

光ファイバ路面温度分布センサの開発と実用化について

No. 141

国土交通省関東地方整備局関東技術事務所環境技術課長

(前)国土交通省関東地方整備局関東技術事務所環境技術課調査係長

ほりうち しゅんいち
堀内 俊一
いまちょう のぶひろ
今長 信浩

1. はじめに

道路管理者にとって路面の状態を的確に把握し、その情報から適切な路面管理を行うことはきわめて重要な課題といえる。特に、積雪寒冷地においては路面凍結が重大な交通障害や交通事故の原因になる場合もある。このような背景のもと、道路管理者は定期的な道路パトロールの実施や、各種センサの整備により的確な路面状態の把握に努めている。しかし、冬季路面は天候、時間帯、道路構造、周辺環境等のさまざまな要因により多様に変化するため、それらの分布状況のすべてを的確に把握することは困難であった。

一方、大容量高速通信に活用されている光ファイバは、特定の光成分を検出することにより、任意地点の温度を把握することも可能である。この特徴を利用して道路延長方向、任意地点の温度を把握することにより、冬季路面管理を効率化、高度化する目的で開発、整備されたものが光ファイバによる光ファイバ路面温度分布センサ（以下本システム）である。

2. 開発経緯

平成12年度にシステムの基本仕様や温度測定精度の検証を長野県北部の牟礼除雪ステーションを中心とする国道18号の2 km 区間で実施した。

温度を測定する光ファイバは図-1に示すように路面下3 cm の位置に埋設し、その温度から路面温度を推定した。以下に実験結果概要を簡単に示す。

(1) 路面温度測定精度

図-2は任意地点において、本システムにおける路面表面の温度推定値と白金温度計の温度変化を比較したものである。このように、推定値と白金温度計との温度差はほぼ1℃以内に収まってお

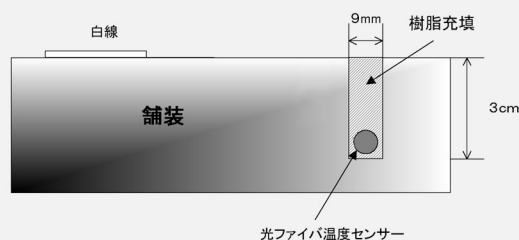
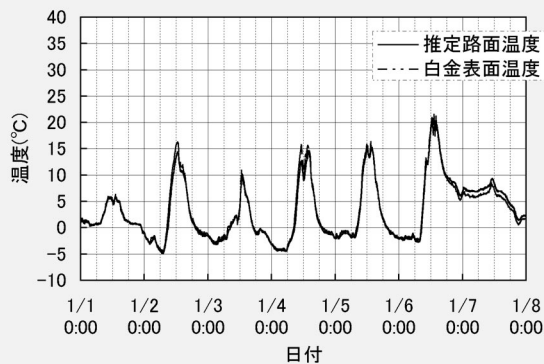


図-1 センサファイバ埋設位置

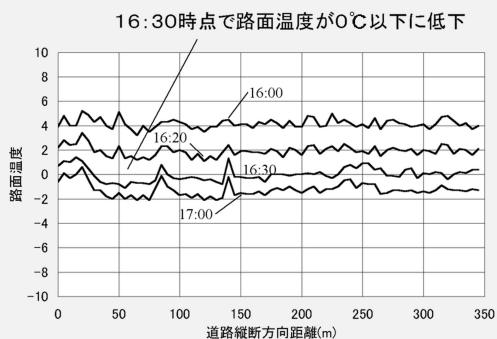


図ー2 路面の温度推定値と白金温度計の比較

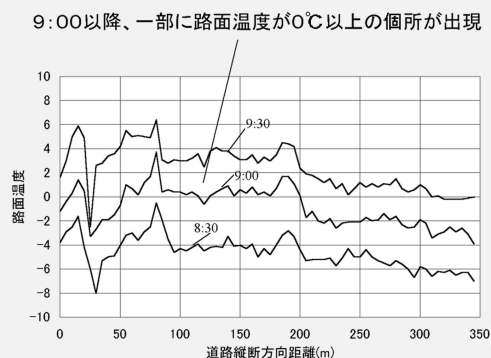
り、路面温度の推計が可能なが確認された。また、交通荷重下においてもセンサとして機能することも確認した。

(2) 温度測定機能

図ー3は平成12年2月14日の16:00~17:00までの温度変化を示した一例である。当日は降雪があり、16:30以降、一部区間の温度が先行して0℃以下に低下することが分かる。この情報から重



図ー3 温度変化 (2/14, 16:00~17:00)

