

レール形状測定装置の開発

鉄道MMSの精度向上とレール摩耗量測定に向けた取り組み

キーワード レール断面, 摩耗量, MMS

社会システムコンサルタント部 森 貴章
鉄道事業推進部 つじ 求

はじめに

アジア航測は西日本旅客鉄道株式会社と共同で鉄道MMS (Mobile Mapping System : 車載型レーザ計測システム) から得られるデータの解析精度向上を目指した技術開発を継続的に行っています。特に軌道中心や左右レールの位置・高さといった軌道情報は、建築限界の測定をはじめとする鉄道設備管理の基準であり、その解析手法の検討が重要度の高い取り組み項目となっています。

軌道情報はこれまでMMSのレーザスキャナによる三次元点群からレールを抽出することで算出してきましたが、レー

ザが照射されるレール頭頂面の表面状況によっては点群にばらつきや欠測が生じるため正確なレール断面形状を取得できず、軌道情報の精度が不安定となる場合があります。

このような課題を解決する方法として、ライン状のレーザを照射した対象物の画像からその形状を測定する光切断法のセンサでばらつきや欠測のないレール断面形状を取得し、MMSの三次元点群データと連携させる方法を開発し、その結果得られる正確なレール断面形状からレール摩耗量を測定した試みを紹介します。

レール形状測定装置の開発

鉄道MMSの計測では、レール探傷車(レール上に散水しながらレールの傷を超音波で測定する)によりMMS専用台車を牽引する場合や降雨直後など、レール表面が水で濡れている状況下ではレーザスキャナの測定結果である点群データにノイズや欠測が生じることがあります(図1)。このような三次元点群では正確なレール断面形状が得られず、レール位置の抽出精度が落ちるという課題があります。そこで、レーザスキャナに比べて水の影響を受けづらく測定精度も高い光切断方式のプロファイル測定器を使用してレール部を測定し、さらにMMSで取得する三次元点群との連携が可能なレール形状測定装置(図2)を開発しました。

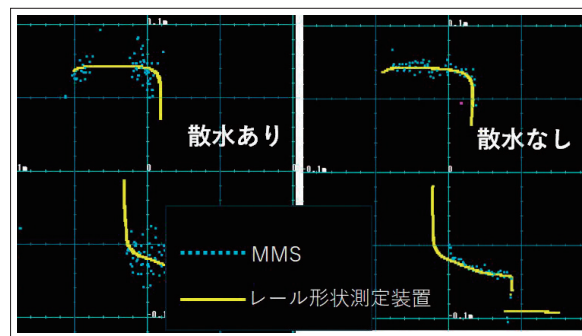


図1 三次元点群への散水の影響



図2 レール形状測定装置 設置状況

レール形状測定装置はプロファイル測定器のほか、MMSデータとの統合を図るためのGNSS時刻同期機能と、レール断面形状を一定距離間隔で測定するための車速計を備えています。プロファイル測定器により得られたレール断面形状は、MMSによる三次元点群と連携できるようにMMSの位置姿勢情報を使って地理空間上の三次元座標に展開します(図3)。

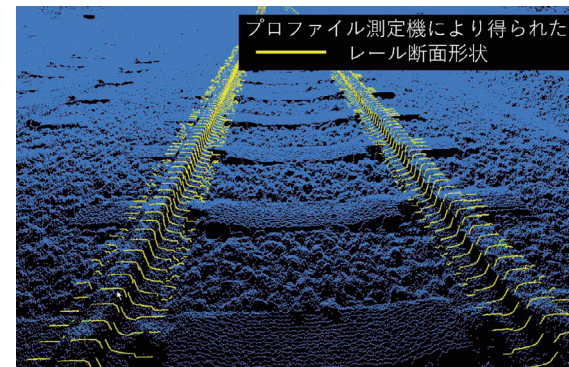


図3 MMS三次元点群上へのレール断面形状展開

レール摩耗計測への適用

図4に示すとおり、MMSの三次元点群ではレール表面に数mmのばらつきがあっても基準断面との形状マッチング処理によりレール位置を抽出できますが、レール摩耗量までは測定できません。一方で、レール形状測定装置によるレール断面はレールの摩耗状況を再現できており、基準断面との差分から摩耗量を測定することが可能です。基準断面との重ね合わせでは、摩耗の影響がないレール頭側部とレール脚部を使ったマッチング処理を行いました(図5)。精度検証はデジタル断面形状測定器により図6に示す8箇所の現地測定結果と比較・評価しました。その結果、いずれの測定位置においても±1mm以内の較差となり(表2)、実運用において適用可能な精度であることを確認しました。

