

維持修繕工事への情報化施工技術の適用事例

東京土木施工管理技士会

株式会社 NIPPO

関東第一支店試験所

山梨出張所

鈴木 隆 広[○]

市川 昭 博

Takahiro Suzuki

Akihiro Ichikawa

1. はじめに

工事概要

- (1) 工 事 名：一般国道137号線舗装工事(明許)
- (2) 発 注 者：山梨県
- (3) 工事場所：山梨県笛吹市御坂地内
- (4) 工 期：平成23年3月1日～
平成23年6月30日

土木工事では、様々な場面で情報通信技術（ICT）を利用した情報化施工技術（表-1.1）の普及が進んでおり、ミリ単位の仕上がり精度が要求される舗装工事においても例外ではなく、主に新規構築の舗装工事を中心に3次元マシンコントロール技術（以下：3D-MC）の導入が急速に進んでいる。

表-1.1 情報化施工技術

施工管理に活用する技術	・TSによる出来形管理 ・TS/GNSSによる締固め（転圧）管理 等
施工に活用する技術	・3次元マシンコントロール（BL、MG、AF等） ・3次元マシンガイダンス（BH等）

TS：トータルステーション

GNSS：Global Navigation Satellite System

BL：ブルドーザ MG：モーターグレーダ AF：アスファルトフィニッシャー

BH：バックホウ

一方、供用路線の走行性改善や路面機能の回復のために行われる維持修繕工事では、路面切削機の3D-MC技術も実用化されたものの、路面測量や機械制御方法など未だに従来方法を利用した施工が行われており、情報化施工技術の利用は進んでいない。

本報告は、維持修繕工事に活用できる2つの情報化施工技術（表-1.2）同士で、3次元路面計画データを共有するシステムを活用した切削オーバーレイ工事について紹介し、主に切削機の3D-MC技術を活用して得られた課題、有効性およびその効果についてとりまとめたものである。

維持修繕工事において道路縦横断計測システムと3D-MCを組み合わせることで、現況測量で取得した電子データを縦横断計画から施工、帳票作成の工程にわたって利用可能なシステムとなっている。

表-1.2 維持修繕工事に利用する情報化技術

道路縦横断自動計測システム	TSのノンプリズム測定方式を利用し、横断方向に任意の間隔で路面を3次元で自動計測するシステム。現況および出来形測定に利用可能。
路面切削機の3次元マシンコントロール	路面修繕計画の3次元設計データに基づき路面切削高さを自動制御するシステム。タイヤ式、クローラ式ともに可能。

