

社会インフラのDXを支援する MMSD・MDMD

渡辺完弥*
Kanya Watanabe
真鍋七海†
Nanami Manabe
那須升亮†
Shosuke Nasu

三好竜司†
Ryuji Miyoshi
佐久嶋 拓†
Taku Sakushima

MMSD and MDMD to Support Digital Transformation of Social Infrastructure

要 旨

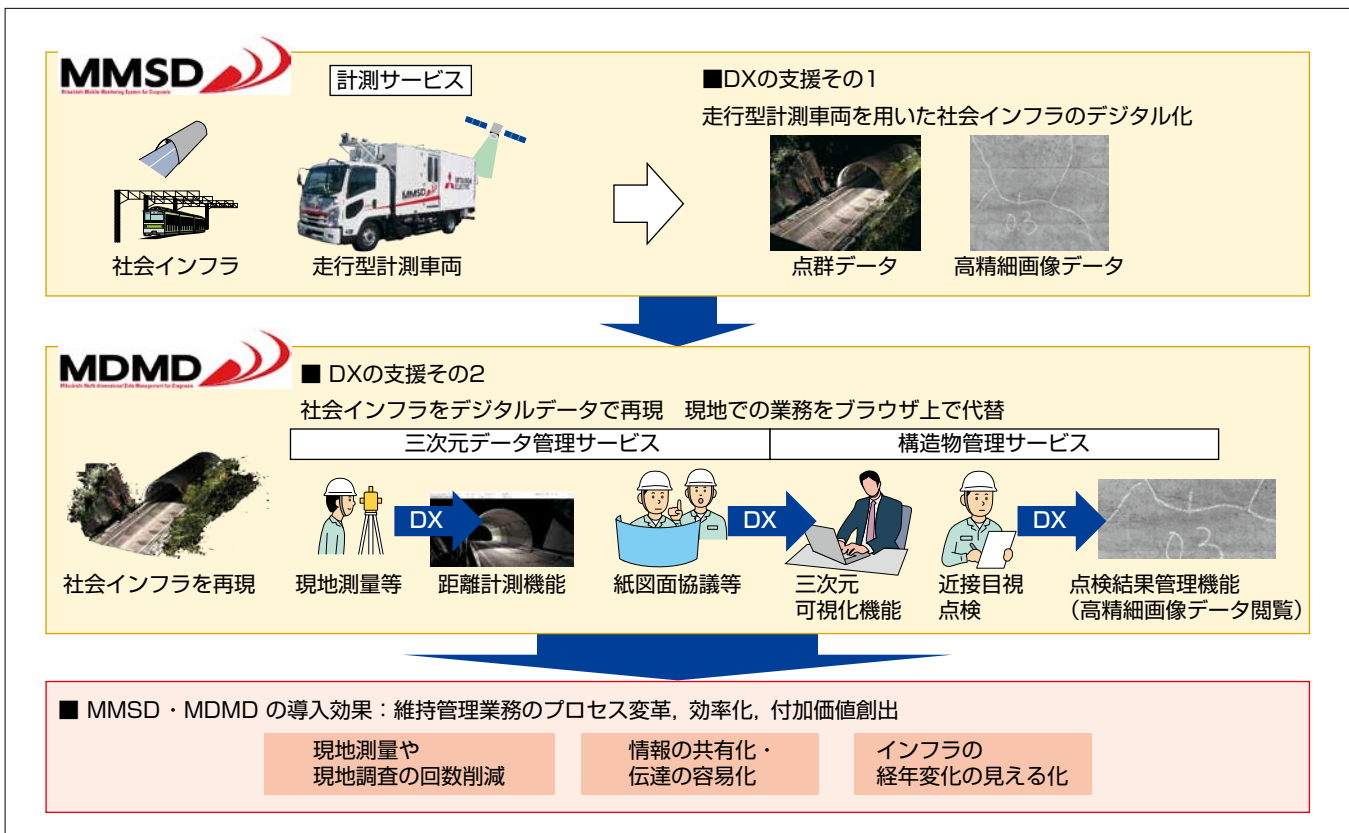
日本では、建設後50年を超過したトンネルや橋梁(きょうりょう)等の老朽化インフラの増加に伴う維持管理コストの増大や、少子高齢化を背景とした点検技術者不足等への対応が喫緊の課題になっており、維持管理業務のDX(デジタルトランスフォーメーション)による効率化が期待されている。デジタルデータを用いて社会インフラを仮想空間内に再現し、デジタル解析技術やAI技術等の適用によって維持管理業務のプロセス変革を図り、効率化や新たな付加価値の創出が望まれている。