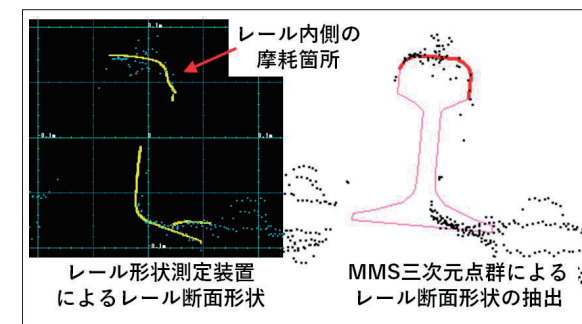


図4 レール摩耗箇所のレール断面形状取得状況

精度評価のため、レール形状測定装置で得られたレール位置とMMSで得られたレール位置を使い、軌道中心から線路近傍設備までの離隔距離(離れ・高さ)を3駅で合計30か所測定し検証した結果を表1に示します。この結果から、レール形状測定装置により計測精度が向上していることを確認しました。

表1 離隔距離測定結果

レール位置抽出方法	MMS		レール形状測定装置	
	離れ	高さ	離れ	高さ
RMS誤差(mm)	6.9	10.7	4.6	5.5

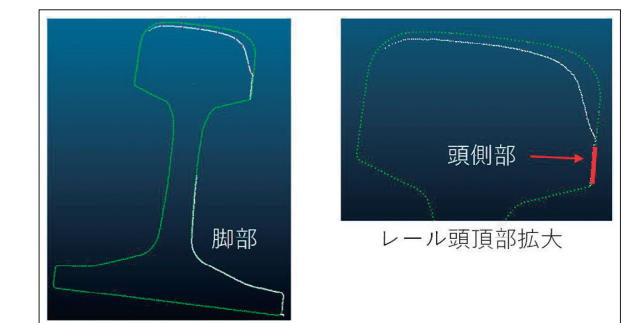


図5 基準断面(緑線)との重ね合わせ

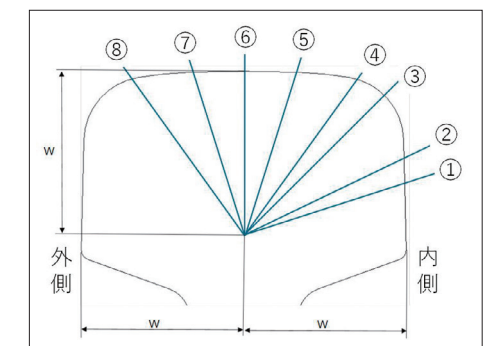


図6 レール摩耗量測定箇所

表2 レール摩耗計測結果

測定箇所	摩耗量 (mm)							
	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧
レール形状測定装置	0.1	0.1	0.0	0.6	0.4	0.3	0.3	0.4
デジタル断面形状測定器	0.0	0.0	0.2	1.1	0.5	0.1	0.0	1.1
差分	0.1	0.1	-0.2	-0.5	-0.1	0.2	0.3	0.4

おわりに

今回の開発により、ばらつきや欠測のないレール断面形状をMMSの三次元点群内に展開することで、レール位置の抽出精度とレール位置を基準とした三次元点群データの計測精度が向上することを確認しました。また、軌道周辺の三次元点群と関連付けたレール摩耗計測が可能となるた

め、レール交換時の現地調査の効率化も期待できるので、今後さらなる活用に向けた検討を進めます。

最後に、本業務の遂行にあたり、西日本旅客鉄道株式会社様には多大なご指導、ご協力を頂きました。ここに記してお礼申し上げます。