

(34) MPM による冬季路面高頻度モニタリングと道路台帳図面を利用した PSS 地域実装

山田 雄一¹・保田 敬一²・山崎 元也³

¹ 正会員 地崎道路株式会社 北海道支店 (〒060-0063 札幌市中央区南 3 条西 10 丁目 1001 番地 5)

E-mail:yamada0570@chizakiroad.co.jp

² 正会員 (社)国際建設技術協会 道路・交通部 (〒112-0014 東京都文京区関口 1-23-6)

E-mail:3bu06@idi.or.jp

³ 正会員 東京農業大学 地域環境科学部 (〒156-8502 東京都世田谷区桜丘 1-1-1)

E-mail:m3yamasa@nodai.ac.jp

本研究では、道路台帳 CAD/GIS 画面と動画とを連動させた舗装支援システム (PSS : Pavement Supporting System) に加え、加速度計を用いた簡易路面平坦性測定装置であるモバイルプロフィロメータ (MPM : Mobile Profilometer) により取得した IRI を各路線の測点方向の舗装劣化度グラフ等に出力することが可能となった。また、MPM で路面調査を行い、DB に高頻度に IRI データを取込むことにより、特定位置での時系列の路面状況の把握を可能とした。冬季の地方主要都市の主要市道 7 路線にて MPM による高頻度 IRI 計測を行い、冬季においても IRI 計測が可能となることを確認できた。また、冬季の路面状況推移をみると、12 月から 3 月へと経過するのにつれて IRI が高くなっている傾向が確認できた。

Key Words: PSS, MPM, IRI, MCI, road surface condition of winter

1. はじめに

平成 19 年 8 月 29 日に施行された地理空間情報活用推進基本法に従って、工事完成図による道路基盤地図情報の活用が始まっており、道路関係図面の電子化が進められている。よって、道路工事完成図等作成要領¹⁾に準拠して作成・電視納品された工事完成図 (CAD データ) を用いて道路基盤地図情報 (GIS データ) を作成することで道路管理業務における様々なシーンにおける利活用が可能になる。例えば、舗装管理においても、大縮尺の利点を生かし、道路基盤地図情報に舗装の状況を重ね合わせ、年度によって色分け表示したり、補修箇所の優先度分析や補修計画策定のための視覚化など、補修計画を高度化したりすることに利用できる²⁾。このように、補修工事などで使用した工事完成 CAD 図をその都度 GIS に取り込むことで道路基盤地図情報の充実が図られ、更に精度の高い信頼性のある基盤情報となる。

現在、管理機関にて運用されている舗装管理システムは過去の管理機関の運用システムとの継承、点検機器との連動、管理用平面図と属性のマッチング、補修履歴や IRI 等情報とのリンク、動画との連携、予算計画策定サ

ブシステムとの連携、データモデルとの連携、情報の更新方法、データベースシステム自身のアップデートや運用管理の問題、保全計画策定を効率化するための追加サブシステムなど、個別でカスタマイズを必要とするような様々なパターンが存在するため、汎用性の高い管理システムは存在しないといつてよい。

さらに、路面性状調査車による点検はコストが高く、頻繁に実施することは現実的ではない。また、IRI の測定はこれまでレーザーを用いて行われており、湿潤状態や積雪状態での計測は不可能であった。

これまで、西岡らは GIS 利用を前提とした道路維持管理情報を一元管理する道路インフラプラットフォームを構築し、ローコストで事故情報のリアルタイム更新と GIS による可視化を実現したり³⁾、保田らは幾何情報 (CAD 図面, SXF 形式) および属性情報 (SAF ファイル, XML 形式) をデータベースと連携させ、WEB 経由で中間ファイルの交換・連携が可能になる試み⁴⁾が行われている。また、藤田等は加速度計を用いた簡易路面平坦性測定装置である MPM (Mobile Profilometer) を用いて市街地道路における平坦性の効率的なモニタリングを行い、GIS を用いて平坦性の経年変化を把握している⁵⁾。

