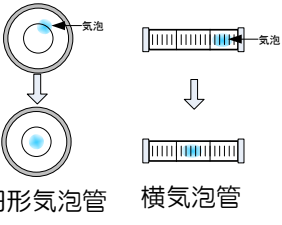
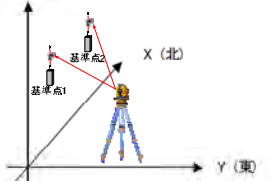
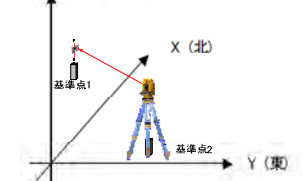
基準点の配置例

Q：器械設置の際に、設置誤差を抑えるための注意点は何か？

A：器械設置時、基準点を視準する際には、必ずプリズムを使用します。また、器械設置の精度を向上させるために、下記の点に注意して器械設置を行ってください。

- ・出来形計測点を効率的に取得できる位置に出来形管理用TSを設置する。
- ・計測中に器械が動かないように確実に設置する。
- ・基準点は、基本設計データに登録されている点を用いる。
- ・器械高およびプリズム高の入力ミスなどの単純な誤りをおかすことが多いので注意する。
- ・プリズムは、傾きがないように正しく設置する。

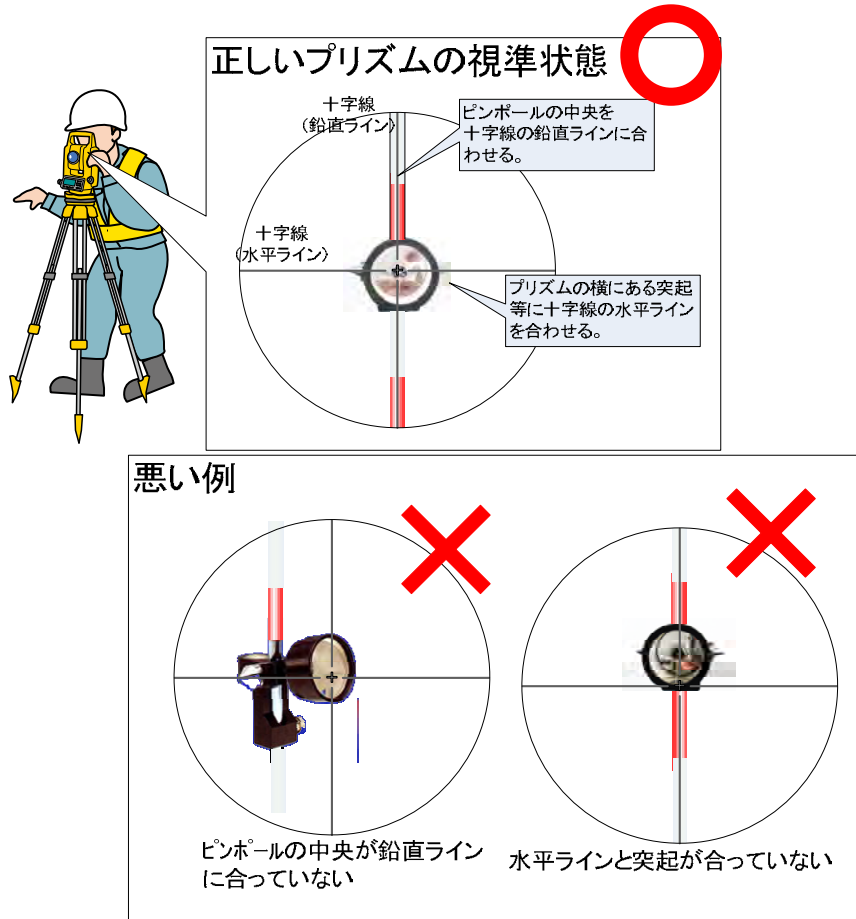
器械設置は下図の要領で行ってください。

<p>① TSの据え付け</p>  <p>TS本体を三脚の上 に載せて固定。</p> <p>脚の伸縮を調整し、 TSを水平に設置。</p>	<p>② 水平を合わせる</p>  <p>円形気泡管 横気泡管</p> <p>水平整準ねじを使って、 円形気泡管、横気泡管の 気泡を中央に入れる。 ねじの回し方は両方同時に 内側に絞る (気泡が右に動く)か、 外側に開く (気泡が左に動く)ように 回す。</p>	<p>③ 座標をセットする</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div data-bbox="821 817 1093 1064"> <p>&lt;後方交会法の場合&gt; Z (鉛直)</p>  </div> <div data-bbox="1157 817 1460 1064"> <p>&lt;既知点(基準点)上設置の場合&gt; Z (鉛直)</p>  </div> </div> <p>基準点2点以上を、後方交会 の後視点として順次、視準・ 測定・記録する。2点以上の 記録後、TS内部の計算にて 器械の三次元座標と座標系が セットされる。</p> <p>基準点にTSを設置し、器 械高を入力して、TSの三 次元座標をセットする。そ の後、後視点として1点を 視準・測定・記録する。</p> <p>※器械を設置した基準点お よび後視した基準点の内、 1点は高さ (Z座標) が既 知であること。</p>
---	---	--

