

地上型レーザースキャナーを用いた舗装出来形管理の現場適用方法の検討

奥村組土木興業（株）正会員　○谷　義経
奥村組土木興業（株）正会員　藤森　章記
国土交通省松江国道事務所井畑　雅之
（株）建設システム富永　孝太

1. はじめに

平成 29 年度からは、「i-Construction」推進の一環として、舗装工にも ICT の活用範囲が拡大された。「ICT 舗装工」では、ICT 建機の活用に加え、地上型レーザースキャナー(TLS)を用いた起工測量や出来形計測が必須事項となるため、TLS を適切に運用することが「ICT 舗装工」導入の成否に大きく影響することとなる。

本稿は、これまでに重ねてきた「TLS を用いたアスファルト舗装の出来形計測」に関する検討成果を基にして、山陰道の新設工事で逸早く「TLS 出来形管理」を適用した検討事例を報告するものである。

2. ICT 舗装工および TLS 出来形管理

(1) ICT 舗装工

「ICT 舗装工」では、建設生産プロセスのすべての段階において ICT を全面的に活用することが求められ、①TLS による 3 次元起工測量、②3 次元設計データの作成、③ICT 建設機械(MC グレーダ、MC ブルドーザ)による路盤工、④TLS による 3 次元出来形管理(表層のみ必須)、⑤3 次元データの納品の 5 項目をすべて実施することが必須要件となっている。

(2) TLS 出来形管理

「出来形管理要領」では、「ICT 土工」と同様に、点群データで出来形の合否判定をするために「面管理」の考え方が導入されており、抽出管理から全数管理になることに応じて、計測密度に規格値(100cm² あたり 1 点以上)を設けることで個々の計測値についての規格は表-1 のように緩和されている。舗装各層の出来形は、管理対象層の施工前後の高さを TLS で計測し、その標高差から厚さを算出して評価することが基本となるが、これに代えて各層の施工目標高さからの標高較差で管理することも可能となっている。舗装幅員については、設計値に満たない場合には必ず厚さ不足となることから、管理項目から省略されている。

表-1 面管理を行う場合の出来形規格値
[個々の測定値は 99.7%が規格値に入ればよい]

工種	測定項目	個々の測定値		全点測定値の平均	
		中規模	小規模	中規模	小規模
下層路盤	基準高	±90mm	±90mm	+40mm -15mm	+50mm -15mm
	厚さ・標高較差	±90mm	±90mm	+40mm -15mm	+50mm -15mm
上層路盤 (粒度調整)	厚さ・標高較差	-54mm	-63mm	-8mm	-10mm
上層路盤 (As安定)	厚さ・標高較差	-36mm	-45mm	-5mm	-7mm
基層	厚さ・標高較差	-20mm	-25mm	-3mm	-4mm
表層	厚さ・標高較差	-17mm	-20mm	-2mm	-3mm

3. TLS 出来形管理の適用工事

国土交通省中国地方整備局発注の朝山大田道路 波根地区舗装工事(延長 611m[土工部:381m, 橋梁部:230m])で「ICT 舗装工」を導入した。出来形管理の対象は、任意計測となっている層も含む全層(下層路盤から表層までの 5 層)とした。工期が平成 29 年 3 月 30 日~12 月 28 日であったが、年度末時点で未着工であることから「施工者希望Ⅱ型」の ICT 活用工事の扱いとなり、中国地方整備局で初めての「ICT 舗装工」の適用工事となった。

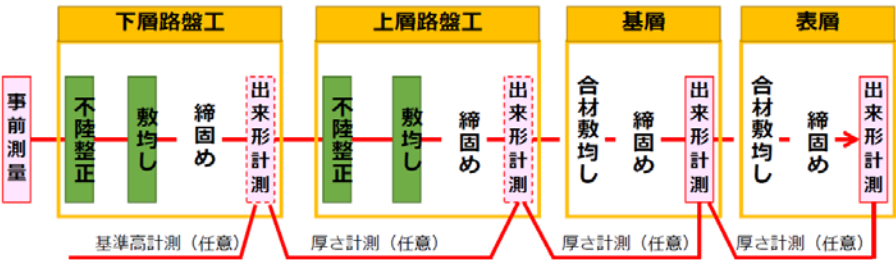


図-1 「ICT 舗装工」の対象となる作業[国交省資料より抜粋]