三菱電機は、走行型計測車両で社会インフラの表面形状を点群や高精細画像のデジタルデータとして取得する計測・解析サービス“MMSD(Mitsubishi Mobile Monitoring

System for Diagnosis)”及びMMSDなどで取得したデジタルデータを用いて仮想空間内に社会インフラを再現する多次元設備管理サービス“MDMD(Mitsubishi Multi-dimensional Data Management for Diagnosis)”を提供している。

これらのサービスを用いて、現地での寸法測定やトンネル壁面の目視確認を代替することによって、現地測量や現地調査の回数削減、情報共有/伝達の容易化などの維持管理業務効率化に加えて、対象インフラの経年変化の見える化など新たな価値創出を実現した。

当社は、今後もMMSDとMDMDの提供機能の拡充を図り、維持管理業務の更なる効率化と高付加価値化に貢献していく。



MMSD・MDMDによる社会インフラのDXのイメージ

当社は、走行型計測車両で社会インフラの表面形状を点群や高精細画像のデジタルデータとして取得するMMSDと、デジタルデータを用いて仮想空間内に社会インフラを再現するMDMDを提供している。現地での寸法測定やトンネル壁面の目視確認をこれらのサービスで代替することによって、現地測量や現地調査の回数削減、情報共有/伝達の容易化が可能になり、維持管理業務を効率化できる。さらに、インフラの経年変化の見える化など新たな価値創出を実現できる。

1. ま え が き

日本では、建設後50年を超過したトンネルや橋梁等の老朽化インフラの増加に伴う維持管理コストの増大や、少子高齢化を背景にした点検技術者不足等への対応が喫緊の課題になっており、維持管理業務のDX(デジタルトランスフォーメーション)による効率化が期待されている。デジタル解析技術やAI技術等の適用によって維持管理業務のプロセス変革を図り、効率化や新たな付加価値の創出が望まれている⁽¹⁾。

当社は、社会インフラのDXを支援する二つのサービスを提供している。

(1) 計測・解析サービスMMSD

社会インフラの表面形状を走行型計測車両で計測し、高精度の点群データや高精細の画像データを取得・解析するサービスである。

(2) 多次元設備管理サービスMDMD

MMSDなどで取得したデジタルデータを用いて社会インフラの現況を仮想空間内に再現し、端末のブラウザへの表示や距離計測等の機能を提供するサービスである。

これらのサービスの利用者は、従来は現地でしかできなかった業務を端末のブラウザ上で代替できるようになり、維持管理業務のプロセス変革や効率化を実現できる。

本稿では、MMSDやMDMDについて述べるとともに、中日本高速道路(株)(以下“NEXCO中日本”という。)が目指すi-MOVEMENT“次世代技術を活用した革新的な高速道路保全マネジメント”の実現に向けて設置された、インベーション交流会で実施した技術実証について述べる。

2. 計測・解析サービスMMSD

2.1 MMSDの特長

MMSDは、社会インフラの表面形状を走行型計測車両搭載のレーザスキャナなどで計測し、取得した高精度の点群データや高精細の画像データを解析するサービスである。高精度・高精細のデータを解析することによって、トンネル点検や建築限界解析等の業務を省力化できる特長を持つ。現在、走行型計測車両は、MMSD I、MMSD II、MMSD IIIの3種類があり、全車両に高精度GPS(Global Positioning System)、IMU(慣性計測装置)、100万点/秒の点群データが取得可能なレーザスキャナを搭載しており、走行しながら効率的に三次元位置情報(緯度、経度、標高)を持つ点群データを取得できる。また、MMSD Iには全方位カメラ、MMSD IIとMMSD IIIには8Kラインカメラ