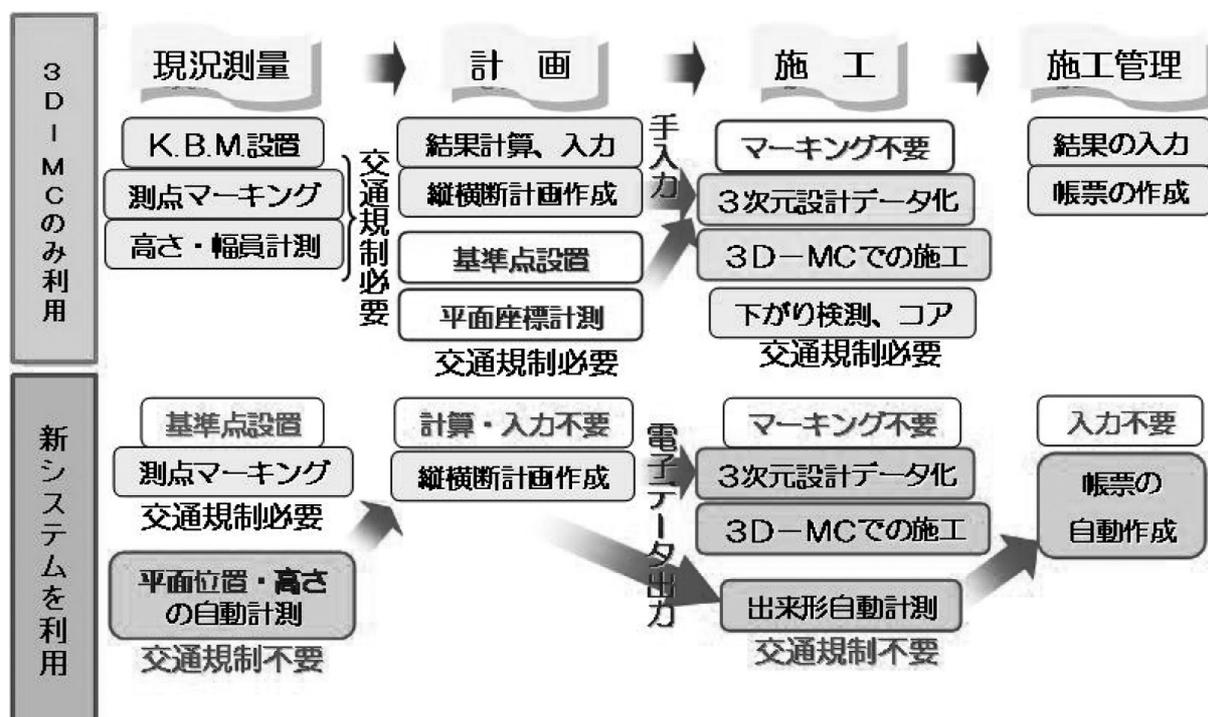


図-1.1 切削オーバーレイ工で3D-MC 単独で利用する場合と新システムを利用する場合の工程比較

維持修繕工事にて3D-MCのみ利用する場合と本システムとの比較を図-1.1に示す。

2. 現場における問題点

2.1 事前測量における基準点設置位置

路面の3次元測定や3D-MCを行う場合、現場内にローカルの座標系を構築するための基準点を設置する必要がある。更に路面計測や3D-MCに使用するトータルステーション（以下：TS）は、自己位置を測定するために後方交会法を用いるため、どこにTSを設置しても視準する2つの基準点の狭角が精度を確保する $30^{\circ} \sim 115^{\circ}$ に収まるように基準点を配置する必要があった。

2.2 3D-MC用トータルステーションの配置位置

小・中規模な現場で活用される自動視準型トータルステーション（以下：ATS）を用いた3D-MCだが、これまでは主に新規の舗装構築における利用が多かった。

ところが、供用路線で行う維持修繕工事では、重機側プリズムに対するATSの視準を遮る要素が数多く存在することから、この点を考慮しつつ機材や人員を最小限に抑え、計画工程に合わせる検討が必要であった。



図-2.2.1 ATSの視準を遮る障害物

①道路付帯物の物理的障害

3D-MCのためにATSを歩道や中央分離帯に設置する場合、道路に付帯する植栽や照明柱（図-2.2.1）などに、プリズムの視準が遮られる場面が起こることから、ATSの視準が遮られず、かつ配置変えを最小限にする計画が必要であった。

②空気のゆらぎ

ATSなどの光学機器を屋外で利用する場合、空気のゆらぎに測定値が影響を受ける場合がある。更に今回使用する切削機の機種は、エンジンの排気ガスが右後方上部から排出される構造のため、高温の排気ガスが大きな空気のゆらぎ（図-2.2.2）となり、後方から切削機のプリズムをATSが視準する場合の妨げになる場合がある。



図-2.2.2 切削機後方の空気のゆらぎ

このため、切削機後方からプリズムを視準する状況も想定した対策が必要とされた。

③道路の曲線の影響

本現場では、工区後半に曲線が入っており（図-2.2.3）、ATSと重機の離隔が最大になる前に見通せなくなるため、3D-MC用の機材（重機制御を引き継ぐ別のATS）を増やさず作業工程に影響を与えることなく、どのようにATSの配置を変更させるかが課題となった。

④ATSが他の発光装置を誤認

以前に行った切削機の3D-MCを試行した現場において、ATSの視準方向と交差点の赤信号が重なった場面で、ATSが誤って赤信号を視準する事例が起こった。これは、赤色レーザーを発光するATSが、赤信号の光をプリズムからの反射光として認識したことが原因であった。本現場でも工区中間に信号付きの交差点（図-2.2.4）が



