

情報化施工の普及に発注者は何ができるか —現場を中心に考える—

小川 裕樹

関東地方整備局 常総国道事務所 工務課 (〒300-0033 茨城県土浦市川口1-1-26-4F)

近年、建設施工の分野にも情報通信技術が積極的に導入されるようになり、国土交通省においても情報化施工の実施を推進しているところである。現在、情報化施工は大規模工事を中心に採用されつつあり、今後建設工事全体への普及が期待されている。

本論文では、4つの工事（うち3工事において情報化施工を実施）を比較することにより、道路舗装工事における情報化施工の現状を把握し、また、その効果や問題点について考察することで、情報化施工普及のために発注者は何ができるかについて提案を行った。

キーワード 情報化施工, 舗装, 下層路盤, 3次元マシンコントロールシステム

1. はじめに

近年、建設施工の分野にも情報通信技術が積極的に導入されるようになり、国土交通省においても情報化施工の実施を推進している。情報化施工とは、電子情報技術の活用によって建設生産プロセス全体における生産性の向上や品質の確保を図るものであり、建設機械のマシンコントロール技術や TS・GPS 等による出来形管理技術、各種センサー等を用いた品質管理技術などが実用化されている。情報化施工には、現場作業の効率化（工期短縮・省人化）や熟練作業員不足の解消、工事現場の安全性向上、建設現場のイメージ改善、技術競争力の強化など多くの効果が期待されており、道路工事においては路床・路盤の敷均しや転圧回数管理、出来形管理などが、大規模工事現場を中心に導入されつつある。

一方、小規模な現場においては、導入コスト等に対してメリットが小さくなる傾向にあるため、あまり導入は進んでおらず、実績が少ないのが現状である。

本論文では、当事務所内の工事において実施された情報化施工の結果を踏まえ、情報化施工の現状と普及に向けた課題及びその対応について考察を行った。

2. 工事概要

圏央道（首都圏中央連絡自動車道）は、首都圏を中心とした3環状9放射の中で、最も外側に位置する環状道

路であり、首都圏における道路交通の円滑化と広域ネットワークの構成を目的として整備を進めている。常総国道事務所ではそのうち茨城県坂東市の猿島岩井 IC（仮称）から千葉県成田市の大栄 JCT（仮称）間の開通に向け鋭意施工中である。

常総国道事務所担当区間のうち、阿見東IC～稲敷IC間は平成21年3月21日に新たに開通となった区間であるが、その阿見東IC～稲敷IC間の開通に向け、常総国道事務所において昨年度4つ舗装工事（圏央道牛久稲敷地区舗装その1～その4工事）の発注を行った。その中で総合評価方式の技術提案として、3つの工事でTS或いはGPSを利



図1 位置図

表1 各工事概要

	延長	施工方法	施工区間の特徴
圏央道牛久稻敷地区舗装その1工事	1,385m	TS式3D-MC	ICの施工有
圏央道牛久稻敷地区舗装その2工事	1,310m	TS式3D-MC	一部4車化施工
圏央道牛久稻敷地区舗装その3工事	2,160m	通常	一部4車化施工
圏央道牛久稻敷地区舗装その4工事	2,750m	mmGPS式3D-MC	ICの施工有

用した下層路盤の情報化施工が実施され、幸運にも情報化施工を実施した3区間と通常の施工方法で実施をした1区間について、その施工方法や成果について比較検討する機会に恵まれることとなった。

各工事区間の概要を表1にまとめる。その1、その4工事では区間の両端に当たるため、大きなカーブや車線の変化等の多いIC部分の施行が含まれ、区間の中央に当たるその2、その3工事では一部切土区間において4車線での施工範囲を含んでいる。当該工事では路床・路盤の施工を行い、表層については別途工事で実施している。

