

# MMSによる覆工コンクリート出来形計測の検証

三次元点群データを用いたトンネルの有効な点検・維持管理の検討

キーワード：MMS, トンネル, 出来形計測, 三次元点群データ

社会インフラマネジメント事業部 小野田 敏  
計測技術部 まつもと 直樹・ひろた 義昭  
松本 直樹・廣田 義昭

## はじめに

近年、トンネルなどの道路構造物の維持管理について、点検の効率化・高度化が求められています。例えば、トンネル施工時の出来形計測では、現地作業員によるテープや測量機材を用いて実施することが一般的ですが、現地作業によるバラつきが大きいこと、精度や安全性の面

でも課題がありました。本報告では、車載型レーザ計測システム（以下MMS）でトンネル内部を計測した三次元点群データを用いて出来形計測を行い、従来法と比較して有効性を検証するとともに、今後の点検・維持管理に向けた活用の可能性についての検討結果を紹介します。

## 検証地域および計測諸元

本報告は、新設トンネルを対象としてMMSを用いた計測と従来手法との比較検証結果をまとめたものです。検証で使用したMMSは、車両にGNSS機材・デジタルカメラ・レーザ計測機器を搭載したシステムであり、車両が走行しながらGNSSデータ・カメラ画像データ・三次元点群データを同時に取得可能です。MMSの車両外観を図1、機材諸元を表1に示します。



図1 MMS車両外観

表1 MMS機材諸元

機材名	メーカー
GNSS	トヨタ自動車
GNSS受信機	GNSS受信機 (2.4GHz)
GNSS送信機	GNSS送信機 (2.4GHz)
GNSSアンテナ	GNSSアンテナ (2.4GHz)
GNSS受信機	GNSS受信機 (2.4GHz)
GNSS送信機	GNSS送信機 (2.4GHz)
GNSSアンテナ	GNSSアンテナ (2.4GHz)
GNSS受信機	GNSS受信機 (2.4GHz)
GNSS送信機	GNSS送信機 (2.4GHz)
GNSSアンテナ	GNSSアンテナ (2.4GHz)

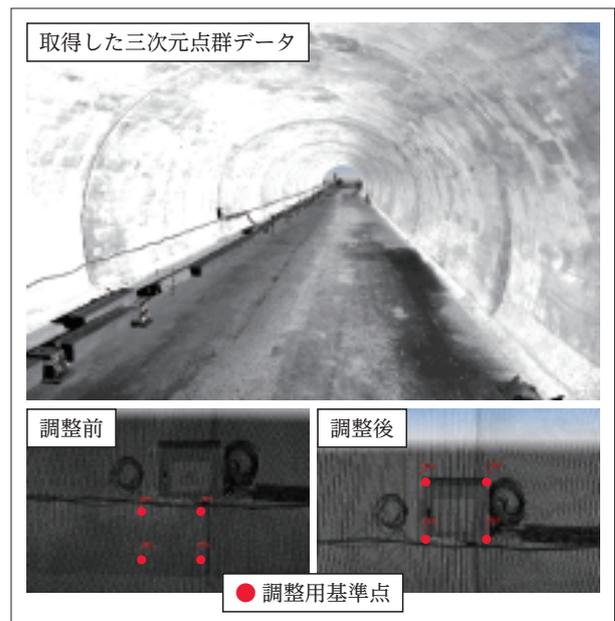


図2 取得した点群データおよび調整前後の点群

計測時は、時速約10km/hで走行しました。その結果トンネル壁面において10,000点/m<sup>2</sup>以上のデータを取得することができました。また、取得した三次元点群データの位置精度を確保するために、現地に基準点を設置し三次元点群の調整処理を行いました（図2）。

## 検証方法

本検証では、トンネル内空断面全幅の出来形計測値について、従来手法との比較を実施しました。従来法では、テープや測量機材により実測値を算出していたのに対し、

MMSでは三次元点群データから同じ箇所の断面図を作成し、出来形計測の測定値を算出しました。

三次元点群からの断面作成手法は、断面位置をCAD

上で作成し、三次元点群データに重ね合わせ（図3）、幅5cmで三次元点群データを測点ごとに抽出しました（図4）。抽出したデータから三次元点群データに沿うような形で断面図の線分データを作成しました（図5）。