本研究では、道路基盤地図情報（GIS）の活用の一環として、道路工事完成図等作成要領に準拠して作成された CAD データ（.sf）を元にして、属性情報（SAF ファイル）を付加したデータセットを GIS コンバーターを介して GIS 上に取り込むことを考えた。本研究で適用する MPM は加速度計を用いた IRI 計測であり、路面性状や気象条件に左右されないという特徴をもつ。MPM による計測結果を舗装管理システムと連動させることで定量的かつ継続的なデータを蓄積することができ、舗装管理の生産性向上および効率化、省力化に寄与できると考える。

2. 舗装支援システムの構成

(1) PSS の概要

道路台帳 CAD/GIS 画面と動画とを連動させた PSS に加え、MPM により取得した加速度データと IRI、KP 対応舗装健全度グラフとをリンクさせることでシームレスな路面管理が可能となる。図-1 に PSS の構成を示す。

なお、PSS は図-1 左上に示すように路線名、点検日、市道の起終点及び測点情報を保有し、MCI、IRI 等の点検履歴、舗装種別、閾値以上の損傷の大きい舗装 ID 番号を地図上にも抽出可能である。また、MCI、IRI 等の基準値を変更したときの補修対象箇所を自動で抽出する。補修工法と単価により事業費が計算可能である。各路線の劣化の進行を把握し、舗装修繕 5 年計画等を策定可能であり、限られた予算で適切な事業実行を可能とする。

(2) MPM の概要

MPM は、国際ラフネス指数平坦性（以下 IRI と略す）

を測定する装置であり、測定車両（プリウス）前輪の片側上と下に 2 つの加速度計と GPS アンテナ（GNSS）を設置し、路面変位、時間と速度・距離から IRI を算出する。加速度計と本体は無線で繋がっており、不要な配線がないので設置が容易であるのと、コンパクトであるということから大型車・小型車・軽自動車まで車種の限定無く設置することができる。さらに、本研究では、位置情報の精度を向上させるために車速パルスを用いて累積の距離を算出している。

路面計測をするには、IRI 値・GPS・速度の記録と表示のために MPM 用アプリがインストールされているパソコンが必要になる。IRI データ間隔は 10m 評価と 100m 評価が選択できる。

また、グリップスイッチも付属されており、これを押すことによって GPS 上に記録される。例えばポットホールや交差点等の位置記録として残すことができる。MPM の計測画面を図-2 に示す。

3. MPM による路面計測結果と考察

MPM による路面計測は、千歳市の主要市道 7 路線（図-3 参照）において実施した。日程は 2019 年 11 月 27 日～2020 年 3 月までの期間で 10 日に 1 度の高頻度モニタリングを行った。調査機器は、MPM、マイクロストーン社加速度計、SONY FDR300VIDEO、MPM 用 PC である。

