

社会インフラ維持管理サービス

梅山 聡*
佐久嶋 拓*

Maintenance Service for Social Infrastructure

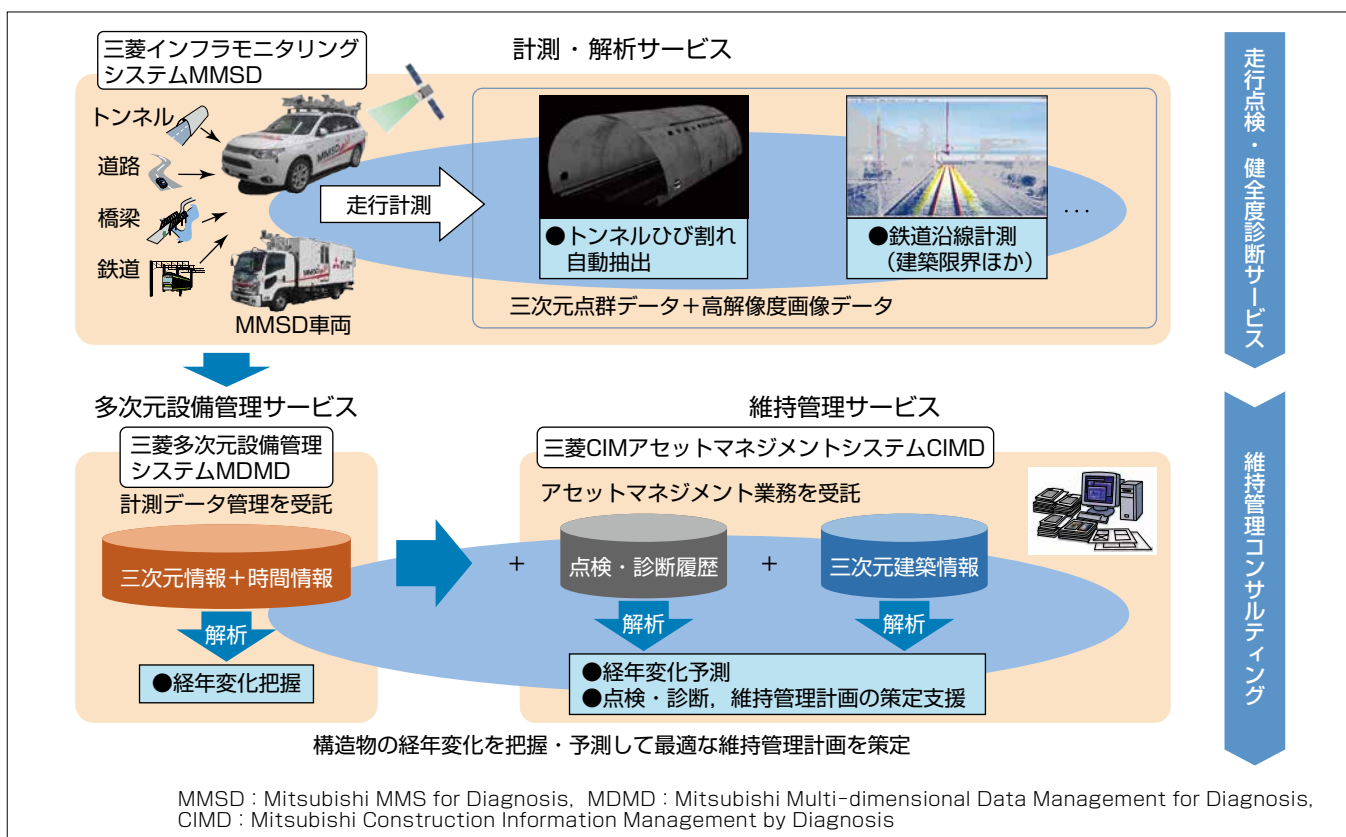
Satoshi Umeyama, Taku Sakushima

要 旨

2012年の管子トンネル天井板崩落事故を受け、2013年の道路法改正によってトンネルや橋などインフラ構造物の点検が義務化され、2014年には道路法施行規則改正によって5年に1回の近接目視点検が義務化された。一方で、少子高齢化などによって建設産業の労働力不足、地方自治体では技術者不足の課題が顕在化してきていることから、国土交通省は、インフラ老朽化に伴う点検作業にインフラ点検ロボット技術の開発・導入を加速する動きを見せており、2019年2月に近接目視を補完・代替・充実する技術の活用を認める形でトンネルや橋梁(きょうりょう)の点検要領を改定した。