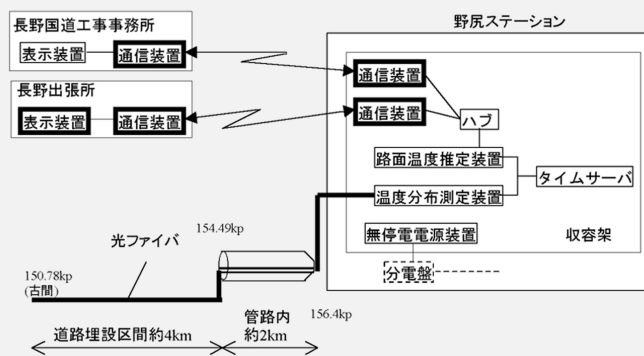


図ー4 温度変化 (2/15, 8:30~9:30)

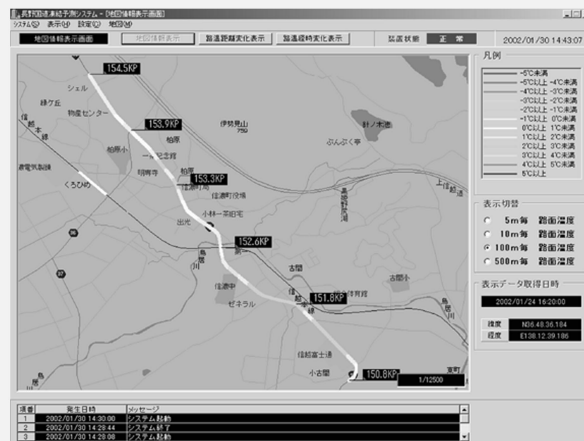
点管理を行う場所が推定可能となる。また、図ー4は翌日の同一区間の8:30~9:30までの温度変化を示したものである。9:00以降、一部区間に0℃以上の個所が出現している。この情報から部分的な凍結区間の残存が推定可能となる。

3. システム整備

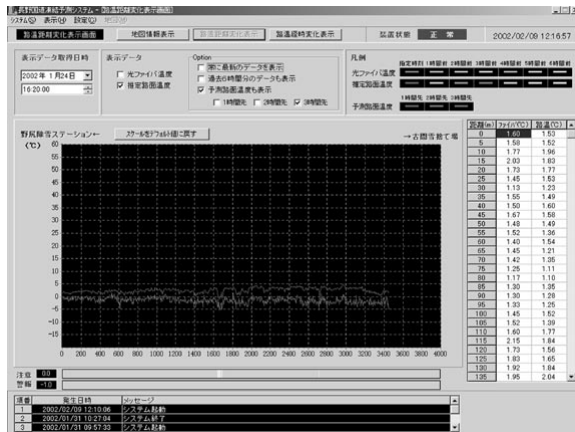
平成12年度までの技術開発を踏まえ、平成13年12月に、国道18号長野県野尻~古間地区約4kmに本システムの整備を行った。システム構成を図ー5に示す。情報の表示機能として区間内の温度分布表示(地図およびグラフ)、特定地点の温度履歴、3時間先までの温度簡易予測機能を持つ。図ー6に地図に温度分布を、図ー7にグラフによる温度分布表示画面例を示す。また、この情報は通信回線を介して長野国道工事事務所、長野出張所にも電送される。



図ー5 システム構成



図ー6 地図による温度分布



図ー7 グラフによる温度分布表示

4. システムの運用による評価

本システムを整備した国道18号野尻～古間区間
は関東地方整備局内でも定常的な積雪地帯である。積雪時を中心として3時間程度の定期的な凍結防止材散布作業が必要とされ、実際の散布作業は当該区間を熟知したオペレータの経験による判断が行われている。

このようなIT技術を活用したシステムが有効なものとして現場業務の効率化に寄与するためには、実際の運用者による評価が必要不可欠となる。

そこで、平成13年12月の試験運用以降、本システムの導入により日々の散布作業にどのように有効活用されているかを中心に把握した。以下にオペレータからのヒアリング結果による本システムの評価結果を示す。基本的には肯定的な意見が多いが、本システムをさらに有効なものとするには他のセンサとの組み合わせによる凍結判断が必要なこと、機器の操作性には改良の余地があることなどが指摘された。

この結果や平成13年度の運用結果を基に、他のセンサや情報との組み合わせによるシステムの改良を適宜行う予定である。

(1) 温度情報の活用

- ① 凍結の監視に必要な0℃付近の温度監視に使用している。現在までの経験とほぼ一致する。
- ② 経験よりも早く温度低下する地点や予想以外

に温度低下する地点の把握が可能となった。

- ③ 過去の温度情報は凍結防止材散布には活用していない。除雪体制の準備のためには予測情報の方がはるかに有効である。

(2) 路面状態の判断等への活用

- ① 温度のみの情報であるため路面状態の判断はできない。あくまでも凍結可能性判断の補助情報として温度情報を活用している。
- ② 温度の時間変化により凍結防止材散布時間の調整には実際に活用している。
- ③ 路面温度が0℃以下になった場合、温度と凍結防止材効果の関係が不明確であるため、本システムのみでは凍結防止材の散布時間や散布量の制御までは活用できない。
- ④ 部分凍結（日陰部分の温度低下箇所等）の把握は従来、道路パトロールによる情報を基に行動したため、把握漏れや時間遅れが発生していた。しかし、本システムを活用すれば、温度低下箇所から部分凍結や残存凍結箇所の推定が瞬時に可能となる。

