

新技術開発探訪

情報化施工の推進に向けた 施工管理手法について

1. はじめに

国土交通省はこれまで情報化施工の導入を促進するため、平成20年7月に「情報化施工推進戦略」として5年間の戦略的な普及方策をとりまとめ、この方針に則り情報化施工の試行工事を実施し、その導入効果を検証してきたところである。

平成25年3月に新たな「情報化施工推進戦略」が策定された。経験するための「使う」から、より効率的あるいは確実な施工を実現するための「活かす」という目的に向けた導入促進が求められる段階になってきた。

本稿においては、これまで導入促進に務めてきた「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」やマシンコントロールを用いたモータグレーダ（以下「MCグレーダ」という）施工の機能を活かす新たな施工管理手法について、検討した取り組み内容を報告する。

2. 舗装工に活用する情報化施工技術

関東地方整備局では平成20年に「TSを用いた出来形管理」のうち「土工編」を策定した。これを舗装工事に適用するべく、試験施工にて適用検討を行ってきており、

この成果は平成25年3月に本省より「舗装工事編」として通知された。またMCグレーダによる路盤等の施工は「情報化施工推進戦略」においても一般化推進技術として導入を促進している技術である。これまで情報化施工では、従前の品質管理基準や規格値に基づいた施工管理を実施しているが、情報化施工で用いられる技術で「可能」となった特性を「活かす」ものとはなっていない。それぞれの技術特性と課題および対応案を記述する。

3. TSを用いた出来形管理

TS（図 1）は、「距離と角度」を同時に測る測量機器であり、計測により測点の座標（ x 、



図 1 TSを用いた計測状況

y, z) が取得できる。また出来形管理用のソフトウェアを用いることで、設計値と出来形計測値との差を算出できる機能や2点の測点データより、その2点間距離を算出する機能等を有している。

TSを用いた出来形管理の導入メリットとしては以下のものがある。

- ① 計測には、計測員が1～2名で実施可能(1名での計測には自動追尾機能が必要)であり、従来のレベル・巻尺での計測より省力化が可能となる。
- ② 出来形計測時、設計値との差を即座に確認が可能となる。
- ③ 帳票の自動作成機能により事務作業の省力化が可能となる。また、記録メモから工事用書類への転記による記載ミスが解消できる。

以上のように、効率性向上やトレーサビリティ確保など有用な技術であるが、以下のような課題がある。

(1) 課題と対策①～適用範囲～

TSを用いた出来形管理「舗装工事編」では、その適用範囲から新設舗装工事が除外されている。これは、技術適用が不可能ということではなく、既存の品質管理手法と重複するためである。

具体的には、現状の新設舗装工事では、コア抜き・掘起しによる密度管理と合わせて、出来形管理として厚み計測を行っている。このためTSを用いた出来形管理を導入しても、コア抜き等が不要にならない限り、施工管理の効率化に直接寄与できない。

しかし、非破壊による密度計測技術が日々発展しており、今後の新設舗装においてもTSを用いた出来形管理の適用拡大が可能であると考えられる。非破壊による密度計測技術の一例として、アスファルト舗装工において導入事例がある。これは測定面から電磁波を出しアスファルト舗装の密度や締め固め度を非破壊で測定できるものである。

具体的な効果は、コア抜きによる局部

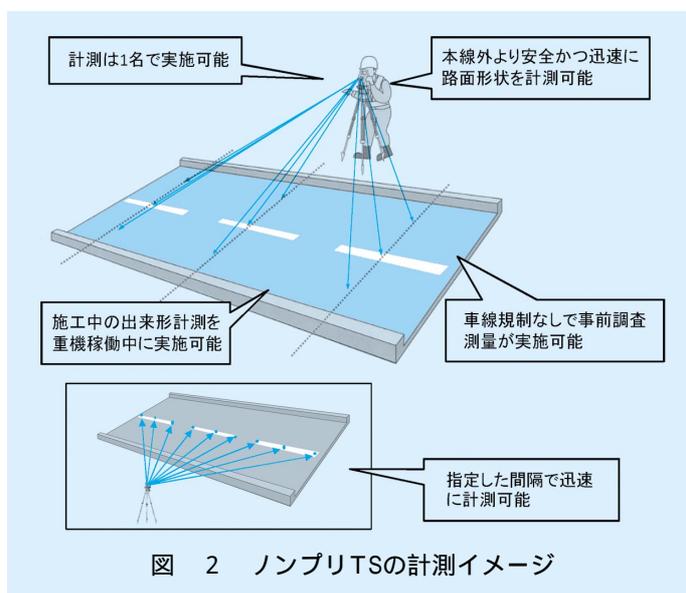
的弱点の発生防止、再舗装の軽減による作業の効率化が挙げられる。ただし、使用上の注意点として計測対象に合わせた機器校正の重要性がある。その例として「含水比」が挙げられ、測定箇所水分によって電磁波が影響を受けるものと考えられる。このような点については校正用の計測データが、機器を適正に使用する上で必要であり、各方面でノウハウの蓄積が進められている。