また、どの区間においても排水施設等の付帯構造物の施行も併せて実施している。

3. 施工方法

今回の工事では三次元マシンコントロール（3D-MC）を利用して下層路盤の施工を行っており、その制御方法としてTSを用いた方法とmmGPSを用いた方法

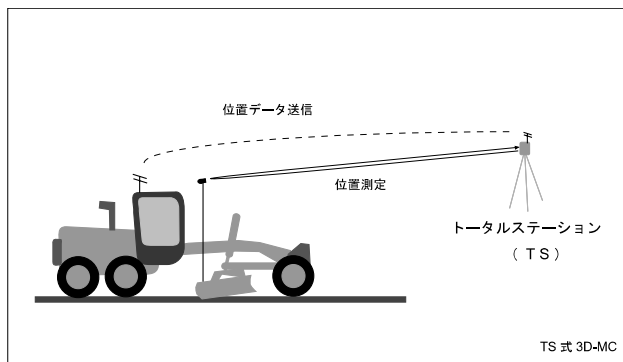


図2 TS 式 3D-MC

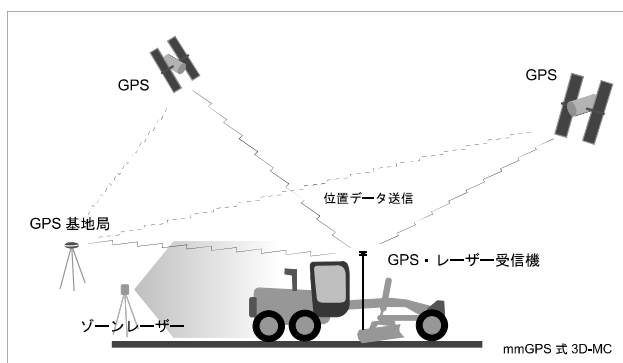


図3 mmGPS 式 3D-MC

の2方式が採用されている。

以下にそれぞれの制御方式の概要を示す。

(1) TS 式 3D-MC

TSを用いた3D-MCでは、無線装置と自動追尾機能を備えたTSを用い、それによって建設機械の位置と作業装置の高さをリアルタイムで測定している。測定された位置情報等は無線により建設機器のコントローラに送信され、コントローラ内で設計データと現在の位置情報とを比較照合することにより作業装置（排土版の高さ）を制御する。なお、このTSを用いた方法では水平垂直方向共にミリオーダーでの精度管理が可能である。

(2) mmGPS 式 3D-MC

mmGPSは、従来のGPSに作業エリア内に設置するゾーンレーザーを追加することにより垂直精度を向上させたものである。TSの代わりにGPSによって建設機械の位置（平面位置）を計測し、TSに比べて精度の劣る高さ方向はレーザー光によって補正を行っている。TS式と同様に取得した位置データ及び高さデータと設計データの比較照合を行い作業装置の制御を行う。精度については従来のGPSのみを使用した方法では±40mm程度であったものが、ゾーンレーザーを併用することで垂直精度±10mm程度まで向上し、より精度の高い施工が可能となっている。

4. 情報化施工の現状

情報化施工の導入には先に述べたように多くの効果があるとされているが、今回の工事においてはその中でも特に平坦性（精度）の向上と省力化を期待しての採用であった。

以下、今回の施工結果の比較について述べる。

(1) 仕上がり精度

表2及び図4にそれぞれの工事における下層路盤の出来形計測結果を示す。出来形高さと設計高さの差は最大値、最小値、及びその平均値で比較すると施工方法による違いはほとんど見られない。どちらの施工方法においてもその差は±15mm以内に収まっており、アスファルト舗装施工指針に下層路盤の管理限界として示されてい

表2 出来形測定結果

	設計値との差				
	最小	最大	平均	σ (mm)	n
圏央道牛久稻敷地区舗装その1工事	-12	12	0	4.66	189
圏央道牛久稻敷地区舗装その2工事	-10	5	-3	2.99	227
圏央道牛久稻敷地区舗装その3工事	-15	15	0	8.36	153
圏央道牛久稻敷地区舗装その4工事	-10	15	1	4.69	536

