

鉄道MMS実現に向けた開発

DS 事業部 本間 亮平・池田 辰也
 西日本空間情報部 辻 求
 西日本プロジェクト室 新名 恭仁・近藤 健一

はじめに

MMS (Mobile Mapping System) は、極めて精細で、かつ高精度なデータを取得できるため、道路やその周辺設備の維持管理に利用されています。鉄道設備の検査にMMSによる計測技術を適用することで、机上での計測、建築限界の支障有無の確認、見通し確認などが可能となり、鉄道の運行に関わる安全性向上と設備管理の省力化に寄与できると考えられます。このような「鉄道MMS」

の実現に向けた開発を行うために、まずMMSによって鉄道設備を計測する方法を検討し、計測試験を行いました。さらに、MMSを鉄道に適用するための基礎技術として、レーザ点群から高精度にレール位置を抽出する技術開発を行いました。本取り組みについて、取得したレーザ点群の特徴やレールの抽出結果を含めて紹介します。

計測試験

MMS車両をモーターカーによって線路上で牽引し計測するために、専用の車両搭載枠を作成しました(図1)。データの取得に際しては、道路を走行してMMSユニットの初期化を行った後に、踏切などMMS車両が線路に進入できる位置において、専用の斜路台を使ってMMS車両を鉄道の台車に搭載しました(図2)。

本取り組みで使用したMMSは2台のレーザスキャナ

を搭載しており、1台当たり1秒間に30万発のレーザ点群を取得できます。レーザスキャナの測距精度(1σ)は10mmであり、実効計測距離は約100mになります。取得したレーザ点群の例を図3に示します。レールやまぐらぎの他にも、駅やトンネル、橋梁といった構造物や、信号、標識、架線などの設備が鮮明に取得できることを確認しました。



図1 MMS車両の牽引



図2 MMS車両の搭載方法

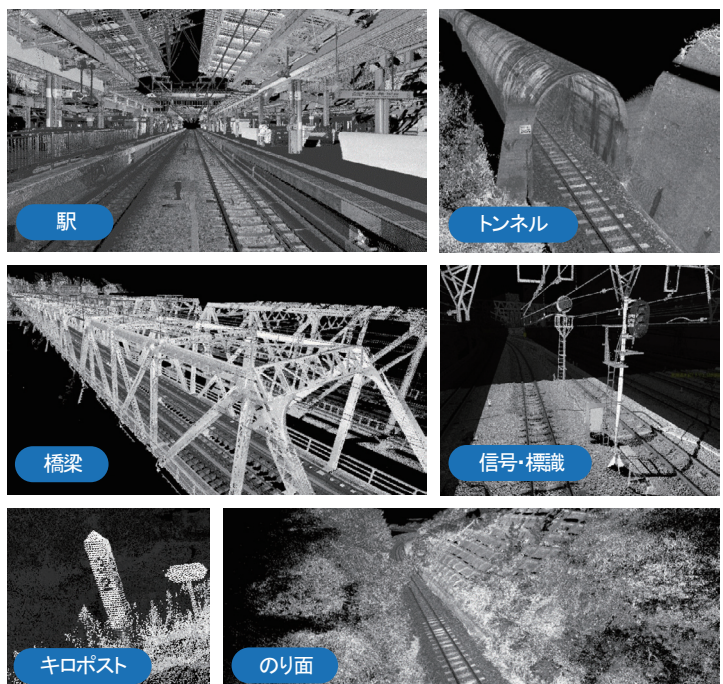


図3 取得した点群データ

レール位置と軌道中心線の抽出

鉄道の建築限界などの設備検査を実現するには、正確な軌道中心線の把握が必要です。そのために、レールのゲージコーナー（GC：レール頭部の内側の位置）を高精度に抽出し、軌道中心線を求める手法を考案しました。

レール周辺部のレーザ点群を1mごとに切り出し、レールに垂直な2次元平面に投影させます。続いて、点群マッチング技術であるICP（Iterative Closest Point）アルゴリズム¹⁾を応用した手法によって、ゲージコーナーの位置を特定します（図4）。

レールの位置とレーザパルスの発射位置の相対距離は常に一定です。また、レールの線形には連続性があり、急激にレールの位置は変わりません。これらの特徴を利用して、抽出時にまずレールの概略位置を推定することで、分岐器部分や踏切部分でも位置を正確に特定できるようにしました。