三菱電機は、これらの社会背景の中で、インフラ構造物管理事業者が現在実施している近接目視点検と同等以上の

精度実現を目的に2世代の計測車両を開発し、鉄道と道路分野からサービスを開始した。これらの計測車両は、高密度レーザと高解像度カメラを搭載しており、インフラ構造物を交通規制なしに計測可能である。計測データを独自開発したソフトウェアで解析することによって、トンネル変状展開図作成支援サービスを始め、鉄道分野では建築限界計測サービス、道路分野ではトンネル内のボルト取付け状態等の設備の現況を把握する点検支援サービスを提供している。今後は、時間軸で計測データを管理し、インフラ構造物の経年変化を把握するサービスの開発や、リスク判定を含む効率的な維持管理計画を支援するサービスの開発によって社会インフラ全体の維持管理業務の効率化に貢献していく。



当社が考える社会インフラ維持管理サービスのイメージ

三菱インフラモニタリングシステム“MMSD”による計測・解析サービスから三菱多次元設備管理システム“MDMD”による多次元設備管理サービスを活用し、三菱CIMアセットマネジメントシステム“CIMD”による維持管理サービスで全体の維持管理業務支援を目指している。

1. ま え が き

日本では建設後50年を超過した老朽化インフラが急増している。全国の道路構造物に関してトンネルは約1万か所、橋梁(きょうりょう)は約73万か所存在し、これを高速道路会社、国土交通省、都道府県・政令市等、市町村で管理している⁽¹⁾。限られた予算の中で、計画的かつ効率的に社会インフラの老朽化対策と維持更新を実施することが喫緊の課題となっている。2012年の笹子トンネル天井板崩落事故を受けて、道路法が改正され2014年には5年に1回の近接目視点検が義務化され、またそれに伴い点検要領が改定された⁽²⁾。現在、2018年に一巡目の目視点検が完了し、2019年度定期点検は二巡目に入る。国交省は、二巡目を節目として、現場で実証されたインフラ点検ロボット技術を適用するガイドライン及び点検支援技術性能カタログを公開し、点検現場でロボット技術を適用していく意向である。当社は、インフラ点検ロボット技術に当たる三菱インフラモニタリングシステムMMSDを開発して、国土交通省が公募した新技術情報提供システム(New Technology Information System: NETIS)テーマ設定型(技術公募)に参画し、MMSDの性能カタログへの掲載を申請済みである。

本稿では点検業務を支援し、現在実施している目視点検と同等以上の精度を実現するために開発した計測車両と計測・解析サービスについて述べる。さらに今後開発予定である時間軸も含めた三次元データの管理するサービスである多次元設備管理サービスと維持管理業務の効率化を支援する維持管理サービスについても述べる。

2. 計測・解析サービス

2.1 MMSDのI期車両による計測・解析サービス

当社は、1秒間に200回転、100万点を取得できる高密度レーザ及びGPS(Global Positioning System)とIMU(Inertial Measurement Unit)を乗用車に搭載することで、走行しながら対象物の形状を三次元計測するMMSD車両(I期車両)を開発し、2015年10月から三次元データを用いた高精度な計測・解析を可能にしたMMSDによる計測・解析サービスを開始した(図1)。



図1. MMSDのI期車両

走行しながら計測できるため、交通規制が不要となり、短時間で三次元計測が可能になる。高精度な計測によって、構造物や設備の微小な経年変化の把握と、これまで時間を要した鉄道の建築限界(交通の安全を確保するため道路、軌道、鉄道上で障害となる工作物や構造物の設置が許されない空間範囲)への支障状況や地上子(列車の運行を制御するため、線路内に設置された装置)の正確な位置計測が可能になる(図2)。また、GPS衛星電波が受信できないエリアでも三次元計測データを短時間に取得・解析することによって道路軌道、鉄道沿線全体の設備が正確に計測できる。これらによって、これまで目視に頼っていた点検・計測作業の省力化を実現し、作業のばらつきを防止して技術者不足を解決する。