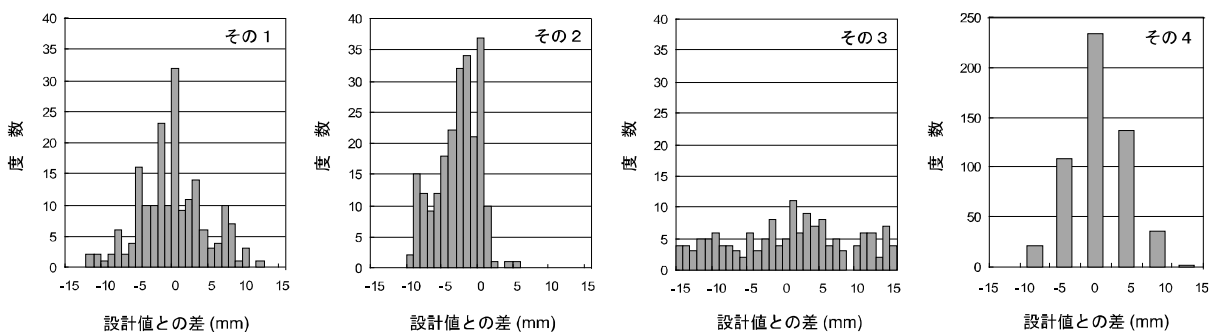


図4 出来形測定結果（度数分布表）

る±40mmを十分クリアしている。平均値についても0に近い値となっており、高い精度で施工が実施されたいえる。また、標準偏差を見てみると情報化施工を行ったその1、その2、その4工事が、従来の施工方法で実施したその3工事の結果に比べ小さくなっており、情報化施工によって設計値からのばらつきが少なく、路面の凹凸が少ない平坦性の高い高品質な施工が出来ていることがよくわかる結果となった。

これらのことから仕上がり精度については情報化施工による効果が非常に高く現れているといえる。

(2) 施工性の向上と省力化

図5は事前準備、施工準備及び施工の各作業段階において、従来施工を1.0とした場合の情報化施工の場合に要する時間の比率を示したものである。

各現場の条件が異なるため、一概に言うことはできないが、全体的な傾向として施工準備及び施工については情報化施工によって作業時間数は減少する傾向にあり、事前準備については通常施工より余計に時間が必要とな

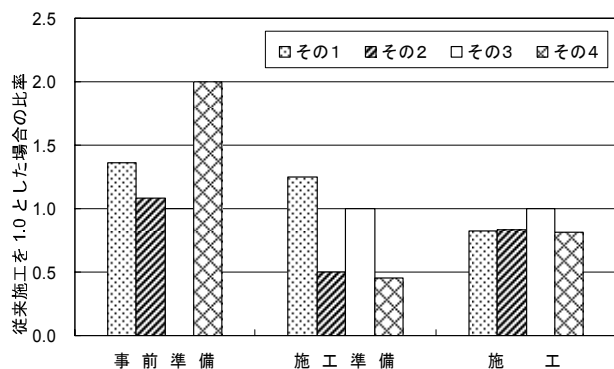


図5 情報化施工による作業時間の変化

っているようである。例えばその4工事では事前準備の時間が多くかかり、従来施工の2倍近い作業量が必要となっているなど、大きな差のある箇所も見られる。

3D-MCを利用するためには、現地盤及び設計図面の3Dデータの作成や、マシンコントロールシステムへのデータ登録といった事前準備が追加が必要となるが、特に施工面に勾配の変化点が多い等、複雑な施工が必要な場合には、この準備段階の作業に非常に時間と労力がかかっているようであった。今回の現場の中ではその1、その4工事がICを含む区間であることもあり、その影響を受けて準備作業の時間数が多く必要となっているようである。

施行準備の段階については情報化施工の実施によって丁張り削減による作業時間の短縮が確認できた。まだ現段階では、確認等のために設置する分及び付帯構造物の施工のために設置する分が必要ではあるが、丁張りの全体本数は大幅に削減され、その設置にかかっていた労力の削減によって施工準備の時間数も減少している。ただし、その1工事については確認の意味も含め従来施工と同程度の丁張りを設置したため、TS設置等の情報化施工機器の設置作業が増えた分、従来施工より時間がかかってしまうという結果となっている。

施工作业についてはおおむね20%程度の作業時間数減になっているようであり、情報化施工に期待される10~20%の工期縮減と照らし合わせても、非常に良い結果となっているのではないと思われる。

加えて、施工中の検測作業が不要となるため作業員の総数が削減できることや、施工機械と作業員が分離されるため、安全性が向上するなど、付随する多くのメリットも確認することが出来た。さらに、オペレーターの質に左右されずに高精度の作業が行えるため、熟練工等の

不足を補えるといったメリットも多い。

(3) 制御方式による差異 (TS 式と mmGPS 式)