図-2.2.3 工区後半の曲線部



図-2.2.4 工区中間の交差点

あり、ATSと重機との位置関係によってはATSの誤認を防ぐ対策が必要とされた。

3. 対応策と適用結果

3.1 基準点設置

路面計測、3次元マシンコントロールに必要な基準点は、中央分離帯側と歩道側に、片側を概ね40mピッチとし両側で千鳥の配置となるように設置した。このことで、任意のTS配置位置からでも、後方交会の制限角度に収まる点を最低3点は選択することが可能となり、作業の進捗や場面に応じてより適した位置にTSを配置することが可能となった。

この結果、事前測量、3D-MCおよび試行したTS出来形管理すべてで、基準点の配置が作業に支障を与える事態を起こさなかった。

3.2 3D-MC用自動視準型トータルステーションの配置位置

①道路付帯物の物理的障害

本現場では、付帯物が少ない中央分離帯にATSを配置（図-3.2.1）することを基本とした。この場合、歩道側車線の施工では、大型車両等の通行によりATSの視準が遮られることが想定されたため、この場合は3D-MCの自動制御を一時的にオフにする対策を講じた。

この結果、予期せずATSの視準が遮られることによる不具合も起きず、通常の手動制御と比較して良好な平坦性を得ることができた（表-3.2.1）。

②切削機後方の空気のゆらぎ



図-3.2.1 ATS配置位置

切削機後方の排気ガスによる空気のゆらぎ自体は防げないが、切削機後方からプリズムを視準する場面も想定し、排気ガスが排出される向きを改良した（図-3.2.2）。

表-3.2.1 切削面の平坦性測定結果

	3D-MC 制御	手動制御
平坦性(σ)	1.8mm	2.3mm

③曲線部の施工

施工時は切削機の折り返しとメンテ作業（給水やコニカルビットの交換）を見計り ATS の配置位置を変更することで切削作業のロスを出さないように配慮した。

④赤信号の誤認対策

誤認対策は、プリズムの後方を物理的に隠す（図-3.2.3）程度だが、本現場では ATS の視準方向と信号が直線上になる状況が起きなかったため、実際に対策を講じる必要はなかった。

3.3 適用結果

以上の取り組みによって、必要最小限の 3D-MC 用資材にて、予定していた 2 日間の切削作業ともに所定のタイムテーブルで完了させることができた。

4. おわりに



図-3.2.2 切削機排気ガス排出向きの変更



図-3.2.3 赤信号対策事例

① 3次元設計データの作成

切削オーバーレイの修繕計画さえ決まれば、現場担当者が 3次元設計データ作成のために、計算やパソコンへの入力作業を別に行う必要がなく、ソフト上でのデータ変換作業だけで済む。このことから、活用したシステムは、現場担当者に大きな負担をかけないため、維持修繕工事で 3D-MC を導入するには非常に有効である。

② 切削機 3D-MC

供用路線にて 3D-MC を行う場合、ATS とプリズムとの視準を維持させる事に様々な課題があることが、今回を含めた試行工事から判ってきている。

供用路線では ATS による 3D-MC システムの利用が現実的である現状では、現場条件毎に ATS の配置計画を事前検討した上で実施工に利用する必要があると考える。

道路の維持修繕工事である切削オーバーレイ工事で 3D-MC を利用する場合、工事 1 単位の規模が大きくない場合が多く、省力化や工程短縮といったメリットに寄与しにくいいため、目にみえる効果はせいぜい切削深さのマーキング作業が省略できる程度である。そのため、全体的に一定厚さで切削する場合は導入効果を見だしにくいのが実情である。

しかし、従来のオペレータ任せの切削作業と比べ、3D-MC 制御のほうが、仕上がり精度や切削面の平坦性向上に寄与することを確認しており、適切な切削廃材管理とアスファルト混合物のロス低減に貢献できると考える。さらに、変状が激しい路面やレベリング切削など管理ポイント毎に切削厚が変化するような切削作業では、面で自動制御する 3D-MC がより高い精度の切削が可能であり、品質の向上にも貢献できると考える。

維持修繕工事においても情報化施工技術を導入することで得られるメリットが多くあることから、今後も同システムを含めた情報化施工技術を実施工での利用でデータとノウハウを蓄積し、更なる普及に貢献していく所存である。