(3) その他システムに関する意見

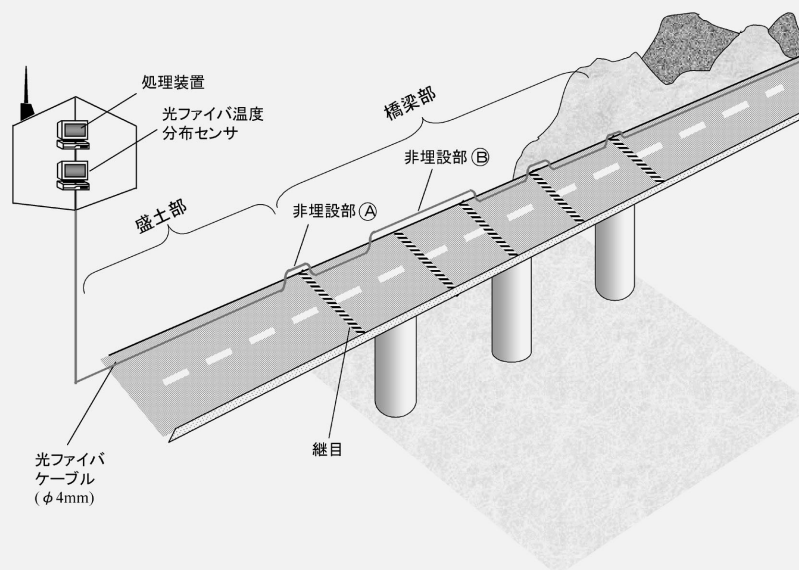
- ① 地図による温度変化は分かりやすくグラフ表示よりも有効である。
- ② 除雪オペレータが頻繁に活用することでシステムへの依存度が高まる。そのため、基本的な操作（温度情報の表示等）は簡単であることが望ましい。

5. 今後のシステム整備

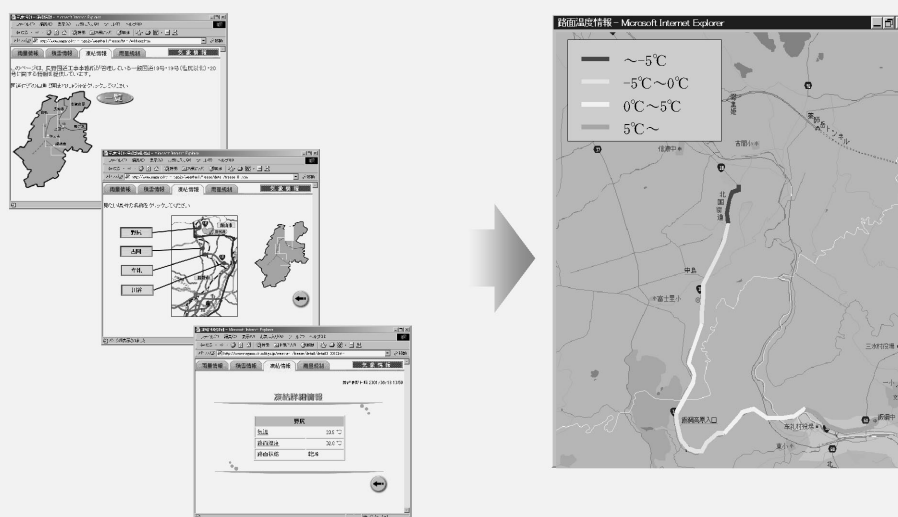
(1) 橋梁上の凍結把握センサとしての活用

関東地方の橋梁や高架橋上部では冬季、しばしばブラックアイスが発生し、それが交通事故等の要因となる可能性もある。本システムはこのような状況にも対応することが可能である。

図ー8に示すように橋梁や高架橋上に本システムを敷設することにより、それらで発生する部分凍結の可能性を把握可能となり、道路管理者は、その情報を基にした凍結防止材の散布等、適切な道路管理行動が可能となる。なお、橋梁の凍結把



図－８ 橋梁における整備例



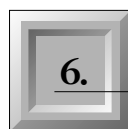
図－９ 道の駅等における情報表示例
(左は現在のスポットによる情報提供)

握システムとして国道18号上田大橋および国道20号日野橋にシステム整備が進められている。

(2) 道路利用者への情報提供によるサービス向上

本システムの情報を道路情報板、道の駅やインターネット等、さまざまな手段を活用して路面温度情報を提供することや(図－9)、将来的にはVICS ビーコンにより走行中の車両に直接情報を提供し、走行支援情報として活用することも考え

られる。



6. おわりに

本システムは光ファイバにより路面の温度を連続して把握するといった従来にはない特徴を持ったセンサである。このセンサの実用化が、より一層の道路管理高度化に寄与することを期待している。