器械設置の手順

Q：プリズムを視準する際の注意点は何か？

A：出来形管理用TSの望遠鏡内の十字線は、下図の要領で正しく合わせてください。



※メーカーによって水平線を合わせる目印になるもの(突起等)は若干異なります。

正しいプリズムの視準方法

Q：舗装の出来形計測を行う際、前層の施工・出来形計測から数ヶ月経過した。前層が沈下し、仕上がり基準高計測結果よりも、現状の仕上がり高さの方が低くなっている恐れがあるが、対応策はあるか？

A：新設舗装工事等で、前層の仕上がり高さを計測してから次層の施工を開始するまでに日数がかかる場合、前層が沈下し、計測値と実際の標高にずれが生じ、次層の厚さ計測値に影響を及ぼすことが考えられます。沈下が懸念される場合には、前層の仕上がり高さを次層の施工前に計測して確認してください。また、計測の結果、沈下が生じていた場合は、監督職員と協議し、前層の仕上がり高さを再測量し、設計変更を行ってください。そして変更後の設計情報に基づいて、基本設計データを作成します。

Q：プリズム方式による測定の精度を保つ上で気をつける点は何か？

A：出来形計測を行う際の出来形管理用TSから出来形計測点までの最大計測距離は、作業性確保の観点から、50m程度を推奨します。ただし、計測距離が30m以上の場合はプリズムを用いて計測することが望ましい。機器の性能向上により、今後、最大計測距離が延長される可能性があります。

出来形計測の精度を向上させるために注意すべきその他の点は下記のとおり示します。

- ・ 計測中に、プリズムの高さを変更した場合は確実に相互確認する。
- ・ ピンポールが、傾きや路面等に刺さって高さが変わらないようにする。
- ・ 路面に凹凸がある場合には、石突きやプレートを設置する等の工夫を行う（下写真参照）。



凹凸がある路面へのプリズム設置例

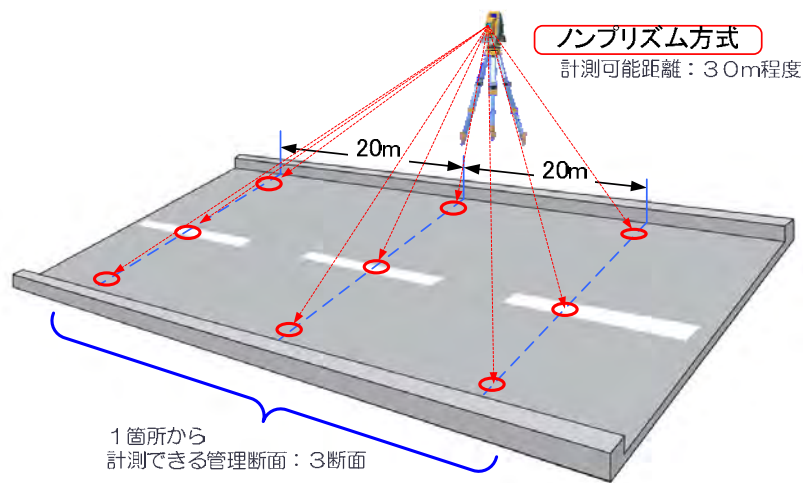


Q：ノンプリズム方式による測定の精度を保つ上で気をつける点は何か？

A：ノンプリズム方式の器械設置の際に行う基準点の視準・計測は、必ずプリズムを用いて行ってください。ノンプリズム方式による出来形測定時の留意点は以下のとおり示します。

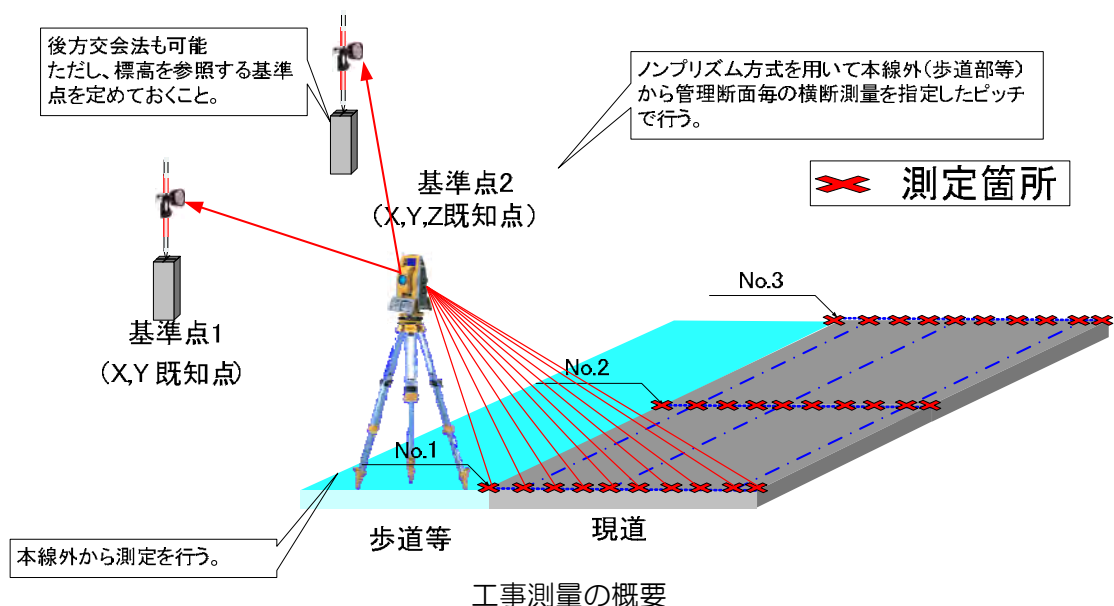
- ・ 視準線と路面との入射角が小さい場合はノンプリズム方式の高さ測定精度が低下するため、極力路面より高い位置に出来形管理用TSを設置する。
- ・ 測点間距離が20mピッチ毎の場合、計測器を一カ所に据えたままで測定できる断面数は最大3断面\*程度とし、それ以遠の断面は、出来形管理用TSを移動してから測定を行うことが望ましい。

