

MMSによる覆工コンクリート出来形計測の検証

アジア航測株式会社	正会員	○小野田 敏
日本国土開発株式会社	正会員	佐野 健彦
アジア航測株式会社	非会員	松本 直樹
アジア航測株式会社	非会員	廣田 義昭
日本国土開発株式会社	非会員	高橋 亨

1. はじめに

近年トンネル等の道路構造物の維持管理について、点検の効率化・高度化が検討されている。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はあるが、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った。そこで本検証では、MMS (Mobile Mapping System 以下MMS)でトンネル内の計測を実施し3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、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検討した。

2. 検証地域及び計測諸元

本検証では、新設トンネルを対象としてMMSを用いた計測及び検証を実施した。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、車両を走行しながらGNSSデータ・IMUデータ・デジタルカメラデータ・3次元点群データを同時に取得可能である。MMSの車両外観を図1、計測状況を図2、機材概要を表1に示す。

表1 MMS 機材諸元

製品名	MMS-XV210ZAL
メーカー	三菱電機
GNSS/IMU	GNSS取得間隔 2回/秒 IMU取得間隔 10回/秒
レーザ発射レート(MAX)	10168Hz (スキャンレート 200Hz)
計測密度 (20km/h走行)	2500点/m ² (計測距離5m)
レーザ計測距離 (MAX)	118m
レーザ測距精度 (1σ)	3mm
レーザ反射強度	取得可能 (トンネル内・逆光も有効)
レーザクラス	Eye-safe due to laser class 1
デジタルカメラ	① 全天周カメラ
	② LadyBug5×1 画素数:30M
	③ 画素数:5M×2 ラインカメラ×2



図1 MMS 車両外観



図2 MMS 計測状況

本計測は、時速約10km/hで実施し、1方向の計測データのみを用いて検証データを作成した。その結果、壁面は10000点/m²以上の検証データを取得することができた。また、取得した3次元点群データの位置精度を担保するために、現地に調整用基準点を設置し、調整処理を行った。本検証で設置した調整用基準点の写真を図3、3次元点群データの調整処理前後のデータを図4及び図5に示す。



図3 現地調整用基準点

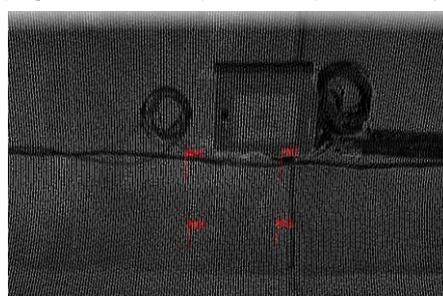


図4 MMS 調整前点群データ

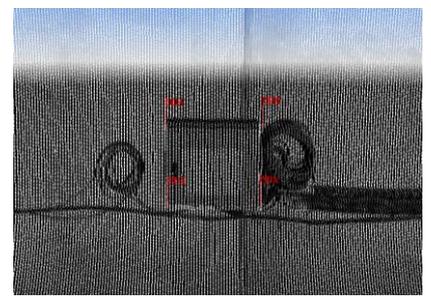


図5 MMS 調整後点群データ

3. 検証方法

本検証において、トンネル内空断面全幅の出来形計測値について比較を実施した。従来法では、テープや測量機材により実測値を算出し、MMSでは3次元点群データから断面図を作成し測定値を算出した。

トンネル測点ごとの断面位置をcad上で作成し、MMSの点群データに重ね合わせ、抽出幅5cmで点群デ

キーワード MMS, トンネル, 出来形計測, 3D レーザスキャナ

連絡先 〒160-0023 東京都新宿区西新宿六丁目14番1号 新宿グリーンタワービル アジア航測株式会社 TEL03-5909-4181

ータを各測点ごとに抽出した（図6及び図7）．抽出したデータから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た（図8）．

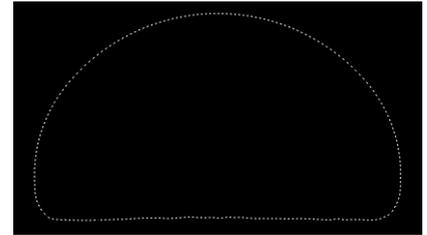
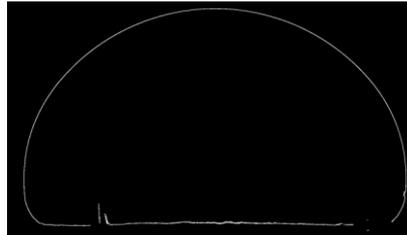
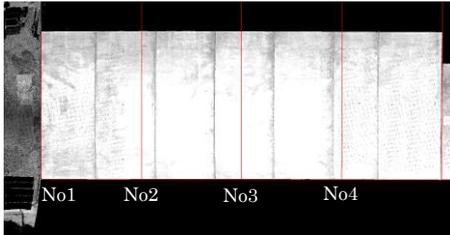