(2) 課題と対策②～計測手法～

一般的なTSによる計測方法には、図1のように計測点に測量用プリズムを設置して、TSから視準するプリズム方式と測量用プリズムを使わずに計測点を直接視準するノンプリズム方式がある。現在、TSを用いた出来形管理においては、計測精度が保証できるプリズム方式を原則としている。しかし、さらなる技術の有効活用を目指し、ノンプリズム方式によるTS(以下「ノンプリTS」という)を用いた出来形管理を検討した。

ノンプリTSの計測イメージを図2に示す。ノンプリTSは、計測点からの反射光により計測を行うため、施工現場の条件で計測精度および可否が異なるが、以下のメリットが考えられているため活用が期待されている。

- ① 計測点にプリズムを設置する作業員が不要となり、計測時に作業員が道路本線へ入る必要が



なくなるため安全性が向上する。

- ② 車線規制なしで計測できるため、作業の効率が向上する。
- ③ 指定した間隔で自動計測が可能な機器もあるため計測時間が短縮する。

関東地方整備局では過年度まで、ノンプリTSの適用を試験施工で検証およびデータ蓄積を行ってきた。

4. MCグレーダ

MCグレーダ（図 3）は、路盤などの敷均しに用いられる情報化施工技術であり、測位技術や機械の状態把握機能を用いて、機械や排土板の位置、進行方向や傾き等の情報を取得することができる。施工時には、あらかじめ入力した設計値（目標高さや傾斜）に対する差分をリアルタイムに計算し、排土板を設計値に自動制御できる施工技術である。

敷均し操作の自動化によるメリットとしては以下のものがある。

- ① 排土板の制御がオペレータの技量に左右されなくなり、施工範囲全面にわたり施工精度が向上する。
- ② 丁張の設置が不要となり施工効率が向上す

る。

- ③ 敷均し後の検測作業が減り、作業者の接触事故が低減される。
- ④ オペレータは走行に集中でき安全性が向上する。

(1) 課題と対策③～出来形管理箇所～

従来の出来形計測においては、現行の「土木工事施工管理基準および規格値」に準じて40mごとに設定される管理断面において、基準高、幅等を計測している。MCグレーダによる施工では、丁張によらず施工が可能になるが、計測員が管理断面ごとの出来形計測位置を把握するために丁張の設置が必要となる。

MCグレーダによる施工では、前述のとおりリアルタイムで排土板を制御するため、施工範囲全面での均一な施工精度が実現できる。このため、管理断面での定点管理だけでなく、任意点で出来形計測を行っても、施工者に対する過大な品質管理を求めることにはならないと想定される。

そこでMCグレーダによる施工では、新たな管理手法として、管理断面周辺の任意点で出来形計測を行うことが可能となる。

従来の管理手法である「定点管理」と定点の近傍での管理手法による「任意点管理」の違いにつ



図 3 MCグレーダ施工状況

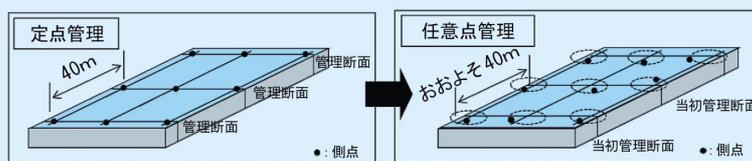


図 4 定点管理と任意点管理の違い

いて、イメージを図 4 に示す。

なお、TSを用いた出来形管理を用いる場合でも、使用する設計データを管理断面ごとの数値を入力しているが、管理断面間についてもシステムで連続データが自動生成されるため、管理断面以外での出来形管理も可能である。

1) 期待される効果

施工管理用の丁張が不要となり、現場管理用の目印程度で施工が可能となる。丁張の設置や管理に関わる手間が軽減できる。また、出来形計測時の計測点位置決めを気にする必要がなくなるため、施工管理全体での効率化となる。

2) 導入に向けての課題

- ① 計測点数については、従来の管理手法と同程度の計測点数を想定する。これは、任意点のおおむねの配置や計測範囲を目安として示す必要がある。
- ② 後述の多点管理とは逆のアプローチになるが、技術の成立性として、設計値と実際の施工箇所の計測値を確認することで「任意点管理」や「少数の代表点管理」により、さらなる効率化の可能性も検討する必要がある。