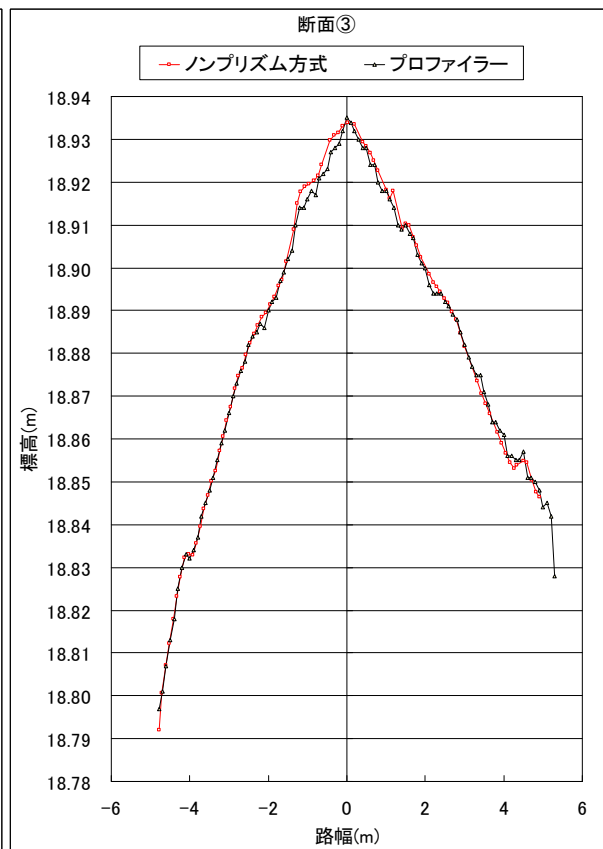
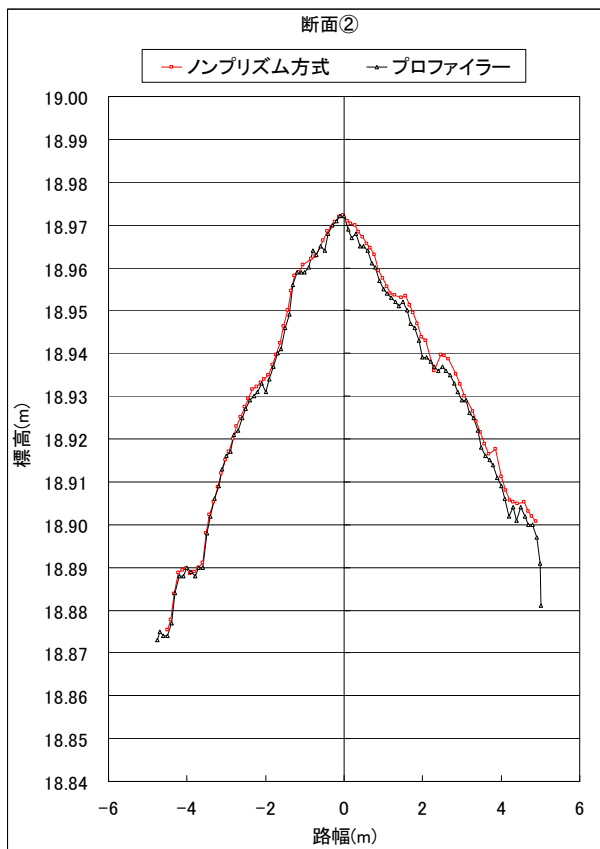
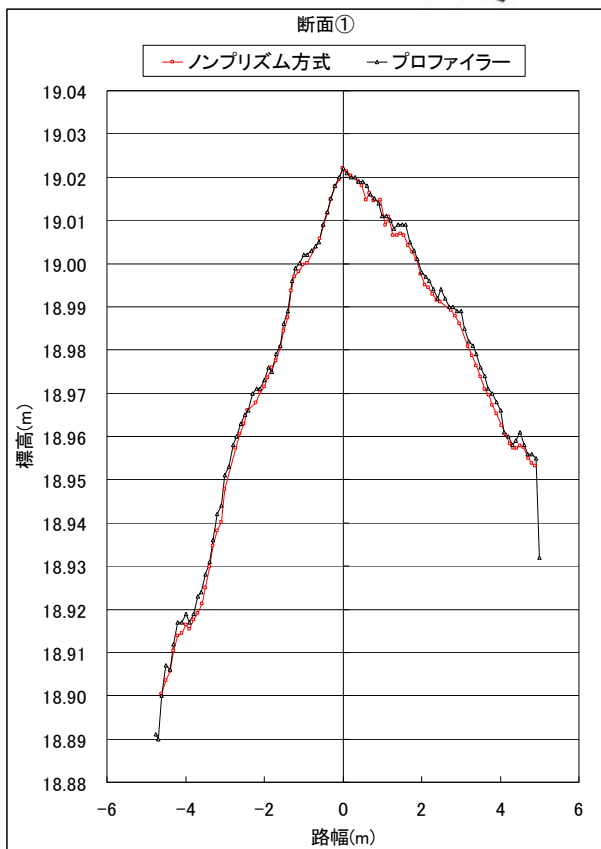
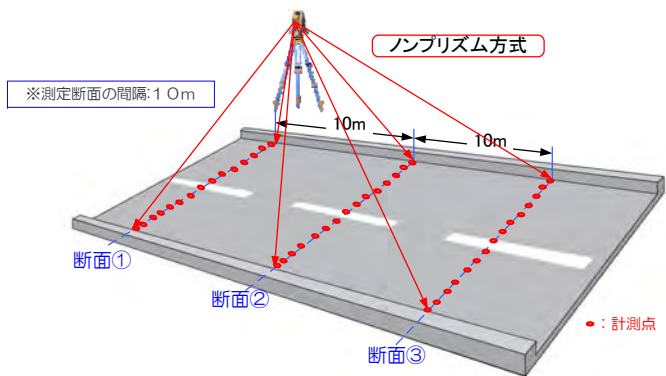
※管理断面間の距離が20mの場合



