

smart 路面点検システムの開発

ニチレキ株式会社 正会員 ○碓 真悠, 那珂 通大

1. はじめに

昨今、舗装の効率的な修繕の実施を目的とする点検は、スマホ・ドラレコ等による簡易で安価な手法への注目が高まる一方、豊富な実績と安定した性能が担保された路面性状測定車（以下、測定車と示す）による点検に期待する声も多い。筆者らは、従来人力作業であったひび割れ解析に AI 画像診断技術を取り入れ、測定車による点検のコスト削減に取り組んできた¹⁾が、解析以外の計測準備及び計測作業にも多くの時間とコストが掛かることが課題として残っていた。計測準備作業には、計測前に調査路線を車両で走行し、路線延長や起終点、橋梁等の構造物の位置を確認する現地踏査とそれらの位置を特定するペイントを路面に施すマーキング作業がある。これらはすべて人力作業であり、必要に応じて交通誘導員を配置して交通規制も行う。測定車による点検は、交通規制が不要であることが利点の一つであるものの、計測以外で交通規制、路上作業が発生し、交通渋滞・事故の危険を伴っていた。

これらの課題を解決すべく、計測準備及び計測作業の生産性向上による更なるコスト削減と路上作業の削減による安全性向上を目指した。そこで取り組んだのが計測システムのスマート化である。このスマート化とは、既存の計測システムに通信技術を加え、インターネット経由で現場と室内間で情報共有することで、各種作業の効率化を目指したものである。本文では、このスマート化への取組みを報告する。

2. 「smart 路面点検システム」の構築

計測システムのスマート化の鍵は、詳細な計測位置情報（座標）の取得・共有である。筆者らは、ICT 施工に導入実績のある、誤差数 cm の測位が可能である“RTK-GNSS”に着目し、測定車への導入を試みた。しかし、前述したように、点検の目的は舗装の効率的な修繕の実施であり、損傷箇所（位置）の把握に加えて修繕費用の算出、つまり損傷箇所の総延長が必要となる。そこで、計測準備及び計測作業は座標で管理しながらも、点検結果として計測位置座標を路線延長（距離標）に紐づける仕組み、「smart 路面点検システム」を考案した。

3. 「smart 路面点検システム」の概要

3-1. 机上精査

計測準備作業は、電子地図により室内で調査路線を確認する“机上精査”に代替える（図-1）。机上精査では、電子地図上に調査車線毎の中心線を設定し、調査路線を登録する。その際、衛星画像等により、調査路線の延長や起終点等の位置及び安全に走行可能か否かを確認する。設定した中心線は、自動的に延長方向 0.5m 毎に座標が記録される。これは、舗装調査・試験法便覧に基づくひび割れ解析の縦横 0.5m のます目を勘案した仕組みである。登録した電子地図は、クラウドサーバ（以下、電子地図サーバと示す）にアップロードし、室内・現場（測定車内）のどこからでもインターネット経由で確認できる。

3-2. ワンマン計測

測定車には、RTK-GNSS 受信機を搭載し、詳細な計測位置情報を取得する。計測位置情報は、電子地図サーバへリアルタイムに送信し、電子地図上に表示させることで、室内からも計測状況が確認できるようにした。これにより、室内からの音声やチャットによる経路等の指示で計測を支援する“ワンマン計測”（図-2）の仕組みを構築した。

キーワード 路面性状調査, 生産性向上, 安全性向上, スマート化, RTK-GNSS

連絡先 〒343-0824 埼玉県越谷市流通団地 3-3-1 ニチレキ株式会社道路エンジニアリング部 TEL:048-961-6321

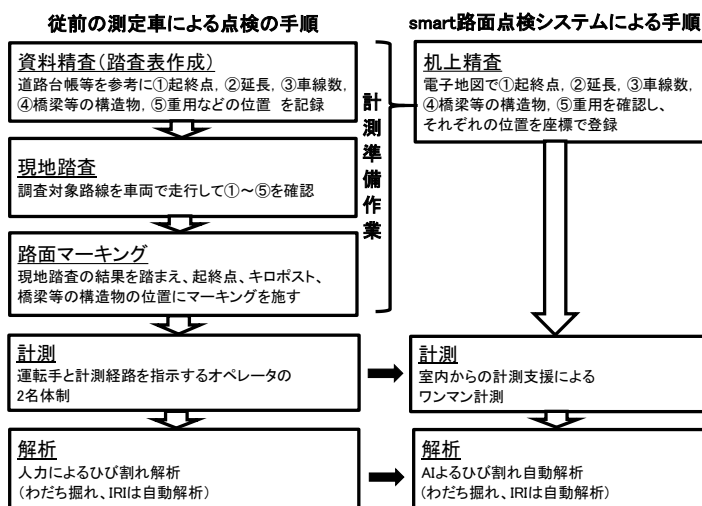


図-1 従前の測定車による点検と smart 路面点検システムの手順

また、測定車が半径 3m 内（一般道車線幅を想定）に登録した調査路線座標を通過すれば、電子地図上では調査済み路線として色分け表示される仕組みも取り入れた。これらにより、ワンマン計測でありながら、運転手は経路等を考える必要がなく、運転に集中できる環境を構築し、さらに計測漏れ、経路ミスのない安全な路面点検を実現する。

4. smart 路面点検システムにおける RTK-GNSS 測位レート

RTK-GNSS は、ICT 施工における建設機械等の中低速移動体に活用されているが、測定車は、一般交通の流れの中で計測するため、一般道では 40km/時程度となる。GNSS 測位レートと測位距離ピッチ（何 m 毎の測位）例を表-1 にまとめた。本システムでは、GNSS 位置補正情報配信サーバや電子地図サーバの負担を考慮し、測位レートを 2Hz とした。なお、電子地図上では、電子地図サーバの処理限界から、約 2 秒（約 20m）毎の表示となる。