(2) 課題と対策④～定点管理と評価～

MCグレーダ施工では、施工範囲全面にわたり均一な精度の施工を実現できるにもかかわらず、施工後の出来形は、定められた管理断面（測点）での計測値が規格値内であれば合格となる。よっ

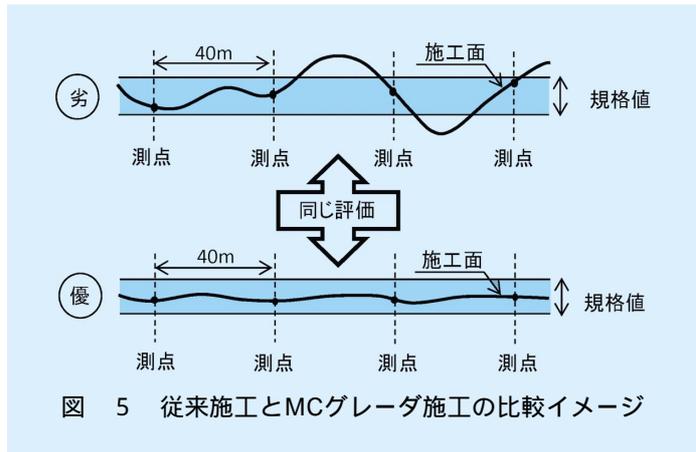


図 5 従来施工とMCグレーダ施工の比較イメージ

て、図 5 に示すように、二つの施工面は同じ評価となり、優れた施工に対して定量的に優位な評価とはなっていない。

そこで、従来の40mごとの管理断面における出来形計測よりも計測頻度を高くした「多点管理」を検討した。計測ピッチに関しては、関東地方整備局 関東技術事務所において検討した結果¹⁾(表 1)を用いるものとする。この計測ピッチ 8 m は、以下の条件を考慮して0.5~10mの中から決定した値である。

- ・従来の定点管理（丁張設置、管理断面における出来形計測）以下の作業時間であること。
- ・計測ピッチ0.5mで計測した結果と平均値、標準偏差が同等になること。

なお、厳密に 8 m の計測ピッチで出来形を計測する場合には、測点へのプリズム誘導に時間がかかるため任意点管理と同様に「おおよそ 8 m」と幅を持たせ、歩測での計測ピッチを把握することによる出来形計測とした。

従来の管理手法である定点管理と面的な管理手

表 1 従来施工管理手法と新たな施工の管理手法の計測ピッチの違い

管理対象工種	従来測定基準		新たな測定基準	
	測定項目	計測ピッチ	測定項目	計測ピッチ
・下層路盤 ・上層路盤	層厚	1,000m ² に 1カ所（掘起しによる）	基準高 ^(注1)	8mごとに 1カ所の割合で道路中心、左右端部の任意点を計測
	基準高	管理断面40mごとに 1カ所		
	幅員	管理断面80mごとに 1カ所	幅員 ^(注2)	管理断面付近の任意断面で、延長約80mごとに 1断面計測（メジャによる）

(注) 1. 厚さ管理は廃止し、代わりに基準高管理を管理する。基準高の規格値は、従来の厚さの規格値と同等の品質担保の確実性を有する値を設定。
2. 幅員の計測ピッチ、規格値は、従来どおりとする。

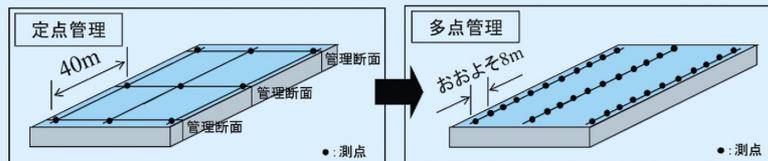


図 6 定点管理と多点管理の違い

法である多点管理の違いについてイメージを図6に示す。

1) 期待される効果

多点での出来形計測（以下「多点計測」という）の実施により、均一な施工に対する評価が可能になる。多点計測では、「およそ8m」という計測ピッチだけを定めており、各層の異なる平面位置を計測しても良いこととして、出来形計測をするための丁張設置を不要とし、計測作業の効率化が図られる。