器械設置箇所と計測可能範囲の関係

- ・ また、計測断面位置からの道路縦断方向の差を出来形管理用TSで算出し、差があらかじめ設定した許容値を超えている場合は警告を表示する機能により、断面位置から離れた箇所を計測しないよう留意する（次図参照）。





レーザプロファイラとノンプリズム方式による横断測量結果の比較

Q：出来形計測を行う際の出来形管理用TSから出来形計測点までの計測距離は、新設舗装工事では最大50m程度、舗装修繕工事では最大30m程度を推奨しているが、その理由は何か？

A：舗装工事では、施工時の重機や作業員が輻輳するため、出来形管理用TSから出来形計測点までの計測距離が長いと、視通の確保が困難になることが予想されます。そこで、推奨する計測距離を、実際の施工現場での視準・測定の作業性を考慮して50mと設定しています。また、舗装修繕工事等の現道上の工事では、新設舗装工事と比較して狭隘な作業帯内での施工となり、標識や電柱などの障害物が多く、新設舗装工事よりもさらに視通の確保が難しくなることから、現場での実証結果をふまえ、推奨される計測距離を最大30m程度としています。

なお、今後、TS出来形管理を実施した工事のデータを収集・検証し、機器の精度をふまえ、さらに効率的な計測距離等を検討していきます。

#### 参考1：プリズム方式とレベルとの高さ測定結果の比較

一般に、光波測距儀による高さ測定精度は、計測距離が伸びるとともに低下します。プリズム方式とレベルによる高さ計測値を、現場における計測結果をもとに比較した結果を図-1に示しています。

測定距離50m以内ではレベルに対する高さ計測値のずれは最大3mm程度であるが、平均値では2mm以下でした。測定距離50～70mではレベルに対する高さ計測値のずれは最大4mm程度であるが、平均値では2mm未満でした。

以上より、プリズム方式による測定距離が70m程度であれば、ほとんどの測定データが2mm以下の差となっていることから、実用上十分な精度を有していると判断しています。

#### 参考2：ノンプリズム方式とレベルとの高さ測定結果の比較

ノンプリズム方式とレベルによる高さ計測値を現場における計測結果をもとに比較した結果を図-2に示しています。同図より、ノンプリズム方式による計測距離が30m程度であれば、両者の差が2mm以下であることから、計測距離30m程度の場合は実用上十分な精度を有していると判断しています。