また、高密度レーザを使用することでトンネル内の構造物の変化状況を高精度に識別でき、正確なトンネル覆工面の変状解析、路面の変状解析の作業時間の短縮に貢献する。具体的にはトンネルの形状から外側に変位、内側に変位している箇所をコンター(階調)表示し、トンネル全体の変状状態を把握する(図3)。さらに計測した三次元データから三次元CADデータを生成でき、設計図面としての活用も可能である(図4)。

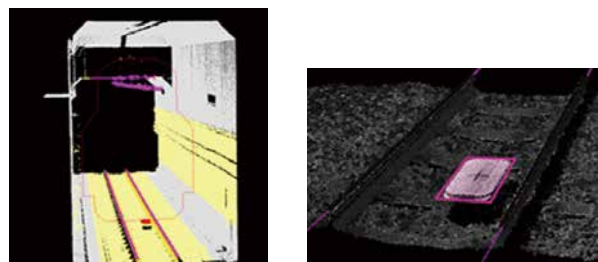


図2. 建築限界解析と地上子の位置計測の一例

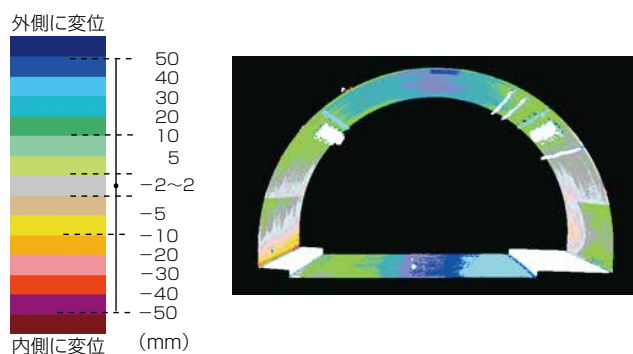


図3. トンネル内コンター図の一例

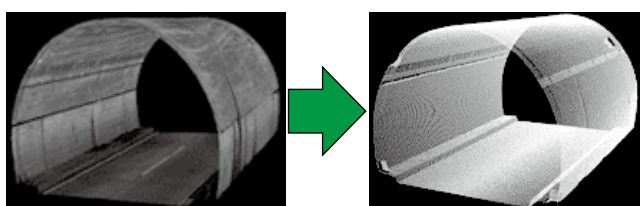


図4. 三次元CAD化イメージ

2.2 MMSD II期車両による計測・解析サービス

I期車両に続き、高密度レーザと高解像度ラインカメラを搭載し、道路・鉄道・トンネルの高精度な計測・解析を可能にした三菱インフラモニタリングシステムII“MMSD II”による計測・解析サービスを2017年11月から開始した。MMSDのII期車両は、I期車両と同じく昼夜を問わず、交通規制を行わずに道路や線路上を走行しながら道路・鉄道・トンネルの計測を行い、社会インフラ点検業務の負荷を軽減する。貨物車を軌陸車に改造し、I期車両と同じ高密度レーザ、GPS、IMUに加えて8K高解像度ラインカメラと鉄道線路の走行装置を備えている(図5)。

II期車両でも高密度レーザを搭載していることから、I期車両と同様の計測・解析サービスが可能である。加えて、II期車両では自動焦点機能を搭載した8K高解像度ラインカメラとレーザ照明によって、走行(時速50km以下)しながらトンネル壁面全周を高解像度に撮影する。撮影したラインカメラ画像に当社の画像貼り合わせ技術を適用し、画像に実トンネルの三次元座標を付与することで、実形状に基づくトンネル内の画像を二次元に展開することが可能である(図6)。また作成したトンネル内画像からボルト取付け状態、漏水状況やひびなどの確認を近接目視と同等の精度