測点ごとに作成したMMSの断面図からトンネル内空

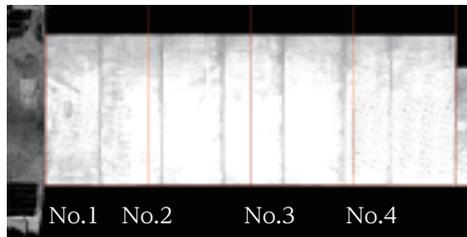


図3 測点位置を重ねた点群データ



図4 抽出した点群データ

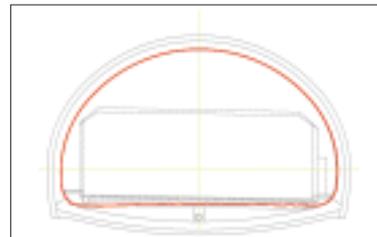


図5 作成した断面線分データ（赤線）

## 検証結果

トンネル内空断面の出来形計測値について、三次元点群データから算出した値と従来法（テープや3Dレーザスキャナ）により算出した値を表2に示します。比較を行った結果、MMSと3Dレーザスキャナの計測値は、最大で9.1mm（No8地点）、MMSと従来法による実測値は、最大で4mm（No8地点）でした。本検証では、

断面の出来形計測を実施しました。また、比較検討のために3Dレーザスキャナによる計測も合わせて行いました。これら各手法で断面図を作成のうえ内空断面の出来形計測を実施し、比較を行いました。

従来法と最大で4mmの誤差に収まりました。「レーザスキャナを用いた出来形管理の試行要領案：トンネル編」では±5mm以内の精度が要求されています。このことから、三次元点群データから任意断面での出来形計測を行うことが可能であり、MMS計測は有効である結果となりました。

表2 測点No1～9における測定値比較

単位：mm

測点	標準断面図	従来法	MMS	3Dレーザスキャナ	MMS—設計値	MMS—3Dレーザスキャナ	MMS—実測値
	設計値	実測値	計測値	計測値	差分	差分	差分
No1	14,728		14,780	14,777	52	2.4	
No2	14,728	14,798	14,800	14,797	72	2.3	2
No3	14,728	14,778	14,781	14,777	53	4.1	3
No4	14,728		14,764	14,760	36	3.6	
No5	11,504		11,556	11,553	52	2.7	
No6	11,504	11,565	11,566	11,562	62	3.9	1
No7	11,504		11,565	11,560	61	4.8	
No8	11,504	11,561	11,565	11,556	61	9.1	4
No9	11,504		11,578	11,577	74	0.3	

## おわりに

本検証では、三次元点群データを使用してトンネル内空断面の出来形計測を実施しました。その結果、従来法と比較すると最大4mm以内の誤差でした。誤差が微小であることから、MMS計測は出来形計測に十分に活用できるだけでなく、トンネル形状把握のための測量手法としても高い精度を有していることが分かりました。また、MMSによる計測では、交通規制などが不要であり、作業員が車外に出て作業を行うことがないため、出来形管理だけでなく維持管理においても安全性や効率性が向上します。今後は、MMSによる計測を施工時に実施し、定期的に三次元点群データを蓄積することで、図6に示すような2時期比較が可能となり、より細部までトンネ

ル形状の変化を把握することが可能となるのではないかと考えます。

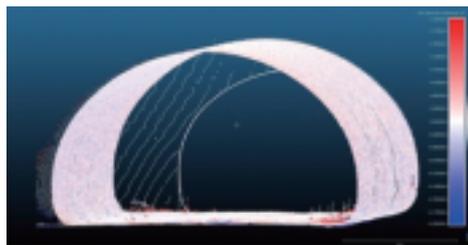


図6 点群データ2時期比較サンプル

最後になりましたが、日本国土開発株式会社の関係各位には多大なご指導、ご協力をいただきました。ここに改めてお礼申し上げます。