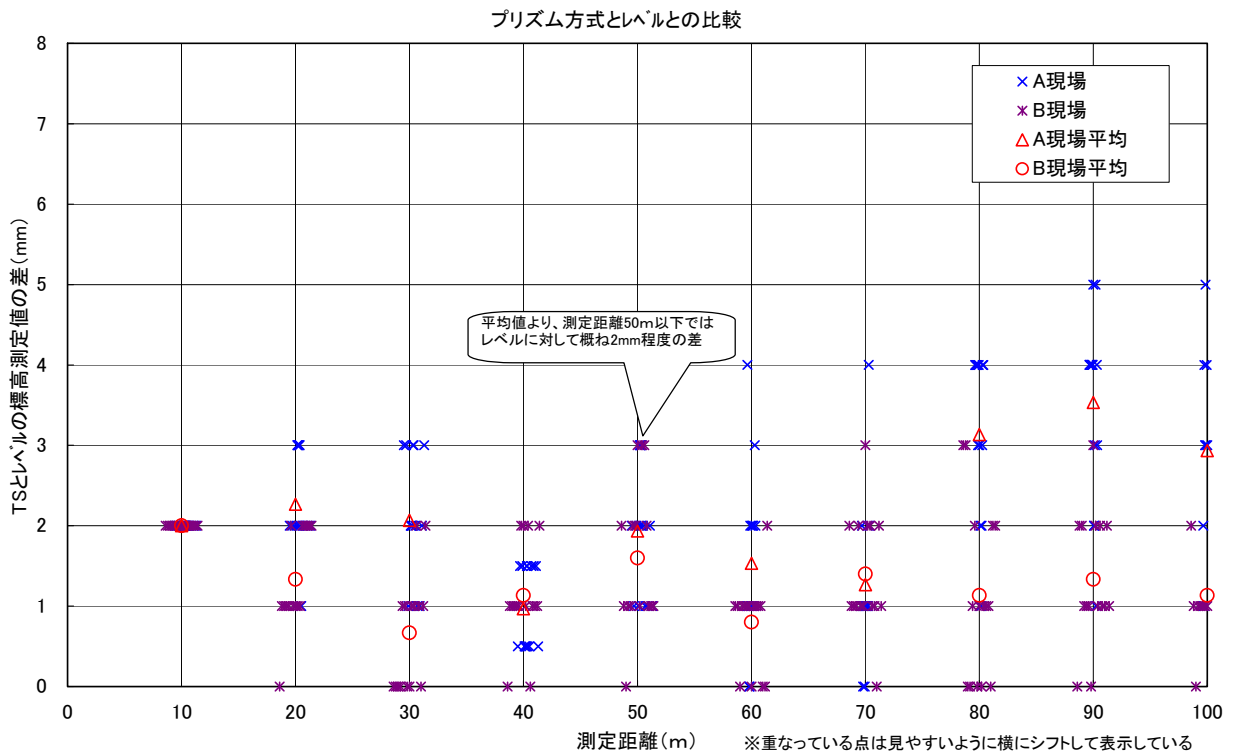


図-1 プリズム方式とレベルによる高さ測定結果の比較

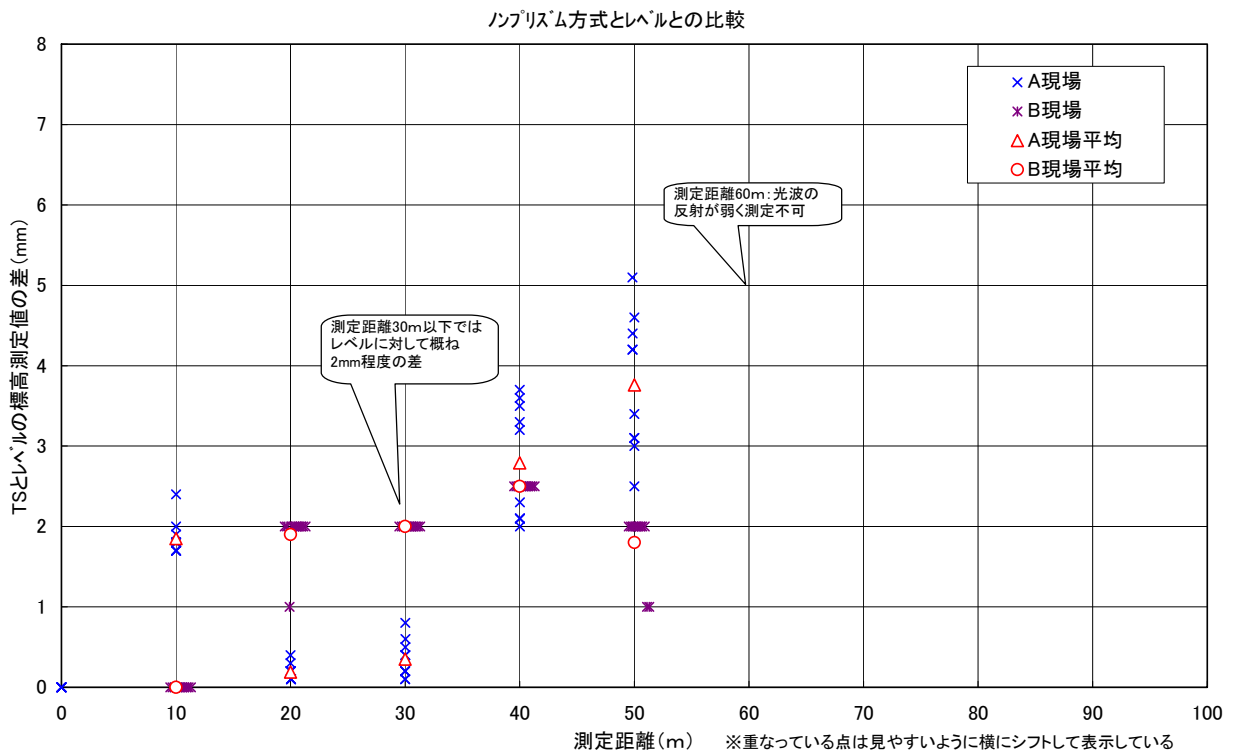


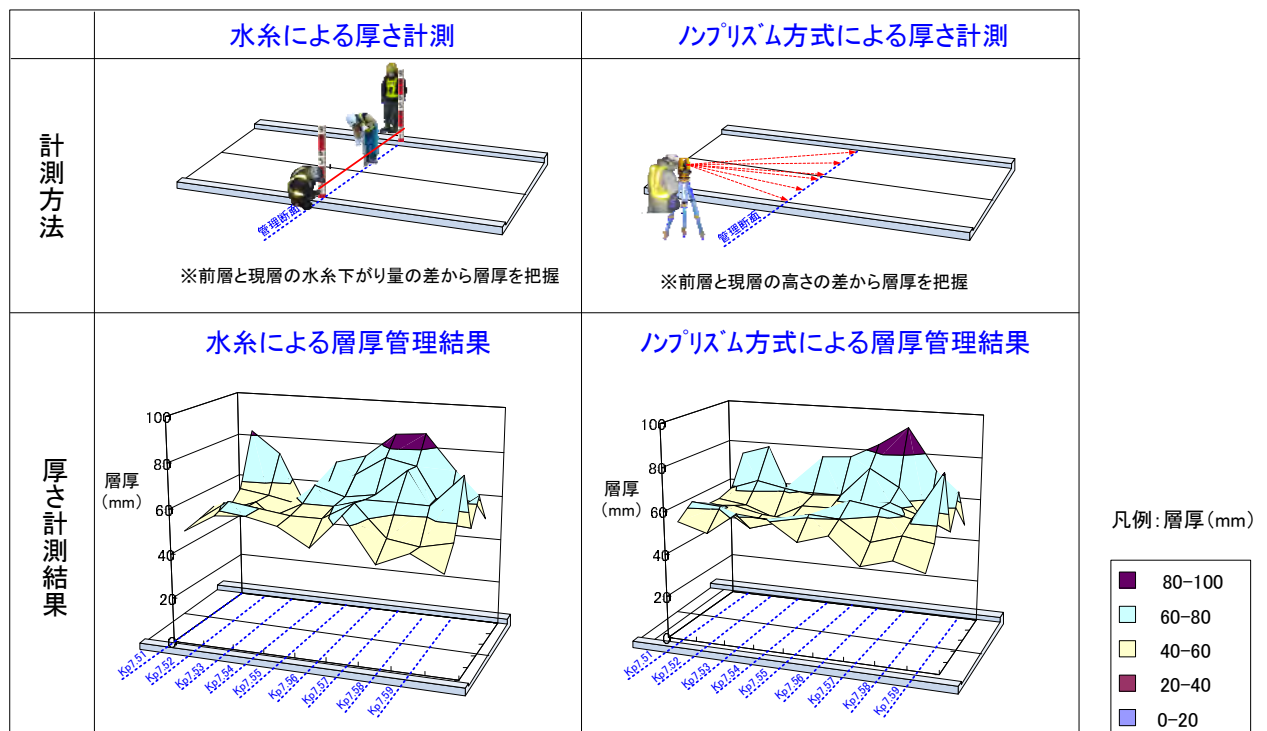
図-2 ノンプリズム方式とレベルによる高さ測定結果の比較

Q：本管理要領（案）では、舗装修繕工事の厚さ計測方法が、現行の水糸による下がり量計測から、ノンプリズム方式による高さ計測に置き換わっている。水糸は、舗装各層の仕上がり面と水糸との高さの差を測定し、これらの値の差から各層の厚さを求める手法である。一方、ノンプリズム方式は、舗装各層の仕上がり面の高さを測定し、高さの差から厚さを求める手法である。このように、厚さの測定手法が若干異なっているが、同様の厚さ測定結果が得られるのか？

A：水糸による層厚管理を行う際には、切削後と、オーバーレイ後の高さ確認の際に標尺を立てる位置と同一箇所にする必要があるが、舗設により標尺設置位置のマーキングが消えてしまうことが多く、標尺設置位置のずれが生じ、これが高さ、層厚測定結果に誤差を生じさせる原因となります。

これに対し、ノンプリズム方式では、施工中に路面のマーキングが消えても、毎層同じポイントで測定できることから、層厚測定の誤差要因は少ないという利点があります。

実際の舗装修繕現場（直轄工事現場 3現場）において、水糸とノンプリズム方式による舗装厚さ計測を実施した結果を比較した結果を次図に示しています。同図より、水糸・TSによる厚さ測定結果は同様の傾向を示していることから、TSは水糸と比較して実用上十分な精度を有していると言えます。



水糸とノンプリズム方式による厚さ計測結果の比較

Q：舗装修繕工事は、限られた車線規制時間の中で施工を完了させるため、準備工・切削・清掃・乳剤散布・敷均し・転圧等の一連の作業が切れ間無く実施される。重機が錯綜する中で、出来形計測作業を行う必要があるため、作業の安全性について特に気を遣う必要があると思われる。出来形管理用TSを用いた出来形計測作業は、現行の施工中の出来形計測手法（水系による下がり計測等）と比較して、同等の安全性が確保されているか？