実際の営業線を計測したレーザ点群に対し考案したアルゴリズムを適用し、レールの抽出状況を確認したところ、直線、曲線といった線路の線形に依存することなく、また踏切や分岐器介在区間、下草の多い箇所などでもうまく抽出できていました。多くの区間において、投影断面のゲージコーナーの抽出誤差は10mm以内に収まっており、今後、鉄道の土工等設備の検査・確認等への適用が期待できる精度が得られたと考えています。

ゲージコーナーの抽出後に、軌道中心位置や水準、平面曲線半径といった線路諸元を算出し、最終的に、抽出したゲージコーナー位置と軌道中心位置を連結してレールおよび軌道中心線を作成しました（図5）。

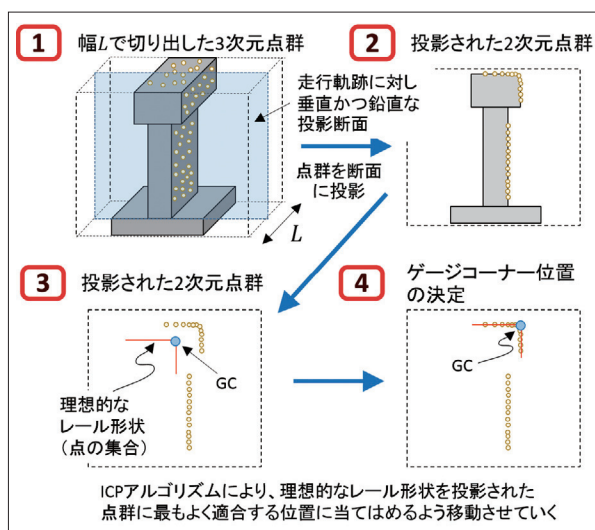


図4 レールの抽出方法

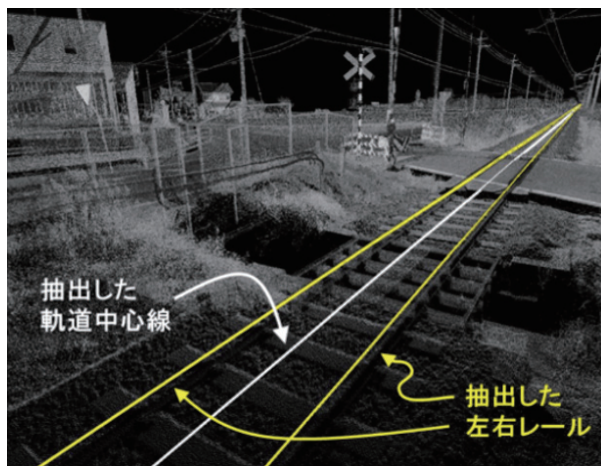


図5 レールと軌道中心線の抽出結果

おわりに

今後は、抽出した軌道中心線等の情報を利用して、建築限界の支障有無の確認やトンネル覆工面の経年変化の抽出など、鉄道設備の検査や調査に有効なシステムの開発を進めていく予定です。本報告は西日本旅客鉄道株式会社との共同技術開発成果であり、軌道中心線の抽出方法は特願 2015-97895「レーザ点群を用いた線路軌跡作成システム及びレーザ点群を用いた線路軌跡作成プログラム」として特許出願中です。

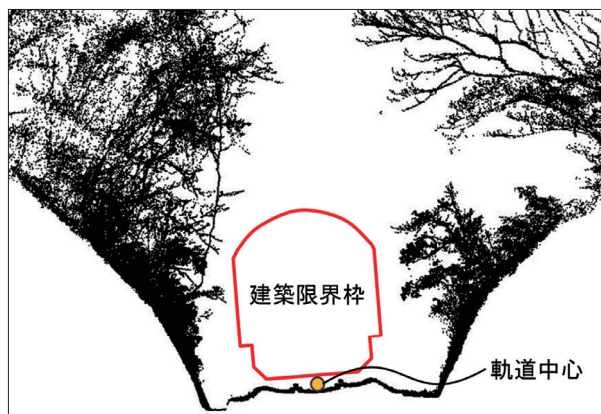


図6 建築限界の自動確認

参考文献

1) Paul J. Besl, Neil D. McKay : A method of registration of 3D shape, IEEE Trans. On PAMI, 14(2), pp.239-256, 1992