キーワード 出来形管理, ICT 舗装工, i-Construction, レーザースキャナー, TLS

連絡先 〒552-0016 大阪市港区三先 1-11-18 奥村組土木興業(株)環境開発本部技術部 TEL06-6572-5262

4. 使用機器およびソフトウェア

出来形計測には、前年度までの検討成果から、ライカジオシステムズ(株)製の高性能 TLS「ScanStation P40」を使用した。出来形評価用のソフトウェアについては、当工事が出来形計測を開始した時点で、各メーカーの製品がようやくリリースされたところであったが、「標高較差管理」だけではなく舗装工の実状に合った「厚さ管理」にも対応可能であるという理由から、(株)建設システム製の「SiTE-Scope」を選定した。これに合わせて、連携するソフトについても同社製を採用し、3次元設計データ作成には「SiTECH 3D」、出来形帳票作成には「デキスパート出来形管理システム」を使用した。また、完成検査に関しては、同社の「快測ナビ Adv」の面計測機能を応用する方法を考案し、実工事での運用について検討を重ねた。

5. 工事における適用結果

3次元データの作成については、詳細箇所の入力が必要になるものの、従来の「TS 出来形管理」と基本的に同様であり、ソフト側の完成度も使用者側の習熟度も高かったことから、容易に作業を進めることができた。

点群処理(フィルタリング)に関しては、当初、評価範囲外の点群データを図-2 のように手動で削除していたが、ソフトのバージョンアップによって、図-3 のように設計データと重なる範囲を自動的に抽出することが可能になった。点群の密度は、最頻値処理によって不要な点群データを間引き、自動的に調整した。

フィルタリング後の点群データから、出来形評価用データを抽出した。抽出データは、1m×1m のグリッドに分割し、平均値処理によって 1m² ごとのグリッドデータ(標高)を作成した。管理対象層の上下面のグリッドデータの標高差から厚さを算出し、図-4 のようにヒートマップ表示して出来形を評価した。



図-2 手動による点群削除

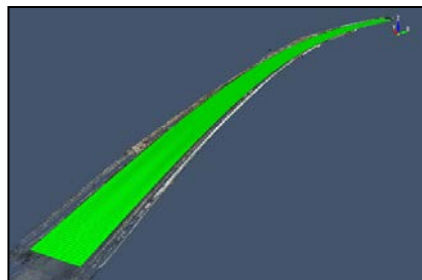


図-3 評価データの自動抽出

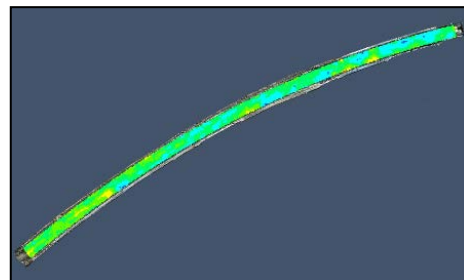


図-4 出来形ヒートマップ

出来形帳票は「出来形合否判定総括表」として出力され、これのみで出来形の合否が判定される。本工事では表-2 に示すようにすべての項目が規格値を満足し、全層で合格と判定された。

「検査要領」には、実地検査の確認項目として「厚さ」が挙げられているが、具体的な確認方法については記載されていない。非破壊で直接的に厚さを測定できる方法がなかったため、出来形管理する層の下面の点群データから三角網データを作成し、これをモバイル端末(快測ナビ Adv)に取り込み、自動追尾 TS で計測した上面の標高との差から厚さをリアルタイムに算出する方法を考案した。このシステムを活用することによって、任意の箇所を連続的に短時間で検査することができた。

表-2 出来形測定結果〔()は規格値〕

工種・測定項目		平均値	最大値	最小値	棄却点数
下層路盤	基準高	8mm (-15~+50)	59mm (-90~+90)	-35mm (-90~+90)	0 (9点以下)
	厚さ	8mm (-15~+50)	87mm (-90~+90)	-82mm (-90~+90)	6 (9点以下)
上層路盤 (粒度調整)	厚さ	-2mm (-10)	42mm (-63)	-48mm (-63)	0 (9点以下)
上層路盤 (As安定)	厚さ	-4mm (-7)	31mm (-45)	-28mm (-45)	0 (9点以下)
基層	厚さ	0mm (-4)	22mm (-25)	-19mm (-25)	0 (9点以下)
表層	厚さ	0mm (-3)	9mm (-20)	-12mm (-20)	0 (9点以下)

6. まとめ

前例がない中で試行錯誤しながらの取組みになったが、事前に入念な準備をしていたことと、メーカーとの緊密な協力体制もあって、細かな課題は見つかったものの、大きなトラブルもなく工事を完了することができた。本工事では、「ICT 舗装工」に関する作業の大半を若手職員(1~3 年目)に担当させたが、当初の期待を上回る成果が得られた。このことから、ICT の積極活用は若手技術者の育成にも大きく貢献するものと感じた。