路面調査の高頻度モニタリングは、機材トラブルが一切無く予定通りに行う事ができ、冬季においても計測可能を裏付けることができた。

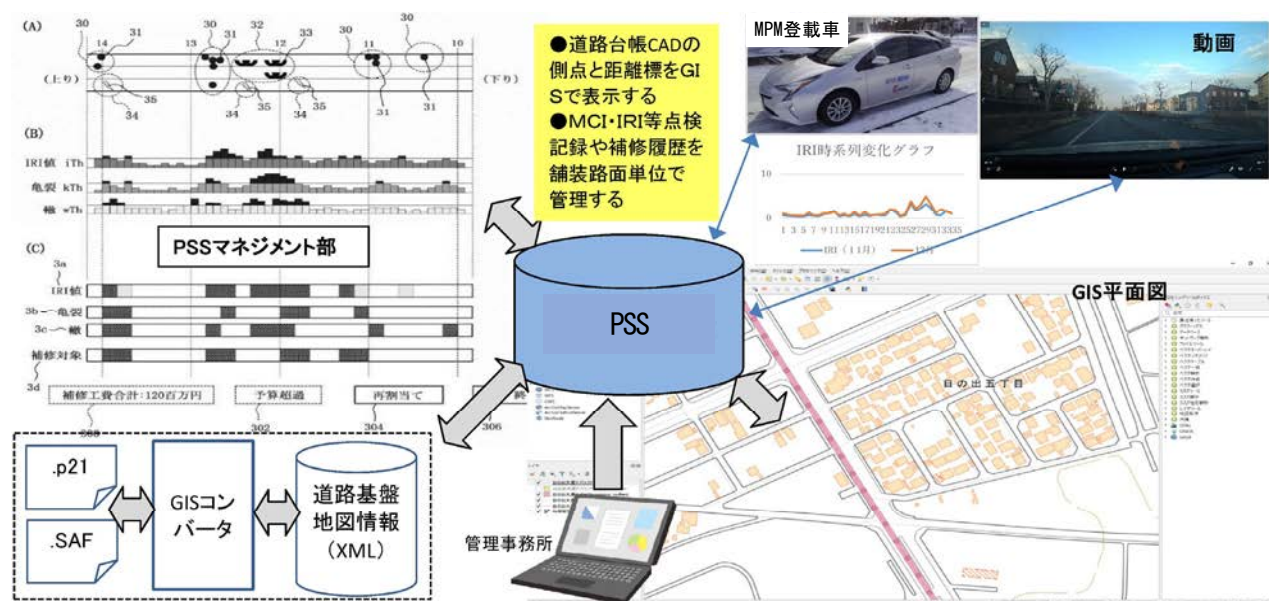


図-1 舗装支援システム（PSS）構成

(1) MCI と MPM による IRI との比較

令和元年度千歳市が調査した MCI と今回調査した MPM との相関関係の確認は、凍結融解の影響が発生していない状況での値を使用しなければならないため、2019 年 11 月 27 日に路面調査により得られた値を使用した。

対象 7 路線での MCI と IRI との相関係数を算定した。MCI 調査時に別途計測した IRI と MCI との相関、ならびに今回の MPM による IRI と MCI との相関関係を表-1 に示す。MPM では⑦を除いて 0.5 以上の相関係数があり、やや相関があるといえる。MPM による IRI と MCI との相関係数の方が値が高くなっている理由として、MPM は 10m IRI をもとにして 100m IRI を算出しているためと考えられる。

このことから、千歳市では 5 年に 1 度の割合で高いコストをかけ MCI の路面調査を行っているが、それに替わ



図-2 MPMによる計測画面



図-3 調査範囲（主要7路線）

表-1 MCI と IRI との相関係数

路線名	MCI調査時のIRI	ACTUSによるIRI
①真町泉沢大通	0.36	0.64
②祝梅第1道路	0.29	0.57
③日の出大通	0.31	0.57
④東大通	0.47	0.61
⑤川南通	0.24	0.50
⑥祝梅大通	0.27	0.52
⑦泉沢中央通	0.00	0.24

る手段として低コストな MPM による路面調査でも問題無いとの理由付けとなることが確認できた。

(2) 冬季の路面状況推移

調査対象 7 路線のうち、市の主要路線の 2019 年 12 月～2020 年 3 月のデータを（図-4 および図-5）に示す。10m 評価での数値であり、時間が経過するに従って IRI が高くなっているのが分かる。

3 月の IRI 値よりも 1 月、2 月の方が悪い箇所もある。舗装の補修で 3 月の数値が良くなったか或いは、走行軌跡から損傷箇所が外れて数値が良くなったと考えられるが、総じて 12 月から 3 月へと経過するのに関連して IRI が高くなっている。特に距離標 1200 付近から 1800 の区間では上昇率が高く何らかの要因があるのは確かである。

路床・路盤の支持力低下にあるのか、若しくは表層種別による影響なのか、表層・基層の劣化なのか、データから様々な状況を予測することができ、今後の舗装修繕計画の区間決定の資料にもなる。

図-4 に示す IRI 値月間個数のグラフを見てみると、IRI 値が 8(mm/m)以上となる箇所が 12 月では 6 箇所に対し、3 月は 110 箇所と 18 倍に増えていることが分かった。

