

MDMDによる 鉄道インフラ維持管理のDX推進

磯崎 新*
Arata Isozaki
森 勇二*
Yuji Mori
金澤哲夫*
Tetsuo Kanazawa

Promoting DX in Railway Infrastructure Maintenance and Management through MDMD

*神戸製作所

要 旨

日本の鉄道インフラは、老朽化に伴うインフラ維持管理コストの増大に加えて、少子高齢化による労働人口の減少という複合的な問題に直面しており、インフラ維持管理の効率化の手段として、DX(Digital Transformation)の活用を推進している。MDMD(Mitsubishi Multi-dimensional Data Management for Diagnosis：三菱多次元施設・設備管理システム)は、当社が開発したMMSD(Mitsubishi Mobile Monitoring System for Diagnosis：三菱インフラモニタリングシステム)が提供する高精度・高密度な三次元点群データや高精細画像を基軸とし、鉄道インフラの“デジタルツイン”を実現するソリューションである。デジタルツインによって、正確な位置情報の共有、設備間の距離計測、経年変化の見える化や解析結果の管理を行うことで、現地作業や設計業務のDXを推進し、安全性向上と業務効率化を両立する持続可能なインフラ維持管理の実現に貢献する。

1. ま え が き

近年、日本社会は少子高齢化による労働人口の減少、デジタル技術の急速な発展という大きな変革期を迎えている。これらを踏まえて、国としてデジタル技術を活用したDXを強力に推進している。デジタル庁では“デジタル原則”を策定し、アナログ規制の見直しやデジタル技術の適用を促している。また、国土交通省でも、デジタルツイン、BIM(Building Information Modeling)／CIM(Construction Information Modeling)の活用による建設生産システム全体の生産性向上を目指す“i-Construction”を推進している。

このような国のDX推進の潮流は、日本の社会経済活動を支える鉄道インフラでも重要なテーマになっている。鉄道インフラの安全・安定輸送を維持することは、持続可能な社会の実現に向けて不可欠であり、DXによる業務形態の変革が期待されている。

当社は、MMSDで取得した高精度・高密度な三次元点群データ及び高精細画像データを基軸とし、鉄道インフラのデジタルツインを実現し、デジタルツイン上のデータを管理・活用するためのソリューションとしてMDMDを提供している

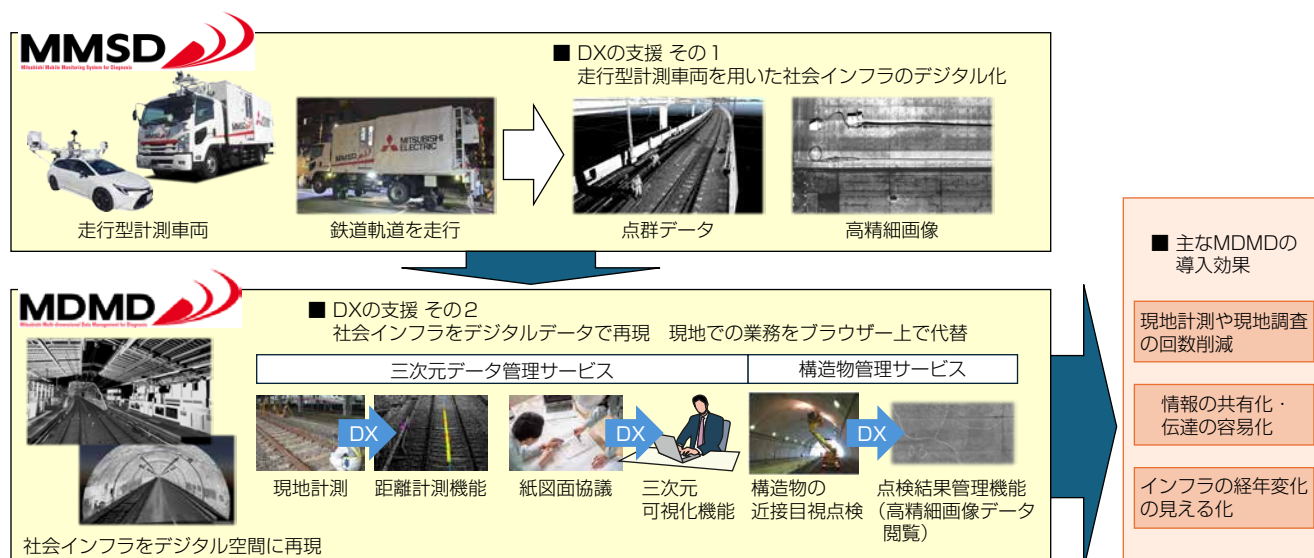


図1-鉄道インフラのDX推進でのMDMDの役割

る。MDMDは、Webブラウザからいつでも詳細に確認・計測可能なため、現地計測作業の削減等の既存業務の効率化にとどまらず、ドローンやスマートフォンで計測したデータ等、多様なデータとの連携を通じて新たな業務への活用も期待されるソリューションである(図1)。