を搭載しており、点群データと同時に、全方位カメラ画像や高精細画像のデータを取得できる。

2.2 MMSD計測データの特長

2.2.1 点群データ

走行型計測車両で取得した点群データは高精度な位置座標を持っているため、MDMDの仮想空間内でトンネルや道路等の三次元形状を再現できる。再現例を図1に示す。図1(a)はレーザの反射輝度値を用いて輝度表示した点群の例、図1(b)は点群データ取得と同時に撮影したカメラ画像を用いて各点に色付けしたカラー表示の例である。

2.2.2 画像データ

MMSD走行型計測車両で取得した高精細画像データを図2に示す。図2(a)は走行型計測車両が50km/hで走行中にトンネル壁面を撮影した例であり、幅0.3mm程度のひび割れの有無を画像で確認できる。図2(b)はトンネル壁面のケーブルを撮影した画像であり、ボルト緩みに起因する取付け金具のずれや断線の有無を確認できる。

全方位カメラで撮影したパノラマ画像を図3(a)に示す。このパノラマ画像をソフトウェアで加工・表示することによって、画面内に全方位の視野を再現できる(図3(b))。

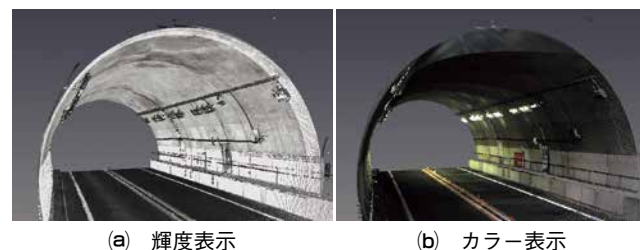


図1. 点群データの例

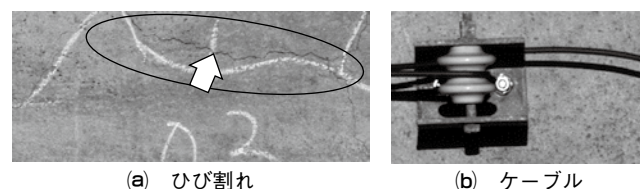


図2. 高精細画像データの例

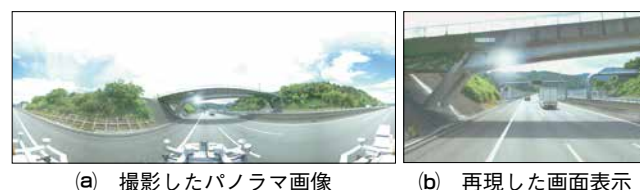


図3. 全方位カメラ画像データの例

3. 多次元設備管理サービスMDMD

MDMDは、MMSDなどで取得したデジタルデータで仮想空間内に社会インフラの現況を再現し、端末のブラウザへの表示や距離計測の機能を提供するサービスである(図4)。MDMDは、道路管理者や鉄道事業者に構造物や設備の管理に加えて、更新補修計画時や補修工法検討時の現況把握等で活用してもらうことを目的としており、施設設備台帳や点検結果、経年変化を確認するための差分解析結果を管理する機能も提供可能である。ユーザーは、クラウド又はオンプレミスのMDMDサーバに端末のブラウザからアクセスすることによって利用できる。

3.1 提供機能

サービスが提供する機能を表1に示す。MDMDは、端末のブラウザ上に社会インフラの形状を点群データで再現し、閲覧等の機能を提供する三次元データ管理サービス(図5)と、トンネル等の構造物の高精細画像や点検結果等、構造物の状態に関わる情報を管理する構造物管理サービス(図6)に大別される。

三次元データ管理サービスは、社会インフラ形状の閲覧や点群の持つ座標を使った2点間の距離計測機能を提供する。構造物管理サービスは、高精細画像データなどの点検結果の履歴管理や年度比較表示の機能を提供する時系列データ管理機能、変状等の点検結果を区間や領域といった空間的な単位で情報提供する空間系列データ管理機能、さらに従来二次元図面で管理していたひび割れなどの変状情