図6 測点位置を重ねた点群データ

図7 抽出した点群データ

図8 作成した断面線分データ

各測点ごとに作成したMMSの断面図からトンネル内空断面の出来形計測を実施し、従来法の測定値と比較した．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った．これらの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、比較を行った．

4. 検証結果

トンネル内空断面の出来形計測値について、MMS点群データから算出した値と3Dレーザスキャナから算出した値と従来法により算出した値を表2に示す．また、グラフ化したものを図9及び図10に示す．

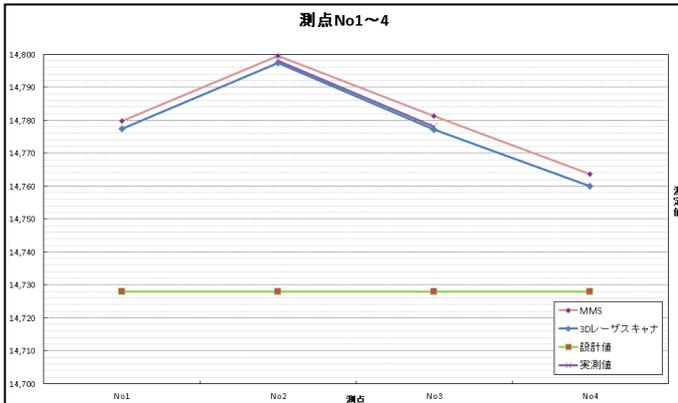


図9 測点 No1~4 における測定値比較

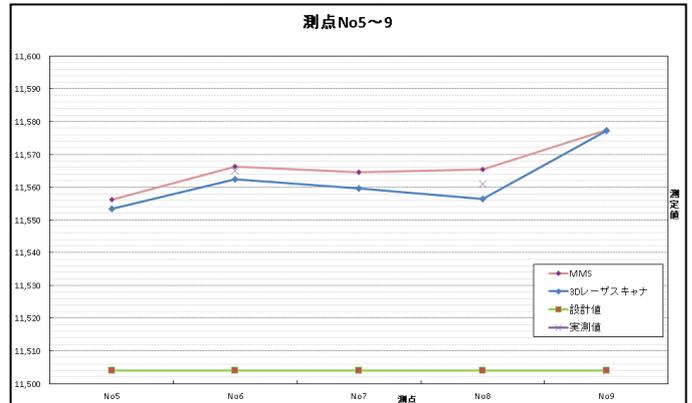


図10 測点 No5~9 における測定値比較

本検証で出来形計測値の比較を行った結果、MMSと設計値を比較すると最大で74mm(No9地点)大きな所があった、MMSと3Dレーザスキャナの計測値を比較すると最大で9.1mm(No8地点)、MMSと従来法による実測値を比較すると最大で4mm(No8地点)であった．本検証では、従来法と最大で4mmの誤差に収まり、任意断面でのMMS点群データから出来形計測を行うことが可能であり、MMS計測は有用である結果となった．

表2 測点 No1~9 における測定値比較

測点	標準断面図 設計値	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	11,566	61	9.1	4
No9	11,504			11,578	11,577	74	0.3	

5. まとめ

本検証でMMSの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た．その結果、従来法と比較すると最大4mm以内の誤差であり、誤差が微小であることから、本検証で行った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わかった．また、MMSによる計測では、交通規制等も不要であり、なおかつ作業員が外に出て作業を行うことがなくなるため、出来形管理だけでなく維持管理においても安全性や容易性が向上する．今後は、MMSによる計測を施工時に実施し、定期的に点群データを蓄積することで、図11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になると考える．

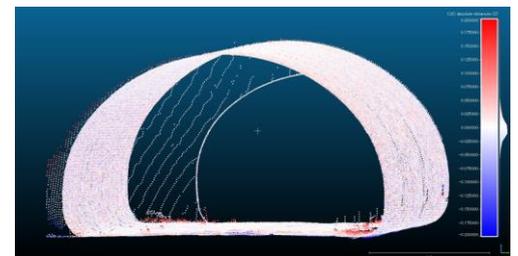


図11 点群データ2時期比較サンプル

謝辞

本検証は国土交通省「建設現場の生産性を飛躍的に向上するための革新的技術の導入・活用に関するプロジェクト」の助成を受けたものである．ここに記して謝意を申し上げる．