本稿では、MDMDの特長や機能、効果について述べる。

2. 鉄道インフラ維持管理での課題

この章では、鉄道インフラ維持管理での課題について述べる。

2.1 鉄道インフラの老朽化と維持管理コスト増大の課題

橋梁(きょうりょう)、トンネル、軌道構造物等の鉄道インフラは、建設後50年を経過する施設の割合が増加しており、老朽化への対応が急務になっている。これに伴う修繕費や点検費等の増大は、鉄道事業者の経営を圧迫する大きな要因になっており、限られたリソースの中で広範囲なインフラの健全性をいかに維持していくかが課題になっている。また、鉄道インフラの維持管理業務の多くは、目視や手作業に大きく依存しているのに加えて、最終列車から始発列車までの夜間、又は日中の列車間合いといった極めて短い時間に軌道内で作業する必要がある。このような制約条件下で効率的かつ安全に業務を遂行するには、熟練技術者による高度な技能が要求される。しかし、熟練技術者は高齢化で減少が進む一方、若手技術者も不足しており、熟練技術者の高度な技能やノウハウの継承が課題になっている。

2.2 デジタルデータ活用の現状と課題

近年、鉄道インフラ維持管理でも、デジタルデータの活用・普及が進んでおり、閲覧・解析するためのツールが多々提供されている。しかし、現状では設備ごとに管理部署が異なることでデータフォーマットの不統一やシステムの分断が起こっており、情報の統合的な活用が十分になされていない側面がある。さらに、“軌道中心やレール位置を基準とした計測”や“建築限界との干渉チェック”といった鉄道特有の要件を満たすことが難しく、実務への適用には依然として問題が残されている。このような背景から、鉄道インフラ維持管理の特性に最適化されたデータ管理・共通プラットフォームの構築が課題になっている。

3. MDMDの特長

MDMDは、MMSDで取得した三次元点群データや高精細画像をWebブラウザ上で閲覧・活用できるプラットフォームである(図2)。特長としては、主にWebブラウザを用いた容易な利用、鉄道実務に特化した解析アルゴリズムの提供、サブスクリプション提供による初期投資抑制である。

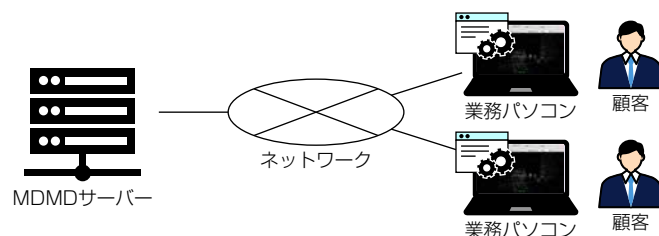


図2-MDMD使用環境

また、MMSDで取得した高精度な位置情報を持った三次元点群データや高精細画像を活用し、Webブラウザ上での高精度な距離計測や、建築限界解析結果の重畳表示、信号機や地上子等の設備位置情報の管理といった高度な機能群を提供する。これによって、従来は現地での目視や手計測に頼っていた業務をデジタル空間へ移行し、作業の安全性向上と効率化を両立する。

4. MDMDの主な機能

この章では、MDMDの主な機能を述べる。

4.1 三次元点群ビューア

MDMDの三次元点群ビューアは、当社独自技術で高精度な位置情報を付加した三次元点群データをシームレスに表示し、高精度の距離計測機能や建築限界解析結果表示機能、ウォークスルー機能、設備位置情報管理機能を提供する。

4.1.1 軌道中心を基準とした距離計測機能

“軌道中心距離”は正確な列車走行距離を把握するために重要な計測距離であるが、現場では軌道中心線を直接計測することが難しく、鉄道事業者によっては現地で比較的容易に計測できる左右レールの距離を設計上の代替距離に採用している。MDMDは現場で計測することが困難な軌道中心距離を高精度に計測できるほか、左右レール距離についても同時に計測できる。また、駅構内には複数の列車走行ルートが存在するが、MDMDでは任意の列車走行ルートを選択できるため、任意の列車走行ルートに対する軌道中心距離を計測できる(図3)。