今回 3 つの情報化施工工事において異なる 2 方式を採用したが、方式の違いによって精度や作業時間の短縮に大きな違いは見られなかった。しかし、その 4 工事においては跨道橋等の大型コンクリート構造物の影響によって電波の受信状況が悪くなる箇所があるなど、mmGPS 式の場合は衛星からの位置情報を取得できないトンネル内や構造物直下では施工できないという問題があった。一方、TS 式では設置した TS からの見通しが確保できれば、どのような場所でも利用可能であるため、特に上部に構造物が多い場合は TS 方式のほうが有利である等の違いが確認に出来た。逆に mmGPS 式のメリットとしては、TS 式が建設機械 1 台につき 1 セットの TS を必要とするのに対し、mmGPS 式では 1 セットで何台もの建設機械を制御することが可能なので、広い施工箇所で複数台を利用するには向いているなどがある。このように 2 つの方式はそれぞれ一長一短であり、現場に応じてより有用な手法を採用する必要があると考えられる。

5. 情報化施工普及のために

今回実施した 3 つの工事はいずれも総合評価方式における技術提案として情報化施工が挙げられたものであった。今後情報化施工が普及するにつれ、多くの業者が情報化施工に興味を持ち、提案に盛り込まれることも多くなっていくことが予想できる。

今回の 4 施工の比較結果から情報化施工を導入する現場にも向き不向きがあり、現場状況の違いによってその効果は大きく左右されることがわかった。そのため、情報化施工の効果を如何に引き出せるかは、現場状況の把握とその状況に適応した施工手法を選択できるかが重要な要素になっていると考えてよいと思われる。

しかし、そもそも情報化施工に触れる機会の少ない現状では、そのスキルを磨く機会に乏しく、情報化施工の効果を最大限に引き出すことは容易ではなく、現段階では情報化施工のメリットより導入によるコスト増などのデメリットが大きい。建設工事における施工方法の選択が、コストを含むメリットの大小によって決定されるという視点に立てば、現状のままでは普及の望みは薄いと言わざるを得ない。

情報化施工の発展のシナリオとしては、現在のような試験段階においても積極的な現場への導入が行われ、それらの成果や状況等が的確に収集、蓄積、比較検討されること、またその蓄積されたデータを広く共有することで、施工業者の技術力・判断力の向上や施工機械の性能向上へ繋がり、更なる積極的な現場への導入を喚起する

といった循環によって情報化施工の普及と発展が進んでいくことが理想的であるが、現段階では、そのスタートである試験段階としての導入が少ないことが大きな問題である。

その解決のために我々発注者が関わることのできるインセンティブの与えかたとしては、総合評価方式の評価テーマによって情報化施工の採用を促したり、情報化施工の特性を把握したうえで、情報化施工を実施しやすいロットでの発注を行うことなどが考えられる。工事規模(延長)を大きくし、また出来るだけ勾配等の変化や他構造物の少ない区間をまとめる等、少しでも情報化施工のメリットを大きくすることで、施工業者の積極的な採用に繋がると考えられる。

また、今回の施工業者に実施したヒアリングでは、コストが一番の導入の足枷となっているといった意見が多く聞かれた。現在の積算基準では情報化施工にかかる費用を適切に計上することが難しいため、情報化施工に対応した積算基準の作成や検査基準の作成など、基準作りについても早急に進める必要がある。

このように発注者が積極的に関わることによって、施工業者が積極的かつ容易に情報化施工に挑戦できる環境を整えることで、情報化施工の普及と発展に繋がると考えている。

6. おわりに

情報化施工は、非常に高い精度での施工が可能であり、さらに作業員の削減や安全性の向上などのメリットも多く、今後活用していく意義は高いと考えられる。しかし、未だ発展途上である新しい技術であることもあり、現場状況等によってその効果が大きく左右され、常に高い効果を得られると言うわけではない。今後施工実績の蓄積等によって、情報化施工のメリットを高め、その普及と発展を支えていくためにも、我々発注者には工事発注の段階から情報化施工を見据えた設計を行う等、普及のための環境を整えることが期待される。

その期待にこたえるためにも、我々発注者は情報化施工をはじめとする新しい技術について、積極的に関わり、知識を深めておくことが重要である。

謝辞: 本論文の作成にあたり、対象各工事の施工業者の方々には、工事終了後にもかかわらずヒアリング等へ快くご協力いただき、貴重なご意見を伺うことが出来ました。ここに記して謝意を表します。