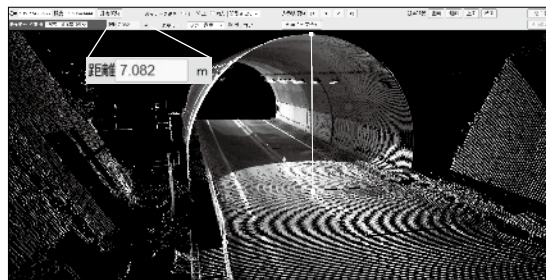


図5. 三次元データ管理サービスの画面例

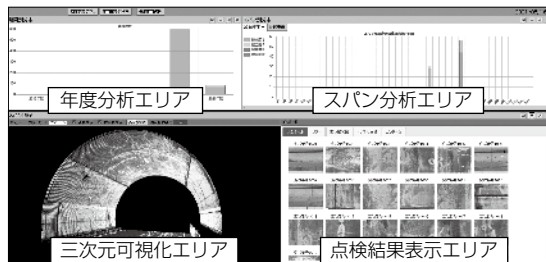


図6. 構造物管理サービスの画面例(トンネル)

報を三次元で可視化する三次元可視化機能等を提供する。

3.2 導入効果

利用場面ごとの導入効果を表2に示す。

3.2.1 計画業務の効率化

社会インフラの更新・補修等の計画業務に三次元データ管理サービスを活用することによって、従来は現地で実施していた設置場所検討や寸法計測が、端末のブラウザ上で代替可能になり、現地測量の回数や時間が削減できる。また、新設設備の寸法に基づいて、設置や搬入時の既存設備との干渉チェックも可能になり、設置工事時の手戻り防止効果が期待できる。さらに、測量のための交通規制や高所作業の削減によって、安全面でのリスク低減を図ることもできる。

3.2.2 調査業務の効率化

構造物管理サービスを活用し、高精細画像等を端末のブラウザで確認することによって、従来は現地で交通規制を行いながら実施していた調査業務の代替が可能になり、現地調査の回数を削減できる。また、高精細画像データに付

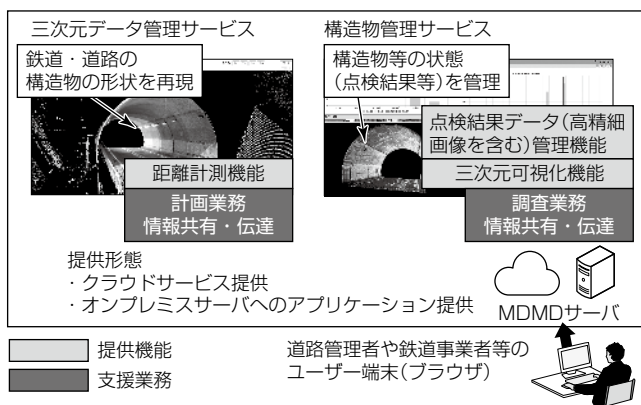


図4. MDMDの概念図

表1. サービス提供機能

サービス名	主要提供機能
三次元データ管理サービス	<ul style="list-style-type: none"> 点群データ閲覧(表示, 視点移動) 距離計測(幅, 長さ, 高さ等)
構造物管理サービス	<ul style="list-style-type: none"> 点検結果(高精細画像を含む)の時系列データ管理 点検結果の空間系列データ管理 点検結果の三次元可視化 差分解析結果のデータ管理 施設設備台帳データ管理

表2. 導入効果

利用場面	利用サービス	効果
計画業務 ・設置場所検討 ・寸法計測 ・干渉チェック	・三次元データ管理	<ul style="list-style-type: none"> 現地測量回数の削減 現地測量時間の削減 手戻りの防止 安全性の向上
調査業務 ・壁面目視確認 ・設備状態確認 ・経年変化把握	・構造物管理	<ul style="list-style-type: none"> 交通規制を伴う現地調査回数の削減 結果の正確な記録 変状の経年変化把握
情報共有・伝達	<ul style="list-style-type: none"> 三次元データ管理 構造物管理 	・分かりやすい情報伝達

与される正確な位置情報を用いて、トンネル覆工面のひび割れなどの位置情報を正確に記録し、異なる時期の点検結果(ひび割れなど)を比較することによって、経年変化の把握が容易になる。

3.2.3 情報の共有化・伝達の容易化

本庁と現場事務所又は設計者と施工者など、関係者間で施工方法・手順の協議を行う際、社会インフラの対象箇所
の現況が三次元情報として共有可能になるため、図面等の
二次元媒体を使った現況確認よりも、分かりやすく、かつ、
効率的な情報の共有・伝達が期待できる。