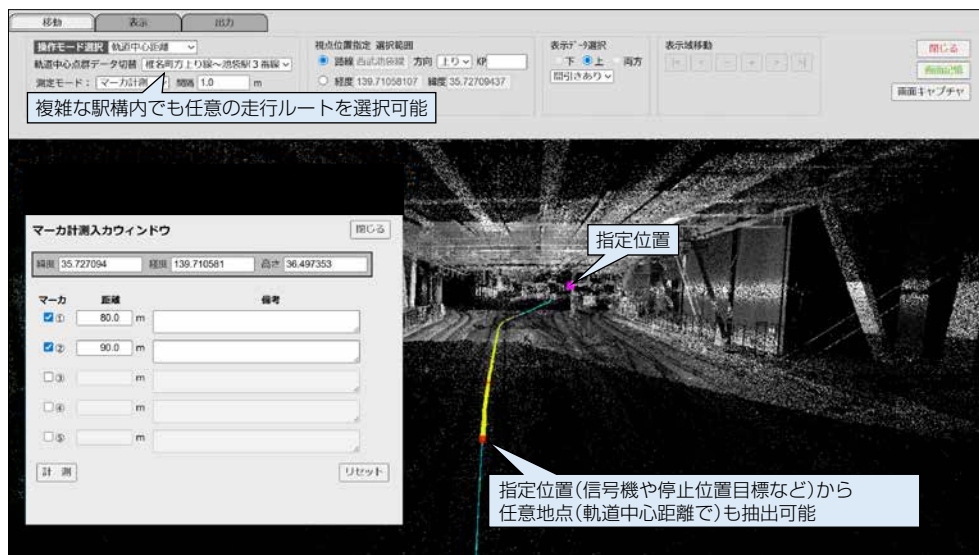


図3-MDMDの三次元点群ビューアと軌道中心距離計測の一例

4.1.2 建築限界枠及び建築限界解析結果の表示と重畳機能

MDMDは、ビューア上で建築限界枠を重畳表示させて、さらに建築限界枠を移動させることができる。建築限界枠は、曲線半径やカント、スラックによる拡大限界のほか、ホーム部やトンネル部等の場所にに応じて設定できる。また、建築限界解析結果をビューアに表示し、支障箇所や近接箇所に応じて着色表示できるため、支障の危険がある箇所を直感的に把握できる(図4)。

4.1.3 ウォークスルー機能

MDMDでは、指定した目線位置(高さ)で三次元点群データを移動させながら閲覧できる。具体的には、運転手目線や作業員目線等に合わせて目線位置を設定し、その目線のまま移動できる(図5)。これによって、運転手目線での信号機や特殊信号発光機の見通し確認や、作業員目線でのレールボンドや地上子等の沿線設備の概況確認が、Webブラウザ上で可能になるため、現地での確認作業を削減できる。

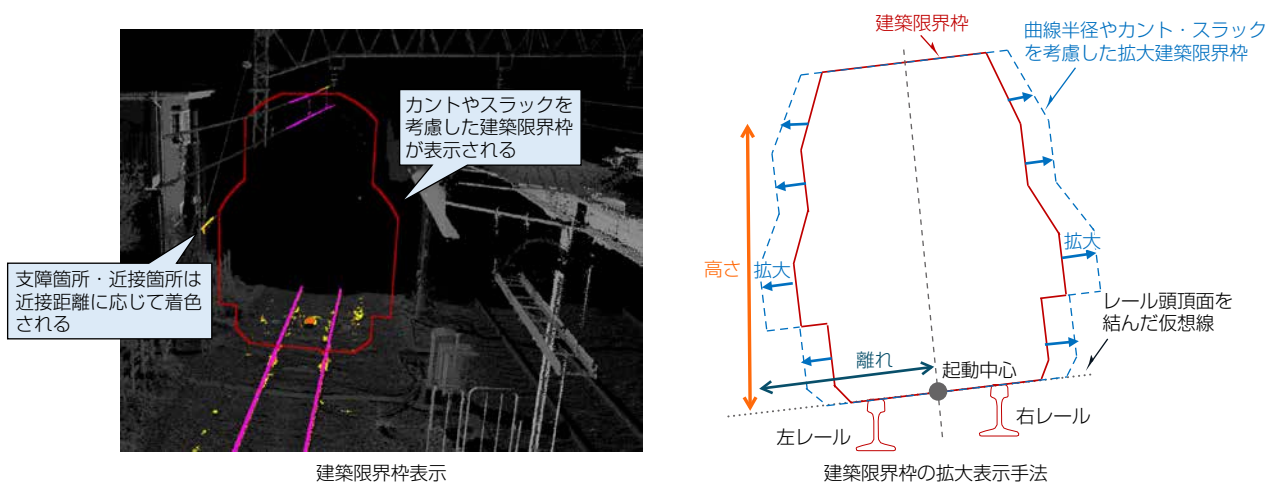


図4-MDMDによる建築限界枠表示(左)と、建築限界枠の拡大表示手法(右)