図5. MMSDのII期車両

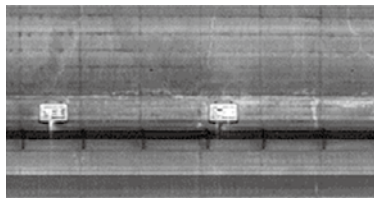


図6. ラインカメラ画像の自動貼り合わせ

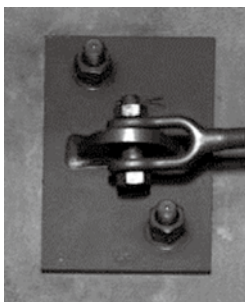


図7. ボルト取付け状態画像

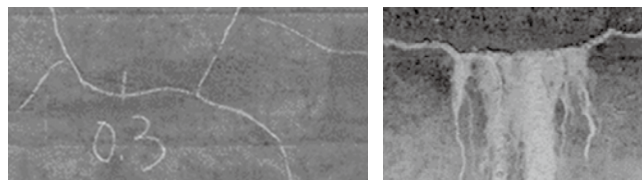
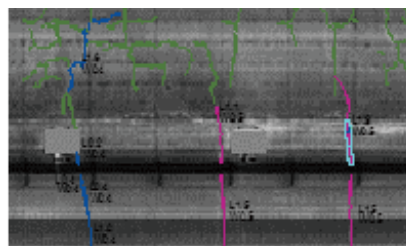


図8. 0.3mmひび画像と遊離石灰・漏水画像

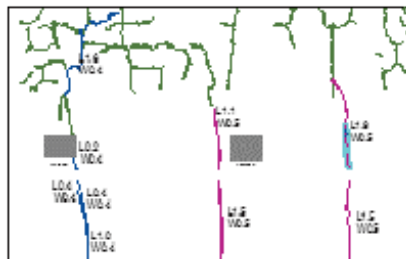
で確認可能である(図7、図8)。

また、解析サービスでは、当社独自の画像解析アルゴリズムによる幅0.3mmのひび検出、高密度レーザを使った三次元データ解析結果とひび解析結果から、ひびに起因するうき・剥離等の変状を検出するソフトウェアの開発を進めている。画像解析アルゴリズムを適用することで検出した結果を変状展開図に反映し、今まで手作業で作成していた点検時用、設計時用などの図面の作成時間を削減する(図9)。

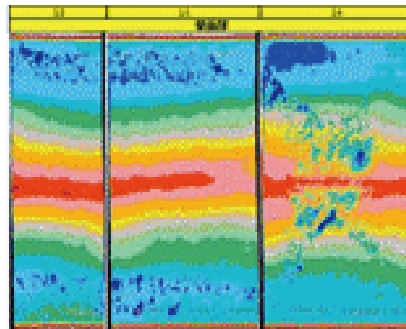
さらに、高密度な三次元点群を取得できる特長を生かして法面(のりめん)の形状解析を行うことも可能である(図10)。