IRI 値が 8(mm/m)以上とは、国土交通省の総点検実施要領（案）【舗装編】より古い舗装で劣化が進行し明確な損傷が部分的に発生している状態で、10m に 1 箇所程度のへこみが存在する路面である。通常走行をしていても強めの揺れを感じる事ができ、早急に舗装補修が必要な箇所となる。

このように、MPM で路面調査を行い、データを DB に取込むことにより短期間で路面状況の把握ができ、利用者からの苦情が来る前に早急な対応を講じることができる。

(3) 考察と今後の展開

MPM の測定機能に関しては、精度・耐久性・凡庸性を考えても、既に完成の域に達していると考えて良い。今後普及してきた時に、不具合報告に対処するだけで十分であると考えられる。

今回、地方自治体の資産である道路台帳 CAD を利用して GIS データベースシステムを開発した。各路線の 100m 毎の距離標、測点情報、100m 毎の舗装ポリゴンの基本情報とすることで、測点方向の劣化情報や特定の劣化箇所毎の時系列変化がグラフで可視化可能である。

また、路線模式図に加え、CAD/GIS システムにより、道路区域線、測点、車線、幅の標記があり、道路管理図面をシステムの基盤図とすることで現地状況把握を動画情報と合わせて確認できることとした。さらに、道路管理図面に MCI や IRI 値が表示されており、各路線の劣化状況も一目で把握可能である。

4. おわりに

今後の課題として、道路の平面図は測地系の座標を使用しているのが多く、GISに標示するには座標を緯度・経度に換算しなければならない。図面ファイル形式においては、道路管理者・地方自治体共に統一された形式ではないので様々なファイルに対応できる必要がある。また、寒冷地での舗装劣化速度の予測や舗装修繕の積算サポート、新しい指標による路面評価の開発も視野に入れていきたいと考えている。

謝辞：本研究による冬季路面の高頻度モニタリングによるMPMによるIRIの時系列比較検証およびMCIを含めたPSSの構築については千歳市の協力を得て実現したものであり、ここに記して謝意を表する。

参考文献

- 1) 国土交通省国土技術政策総合研究所：道路工事完成図等作成要領（第2版），2008.12.
<http://www.nilim.go.jp/lab/bcg/siryoutnn/tnn0493.htm>
- 2) 国土技術政策総合研究所：道路基盤地図情報の取り組み概要，2010.12.
http://www.nilim.go.jp/lab/qbg/pdf/trial/road_gis_summary.pdf
- 3) 藤田 旬，富山和也，Nueraihemaitijang ABLIZ，川村 彰：簡易平坦性測定およびGISに基づく市街地道路の路面モニタリング，土木学会論文集F3（土木情報学），Vol.69，No.2，pp.I_90-I_97，2013.
- 4) 西岡隆暢，有吉亮，佐土原聡：GISを活用した道路維持管理支援システムの開発，地理情報システム学会，第26回地理情報システム学会学術研究発表大会講演論文集，C-3-3，2017.10.
- 5) 保田敬一，山崎元也：舗装保全作業支援のための幾何情報と属性情報のデータベース連携，土木学会論文集F3（土木情報学），Vol.70，No.2，pp.I_95-I_104，2014.