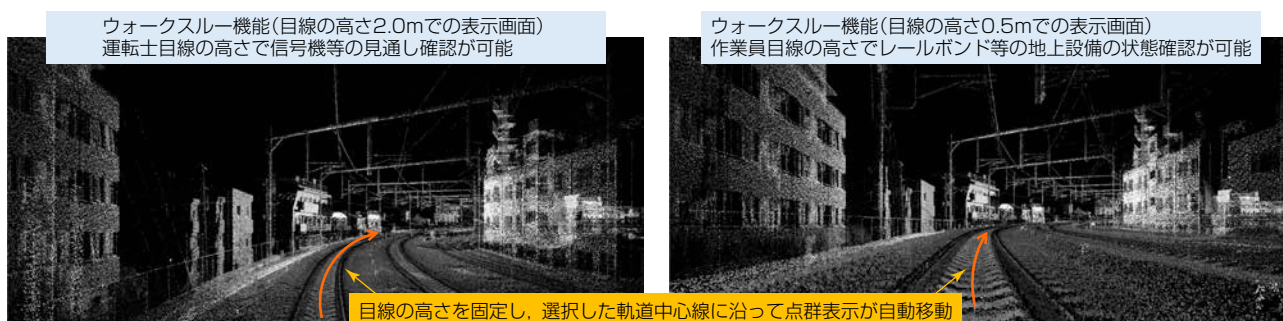


図5-MDMDによるウォークスルー機能

4.1.4 高精度な絶対位置情報による設備情報管理機能

MDMDは高精度な位置情報を持った三次元点群データを管理しており、位置情報に紐(ひも)付いた設備情報を登録・検索・削除できる。従来のキロ程による設備位置管理では、距離標等からの線路距離を基準に設備位置を管理しているが、線路線形の改良工事や、線路の曲線、勾配等の情報が反映されておらず、“設備の正確な位置”を反映できていない状況であった。MDMDでは設備に“高精度な絶対位置情報”と“キロ程による相対的な位置情報”を同時に付与して登録できるため、既存のキロ程による相対的な位置はそのままに、絶対位置情報による設備情報を管理できる。これによって、線路線形の改良工事等で距離標が変更された場合でも、絶対位置情報をキーとして過去の情報を正確に引き継ぐことができ、情報の連続性を担保した高度なアセットマネジメントが可能になる。

4.1.5 データ出力機能

MDMDは主に次の二つのデータ出力機能があり、MDMDの高精度データを、外部アプリケーションでも活用できる。

(1) 断面図出力

ホームの断面図や、法面の断面図など、任意の箇所や軌道に沿った断面図をDXF(Drawing eXchange Format)形式で出力することで、CADへ断面図を取り込んで、ホーム設備の設置検討や、法面の変状管理等に活用できる。

(2) 三次元点群データ出力：MDMDで表示される三次元点群データをLAS形式で出力できる機能

MDMDで表示される三次元点群データをLAS(Laser Scan)形式で出力することで、BIM/CIMモデルの背景データとして活用できる。

4.2 トンネル管理機能

トンネル点検は定期的実施されているが、主に目視主体であったため過去のデータと比較・分析が困難で、また、点検員の経験や技量によって判断に差が出るなどの問題があった。MDMDのトンネル管理機能(図6)では、MMSDで取得

した高精度・高密度な三次元点群データ及び高精細画像データを時系列で管理できるため、過去のデータとの差分が容易に分析できる。また、三次元点群データと高精細画像データをAIで解析し、ひびや変状などの点検結果を定量的に可視化できるため、熟練技術者の高度な技能やノウハウによる技量差を吸収し、客観的に判断することが可能である。



図6-MDMDによる構造物管理機能の画面

5. MDMDの今後の展望

MDMDのデータ利活用範囲の更なる拡大のため、次に示すような多様なデータ連携について強化していき、データ統合管理を更に強化する。

- (1) 多様な計測データ(例：ドローンや地上・可搬型レーザースキャナーで取得したデータ等)の取り込み・自動重畳
- (2) 他のデータ管理システムからのデータの取り込み
- (3) 外部の様々なアプリケーションやプラットフォーム等へのデータ提供

MDMDは既に複数の鉄道事業者に活用されており、その運用を通じて得られるフィードバックは、今後の機能強化の重要な源泉になっている。地図データと三次元点群データの連携表示や、点群計測操作の改善等のユーザーからの具体的な要望に基づいて、逐次機能改善や新機能の開発を進めていく。

6. む す び

当社はMDMDを通じて、鉄道インフラ維持管理のDXの推進、さらには高精度なデジタルツインを基盤とした効率的な維持管理体制の確立を支援し、安全で持続可能な鉄道インフラの実現に貢献する。当社が長年培ってきた技術・知見と、利用している鉄道事業者からのフィードバックを取り込んで、鉄道インフラDXのリーディングカンパニーとして、今後も鉄道事業のDXに貢献していく。