4. イノベーション交流会での技術実証

NEXCO中日本は、次世代技術を活用した革新的な高速道路保全マネジメント“i-MOVEMENT(アイ・ムーブメント)”の実現に向けて、コンソーシアム方式でオープンイノベーションを推進する組織“イノベーション交流会”を設立し、業務課題(ニーズ)と先端技術(シーズ)を組み合わせる技術実証を積極的に進めている⁽²⁾。この章では、イノベーション交流会で当社が実施した三次元データを活用した道路の点検や管理の技術実証について述べる。

4.1 技術実証の内容

実証内容を表3に示す。実証では、三次元データを活用した道路の点検や管理手法を高速道路に導入可能か検証するため、走行速度80km/hで取得した点群データや高精細画像データにMMSDとMDMDの解析・可視化技術を適用している。

4.2 実証結果

実証結果を次に挙げる。

- (1) 走行速度80km/hで点群データを取得し、構造物の表面形状を再現できた(図7)。
- (2) 走行速度80km/hで撮影した高精細画像データで、幅0.2mmのひび割れを確認できた(図8)。
- (3) 高精細画像から抽出したひび割れ等の変状ポリゴンと点群データを正確な位置情報を基に重畳し、変状を含むトンネル覆工面の三次元モデルが生成できることが確認できた(図9)。

表3. 実証内容

計測対象	敦賀保全・サービスセンター管内の自動車道約85kmの区間
実証項目	①走行速度80km/hで取得した点群データで道路周辺の構造物の表面形状が再現できること ②走行速度80km/hで撮影した高精細画像データで近接目視相当の確認ができること(0.2mmのひび割れが確認可能) ③トンネル覆工面のひび割れ等の経年変化を把握するための三次元モデルが生成できること

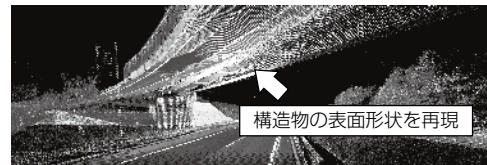


図7. 取得した点群データの例

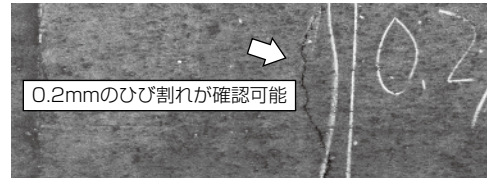


図8. トンネル壁面(ひび割れ)の高精細画像データの例

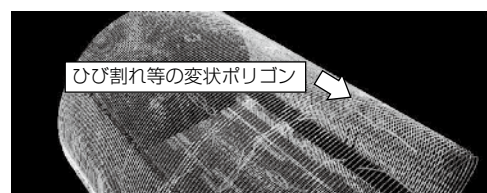


図9. 変状を含むトンネル覆工面の三次元モデルの生成の例

実業務への適用検証が今後必要になるものの、MMSDとMDMDの解析・可視化技術は、走行速度80km/hでも利用可能であり、高速道路の点検や管理の省力化が期待できるとの評価を得た。

5. むすび

MMSDとMDMD及びNEXCO中日本イノベーション交流会での当社の三次元データを活用した道路の点検や管理の技術実証について述べた。MMSDで社会インフラの現況を効率的にデジタルデータ化し、MDMDで現場を仮想空間に再現することによって、現地測量や現地調査の回数削減、情報の共有化や伝達の容易化が可能になり、維持管理業務を効率化できる。さらに、対象インフラの経年変化の見える化など、新たな価値創出を実現できる。

今後は、AI技術の活用等MMSDとMDMDのサービスメニューの拡充を図り、社会インフラ維持管理業務の更なる効率化や高度化に貢献していく。

なお、NEXCO中日本イノベーション交流会の技術実証では、NEXCO中日本の関係各位にアドバイスを受けた。ここに感謝の意を表す。

参考文献

- (1) 国土交通省：インフラ分野のDXに向けた取組紹介(2020)
https://www.mlit.go.jp/tec/content/200729_03-2.pdf
- (2) NEXCO中日本：i-MOVEMENT「次世代技術を活用した革新的な高速道路保全マネジメント」
<https://www.c-nexco.co.jp/corporate/operation/maintenance/i-movement/>