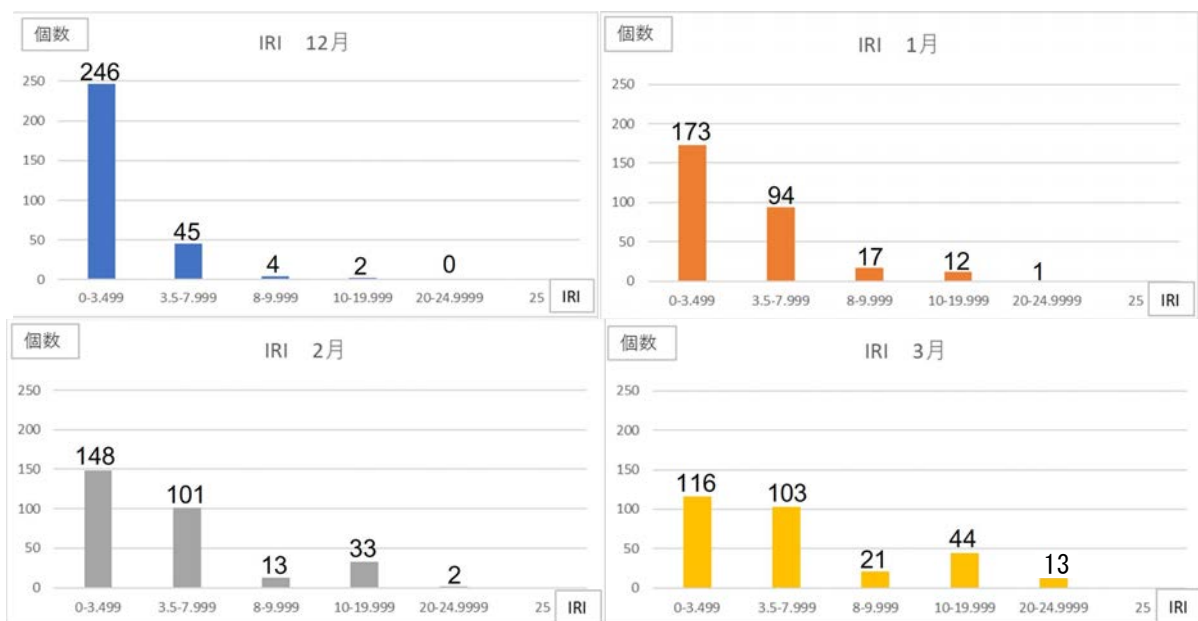


図-4 IRIの月別頻度

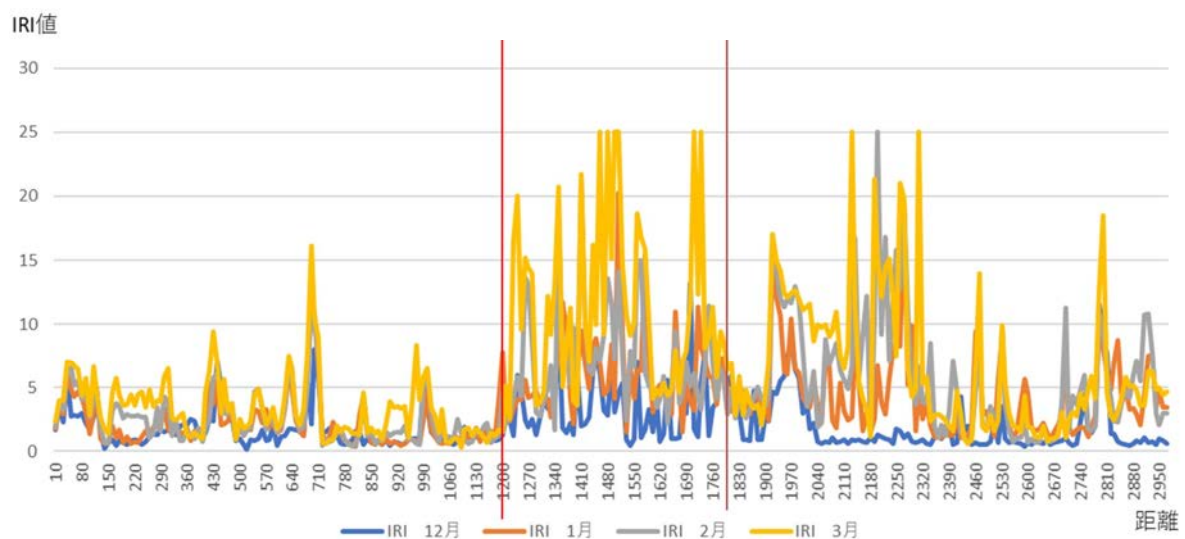


図-5 IRIの経時変化