A：水系・プリズム方式・ノンプリズム方式による出来形計測作業の安全性を比較した結果を次表に示しています。作業の安全性の観点から、プリズム方式・ノンプリズム方式と水系を比較した結果は以下のとおり示します。

- ・ 舗装修繕工事における、現行の水系による出来形計測作業は、切削完了時、舗設完了時といったタイミングで、連続的に稼働している重機が一時的に離れたタイミングを見計らって、本線内に立ち入り、計測を行っています。
- ・ これに対し、ノンプリズム方式による出来形計測は、本線内に立ち入らず、歩道部より計測が可能であるため、安全性が非常に高いと言えます。また、計測ライン上を重機が通過しても、自動的に再計測が行われるため、重機の動きを気にせず任意の安全なタイミングで計測が可能です。
- ・ プリズム方式は、水系方式と同様、施工中、本線に立ち入っての出来形計測作業が必要であるが、計測時間が若干短く、また、本線内に立ち入る作業員数が水系方式の1/3と少なく、より安全性が高いと言えます。

以上より、プリズム方式・ノンプリズム方式とも、水系と比較して作業の安全性は高く、特に本線内に立ち入る必要のないノンプリズム方式は最も安全であり、舗装修繕工事における出来形管理手法として適用性が高いと言えます。

	水系	ノンプリズム方式	プリズム方式
作業手順	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 標尺の設置</li> <li>・ 水系の高さ調整</li> <li>・ 水系下がりのメジャ計測</li> <li>・ 手簿への記録</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 器械設置</li> <li>・ 後視点の視準</li> <li>・ 計測断面の左右端点の座標計測</li> <li>・ 出来形自動計測</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 器械設置</li> <li>・ 後視点の視準</li> <li>・ 出来形計測点の出来形を1点ずつプリズムで計測</li> </ul>
必要人員	3人  ・ 本線内に3人立ち入る  ※写真管理の人員を含めると5人立ち入る	1人  ・ 歩道より計測 ・ 本線内にはほとんど立ち入らない	2人  ・ 本線内に1人立ち入る ・ 歩道より計測
重機に対する安全性	△  本線内に立ち入る計測員が重機に対して注意する必要有り	◎ 現行より安全  歩道に測器を設置・計測するため、重機との錯綜無し	○  本線内に立ち入る人数が1人であり、計測が迅速であるため現行手法より安全
作業時間の制約	△ 切削後の計測は、切削機、スワイパー、ディストリビュータ等の重機が去った後、フィニッシャが現地に設置されるまでの間の短時間（5分程度）で本線内での計測を完了する必要がある。	◎ 歩道より計測するため、重機の配置を気にせず、任意のタイミングで計測可能	△ 現行と同じ
その他		<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 歩道の通行者に対する保安が必要</li> <li>・ レーザー光への対応看板等が必要</li> </ul>	歩道の通行者に対する保安が必要

凡例 ◎：非常に優れている ○：優れている △：やや劣る

水系・ノンプリズム方式・プリズム方式による出来形計測作業の安全性比較

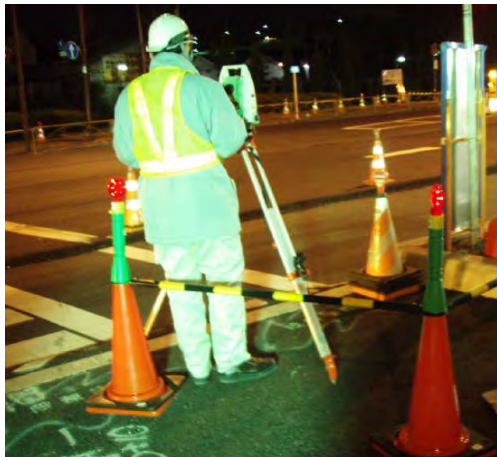


(a) 水系計測状況 (写真管理も実施)