5. 測定車の座標と調査路線の路線延長（距離標）との紐づけ

測定車で測位した座標を調査路線の路線延長（距離標）と紐づけるために、電子地図上に設定した 0.5m 毎の座標に対するマップマッチング手法を用いた。図-3 のように、測定車の測位座標 (X,Y) 地点の延長（距離標）は、半径 3m 内にある電子地図上に設定した座標のうち、最も近傍の座標 (Xn,Yn) 地点の延長（距離標）Lm となる。

6. 複数の調査路線が混在している場合の計測路線識別

交差点では、複数の調査路線が密接している場合が多い。図-4 左では、マッチング候補が 3 点（路線）ある。そこで、測定車が計測を進めることで、次のマッチング地点との 2 点から、計測した調査路線及び方向を識別する仕組みとした（図-4 右）。これにより、同一路線内でも上下車線、多車線の計測を識別できる。

7. 構造物や終点等の特定位置の測位

測定車は 2Hz で測位しているため、構造物や終点等の特定位置における測定車の座標は特定できない。そこで、2 点の測位間で測定車が直進することを前提に、図-5 の例のように、測定車が最初に測位した起点座標 (X1,Y1) と次に測位した任意座標 (X2,Y2) の 2 点間距離 Lm から方位角を算出し、この方位角と終点等の特定位置の路線延長（距離標）Nm から測位座標 (Xn,Yn) を逆算する手法を検討した。

8. おわりに

「smart 路面点検システム」により、測定車による点検の生産性及び安全性向上が実現できる（表-2）。現場や走行条件等による位置測位精度の誤差など未だ課題はあるものの、本システムは十分に運用できるものと考ええる。今後ともシステム改良に取り組み、効率的な点検及び修繕の実施、そして舗装の長寿命化に貢献していきたい。

【参考文献など】

- 1) 那珂，中村，原田，宮田，舗装路面ひび割れ解析への画像 AI の適用，第 33 回日本道路会議，令和元年
- 2) 移動体用高精度位置標定システムに関する調査研究報告書：日本自動車研究所，平成 16 年，平成 17 年
- 3) 千葉，佐田，石坂，高速移動体における RTK 測位精度の検証，土木学会第 67 回年次学術講演会，平成 24 年

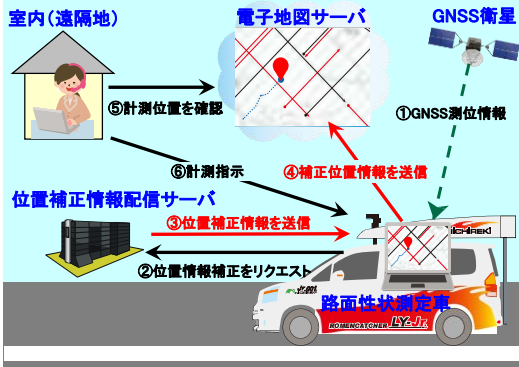


図-2 ワンマン計測の仕組み

表-1 GNSS 測位レート例

	計測ピッチ		
	速度	建設機械 例 3km/時	測定車 例 40km/時
測位レート	1Hz	1秒	0.83 m
	2Hz	0.5秒	0.42 m
	10Hz	0.1秒	0.09 m

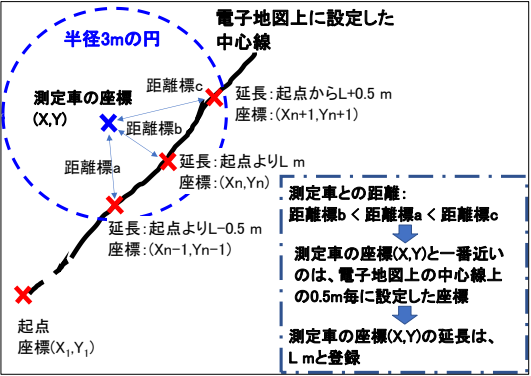


図-3 測定車座標と路線延長（距離標）との紐づけ

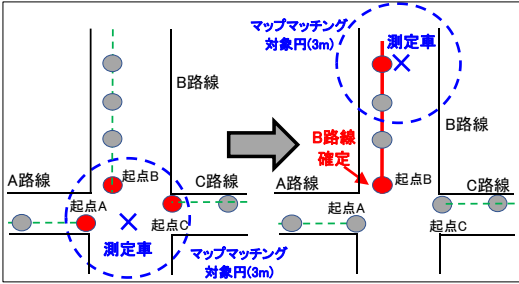


図-4 複数の調査路線が混在する場合の路線識別

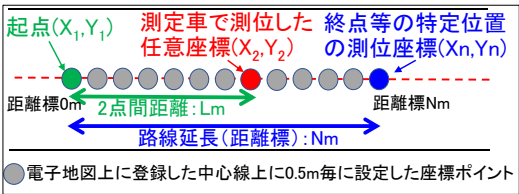


図-5 構造物や終点等の特定の位置測位例

表-2 市町村道 100km 点検の人工比較例

従前の測定車による路面点検		smart路面点検	
項目	人工	項目	人工
資料精査	2.5	机上精査	3.5
現地踏査・マーキング	10.5	計測（ワンマン計測+遠隔計測サポート）	8.0
計測（ドライバ+オペレータ）	8.0	解析（AI）	2.5
解析	18.0	点検記録様式・報告書等作成	2.0
点検記録様式・報告書等作成	2.0	合計	16.0
合計	41.0		