2) 導入に向けての課題

- ① 表 1 の計測ピッチは、試験フィールドでの実験により決定した数値なので、実現場環境における適用性は確認していない。
- ② 「およそ8m」と幅を持たせて管理をしていくことを考えており、歩測等の活用による運用について関係部署との合意が必要。
- ③ 合格の基準として、多点計測した結果について、全計測点が規格値に入っている場合を合格とするのか、あるいは、閾値^{いきち}を設けて計測点のうち何%以上が規格値に入っていれば合格とするのか、データ数が増えることに伴う管理基準を定める必要がある。
- ④ 多点計測を導入することにより、従来まで困難であった目的物の詳細な形状把握が可能となり、均一な施工に対する評価も可能となる。一方で、多点計測による管理を行うことで計測作業時間などのコストが増大する。計測結果の把握に伴うコスト増大に対して、寿命やコスト縮減など効果を定量的に説明することが必要となる。

以上、舗装工をモデルとして情報化施工の活用拡大に向けた「課題の把握」と「その対応案」などを記述してきた。実現されれば、施工全体の効率化あるいは、より均一な施工の評価につながり、情報化施工のさらなる活用や取り組みへの動機付けとなる。

5. 今後の方針

今後は、施工のさらなる効率化への取り組みとして以下の項目についても実施、検討していく。

(1) ノンプリTSの活用

任意点や多点での出来形管理について、今般検討した手法で出来形計測の効率化が期待できることが分かった。関東地方整備局では活用するべく運用方法を整備局内および管内各事務所へ通知した。

プリズム方式による計測値とノンプリズム方式による計測値との比較を実際の施工現場にて行い、その計測の妥当性を確認した上で活用できることとしている。

(2) 均一な施工に対する評価

多点での出来形管理を実施することにより均一（高精度）な施工に対する評価ができるようになる。前述のノンプリTSを用いた自動計測機能やレーザースキャナー等の多点計測技術を活用することにより、さらに迅速かつ多くの測点で出来形計測することが可能となる。これにより施工範囲全面にわたる「面的な多点出来形計測」が期待できる。

多点出来形計測による、詳細な施工評価ができる一例として、図 7 のように路盤の平坦性を表

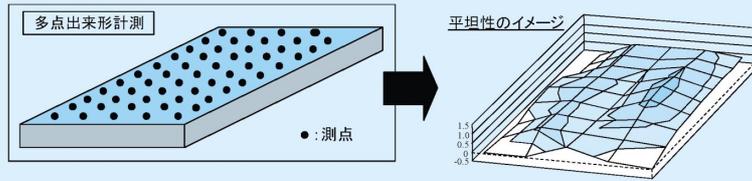


図 7 多点出来形計測および平坦性のイメージ

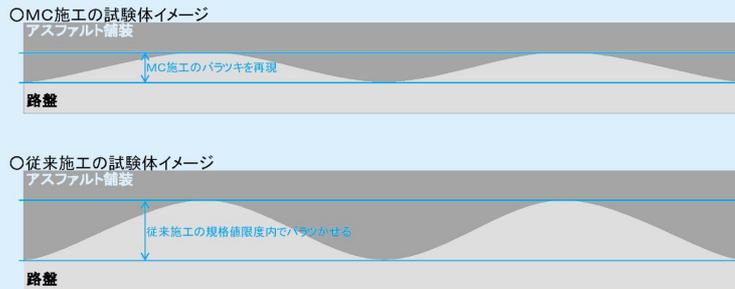


図 8 効果確認基礎実験イメージ（要素モデル）

す計測手法になり得る。

(3) 均一な施工の導入効果検証

ここまで情報化施工の導入効果は、作業の効率化や省コスト化に焦点が当てられてきた。今後は従来よりも優れた施工として、図 8 のような要素モデルによる耐久性の確認等「施工品質に基づく延命化と省コスト化」の効果についても検証していくことを予定している。これにより、前述の多点計測の必要性にもつながるものと考える。

6. おわりに

国土交通省では、平成20年2月に「情報化施工推進会議」を設置して以来、情報化施工の本格導入を目指し、年々試験施工の実施件数を増やしてきているところである。しかし、未だ一般的な施

工技術として情報化施工が浸透していないのが現状である。

この現状を打開するには、受発注者のニーズを的確につかみ、容易な技術導入や取り組みが行える環境整備をしていくことが重要と考える。本稿では、その第一歩として、従来の管理基準等にとらわれず、情報化施工技術の機能を活かせるような「新たな管理手法」を提案した。

今後は、この提案を現場試行による実証などを積み重ね、「使うから活かす」を実現できるよう努めたい。

【参考文献】

- 1) 島田光之：「ICTを用いた盛土の新たな施工管理手法について」『平成24年度 建設施工と建設機械シンポジウム 論文集』日本建設機械施工協会掲載 国土交通省関東地方整備局関東技術事務所

国土交通省関東地方整備局企画部施工企画課 課長補佐 二瓶 正康
 技術評価係長 さかもと 鋼三