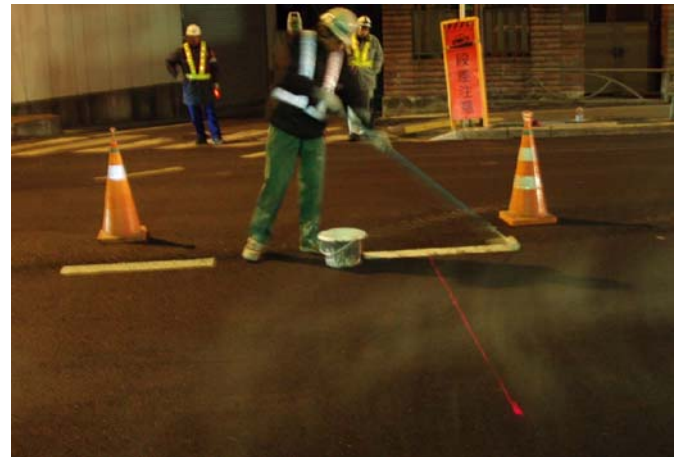


(b) 水系計測状況

水系による出来形計測状況



(a) ノンプリズム方式本体の設置状況



(b) ノンプリズム方式の計測レーザ走査状況

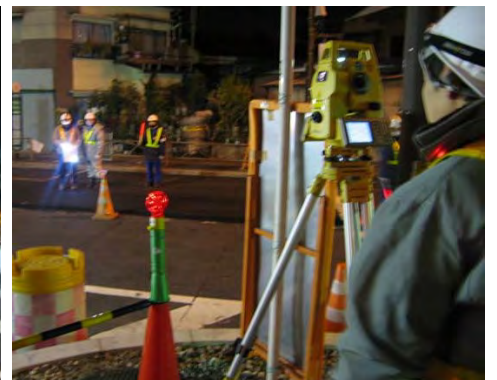
ノンプリズム方式による出来形計測状況



(a) 本線内へのプリズム設置状況



(b) TS本体の設置状況



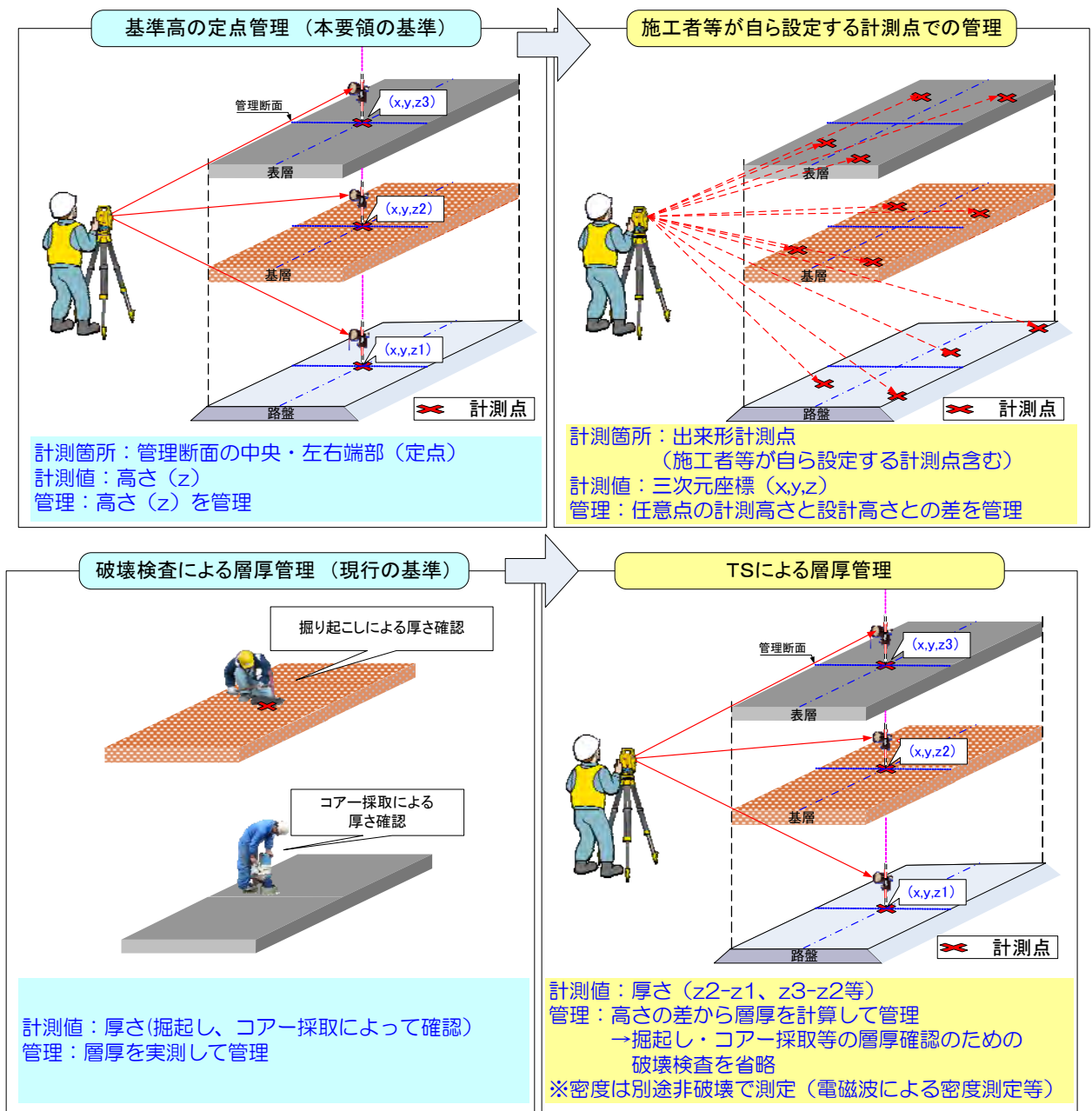
(c) 計測状況

プリズム方式による出来形計測状況

Q：TS出来形管理の普及に向けた今後の取り組みは何か？

A：更なる工事の出来形精度の向上・効率化のために、試行運用において、本管理要領（案）に基づき実施した工事の活用データを収集・検証し、本管理要領（案）の本運用を図る予定です。また、縁石工・側溝等の付属物工への適用を増やす等の活用場面の拡大を検討します。

さらに、情報化施工の進展と合わせ、新たな管理手法として、出来形管理基準で規定する定点管理から、施工者等が自ら設定する計測点での出来形管理や、舗装工のコア採取による厚さ管理、密度管理から非破壊による管理を検討していきます。



TS出来形管理の将来構想