気象の昼夜間変動と路面凹凸の発生状況に関する基礎的検討

北見工業大学工学部	正会員	○富山和也
北見工業大学工学部	非会員	小林 叶
北見工業大学工学部	学生員	稲木万玲
北見工業大学大学院	学生員	髙橋優太
北見工業大学工学部	正会員	舘山一孝

1. はじめに

積雪寒冷地における舗装は、冬期間の低温による凍上やひび割れ、また融雪期における凍結融解作用やひび割れ から舗装体内部への浸水など過酷な環境に晒される.そのため、舗装の維持修繕に係る道路管理費の増加のみなら ず、道路費用者の走行安全性および快適性の低下や荷傷みなど道路利用者費用の増加が懸念される.特に、既存研 究¹⁾では、融雪期において一日の気温が 0℃をまたいで変化する、いわゆるゼロクロッシングが生じる時にポット ホールの発生リスクが高まり、道路利用者の走行性に直接的かつ即時的に影響を及ぼすとの指摘がなされている. しかし、積雪・寒冷地に特有の路面損傷発生に関する予見は難しく、舗装のライフサイクルにおける気象変化を考 慮した定量的かつ予防保全的な知見は数少ない.そこで、本文では、路面凹凸と路面温度および外気温の昼夜間変 動に関する実道調査をもとに、路面状況と気象の関係性を把握するための基礎的な検討結果について報告する.

2. 実道調査概要

実道調査は、北海道東部において、気温と降雪および融雪状 況を考慮し2021年2月下旬に実施した.なお、既存研究¹⁾にお いて、北海道東部では、2月からポットホールが増え始め、融雪 期にあたる3月から4月にかけて発生量が多いことが報告され ている、以下に調査項目を記す.

(1) MPM による路面凹凸

路面の凹凸状況は、全天候型の路面平坦性計測システムであ る、加速度計を利用したモバイルプロフィロメータ(Mobile Profilometer: MPM)を用い、国際ラフネス指数(International Roughness Index: IRI)を指標として計測を行った. MPMの取 り付け状況を図-1(a)に示す.

(2) 放射温度計による路面温度

路面温度は、連続的かつリアルタイムで計測するため、放射 温度計(HORIBA製IT-480F)を車体背面に取り付け、1秒間隔 で計測を行った.放射温度計の取り付け状況を図-1(b)に示す. なお、放射率は、計測前に接触式の温度計をもとに設定した.

(3) LPWA 式気温センサによる外気温の計測

外気温は, AMeDAS および図-2 に示す LPWA (省電力広域無 線通信技術: Low Power Wide Area) 式気温センサ²⁾を計測対象 地域の鉄塔に取り付け 10 分間隔で取得した. なお, LPWA 式気 温センサは, 気温の鉛直分布を監視するため, 地上からの高さ 7, 28, 42 m に設置されている.



図-1 路面計測装置の概要



図-2 LPWA 式気温センサの外観²⁾

キーワード 路面凹凸, IRI, 路面温度, ゼロクロッシング, 気象, 積雪寒冷地
連絡先 〒090-8507 北海道北見市公園町 165 北見工業大学 工学部 社会環境系 TEL 0157-26-9496

3. 調査結果

本研究では、気象データと路面損傷の関係を把握するため、 IRI と路面温度および外気温の昼夜変動に着目し検討を行った.

(1) 外気温および水平面全天日射量の時間変化

図-3 に、計測日における外気温および水平面全天日射量 (以下,日射量)の時間変化を示す.なお、水平面全天日射 量は、国立研究開発法人新エネルギー産業技術総合開発機構

(NEDO)が公開している年間時別日射量データベース (METPV-11)³⁾より引用した.図-3より調査当日は,最低気 温-15℃以下,最高気温-5℃以上と昼夜間の気温差が20℃以上 となった.また,日射量が高い場合,温度センサの高度によ らず同様の外気温を示すが,日射量の低下に伴い,地上付近 の外気温が大きく低下している.以上より,調査対象路線に おける,昼夜間の外気温および日射量の変化が確認できた.

(2) 路面温度の昼夜間変動と IRI の関係

図-4に昼夜間の路面温度とIRIの計測結果を示す.ここで, IRIは100mの固定区間長で算出し,路面温度は,1秒間隔で 計測したものを距離関数に変換し,100mの移動平均処理を 行った.なお,実際の路面状況として,日向部では,車道の 大部分が乾燥し路肩に融雪水がみられ,日陰部では日中でも 圧雪となっている部分が多く融雪水は確認できなかった.

図-4より,路面温度は、日射の影響でプラスとなっている 箇所も見受けられ、特に距離4000m付近では夜間の温度低下 が著しく、当該箇所においては IRI の値も大きくなっている ことがわかる.図-5に昼夜間の路面温度変化と、固定区間長 10mでのIRIの算出結果を示す.図より、温度変化とIRI は 同様の傾向にあり、特に路面温度のゼロクロッシングが発生 する箇所で、局所的な凹凸が発生していることが確認できる.

以上より,限られた路線および気象条件下での結果ではあ るが,昼夜間の路面温度差が大きく,特にゼロクロッシング が発生することで,IRIの増加につながることが示唆された.



図-3 路面計測装置の概要







図-5 路面の昼夜間温度差と10m区間IRIの関係

4. おわりに

本報告では、気象の昼夜変動と路面凹凸の関係把握のための基礎的な検討を行った.その結果、特定の地域にお ける少数のデータを用いた検討ではあるが、昼夜間の路面温度差が大きく、特にゼロクロッシングが発生すること で、路面凹凸の増加につながることが示唆された.今後、局地的な気象状況と路面性状の関係を明らかにするため、 様々な条件下での計測を行なっていく予定である.

参考文献

- 1) 丸山記美雄,安倍隆二:北海道における舗装損傷の発生に関する調査検討,土木学会第69回年次学術講演会, V-577, 2014.
- 2) 舘山一孝 他: LPWA を利用したオホーツク地域の蜃気楼発生予測・公開システムの開発,北海道の雪氷, No.38, pp.11-14, 2019.
- 3) NEDO:日射に関するデータベース, https://www.nedo.go.jp/library/nissharyou.html, 最終アクセス 2020 年 3 月.