(a) 変状検出例



(b) 変状展開図の自動作成例



(c) トンネル壁面のコンター図の自動作成例

図9. 変状展開図とコンター図の自動作成例

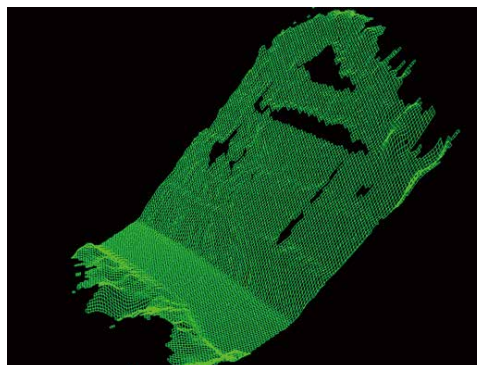


図10. 法面形状解析の例

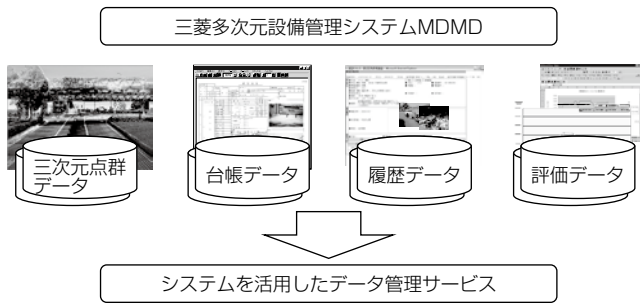


図11. 多次元設備管理サービス



図12. 時系列データ管理機能の画面例

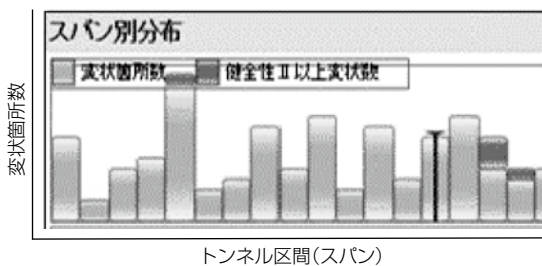


図13. 空間系列データ管理機能の画面例

3. 多次元設備管理サービス

当社が今後提供を予定している三菱多次元設備管理システムMDMDによる多次元設備管理サービスでは、MMSDで計測・解析したデータと他の各種データを体系的に保存・管理するサービスを提供する(図11)。このサービスでは、①MMSDで計測・解析したデータ(三次元点群データ)、②施設・設備の諸元データ(台帳データ)、③施設・設備の故障や点検等の履歴に関するデータ(履歴データ)、④施設・設備の状態を数値化したデータ(評価データ)を管理しており、これらのデータを使って次のような機能を提供する。

(1) 時系列データ管理機能

対象の施設・設備の複数の時系列のデータを比較表示し、経年による変化を可視化・表示する(図12)。

(2) 空間系列データ管理機能

トンネルや橋梁のように規模の大きな構造物や施設は、区間や領域等を所定のサイズで分割して系列管理する。この系列ごとのデータ(例：変状数や健全度)を比較表示し、空間的な傾向を可視化・表示する(図13)。

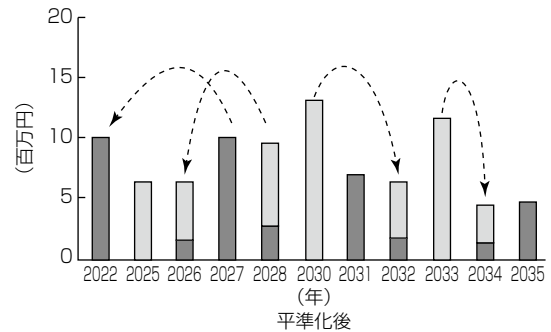
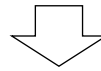
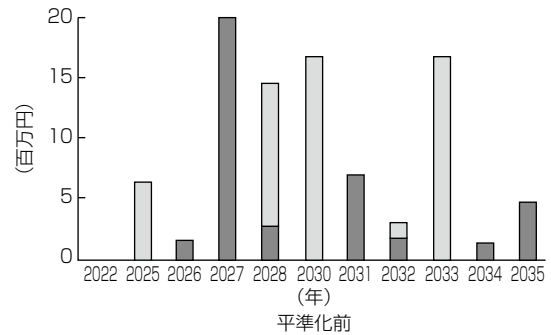


図14. 予算平準化イメージ

4. 維持管理サービス

今後提供を予定しているもう一つのサービスである三菱CIMアセットマネジメントシステムCIMDによる維持管理サービスでは、MDMDで管理するデータを活用して、構造物の劣化状況やリスク判定結果を使った推奨更新時期のレポートを作成・提供する。

各施設・設備の更新に係る費用や年度ごとの維持管理予算に関する情報を組み合わせることで、予算に見合った修繕・更新計画の策定を支援するデータの提供を行う(図14)。

5. むすび

インフラ構造物の点検業務を支援することを目的に、当社が開発した三菱インフラモニタリングシステムによる計測・解析サービスを中心に述べた。今後三菱多次元設備管理システムと三菱CIMアセットマネジメントシステムの開発を進め、計測・解析サービスに加えて多次元設備管理サービスと維持管理サービスの提供を実現し、社会インフラ全体の維持管理業務の効率化に貢献していく。

参考文献

- (1) 国土交通省：道路構造物のメンテナンスの現状
http://www.soumu.go.jp/main_content/000497036.pdf
- (2) 国土交通省：(1)調査検討事項①定期点検の見直しについて
<http://www.mlit.go.jp/common/001265451.pdf>