サーマルマッピングによる路面凍結要注意箇所の抽出

○北海道開発土木研究所交通研究室　宮本修司
北海道開発土木研究所交通研究室　浅野基樹

1．まえがき

新規供用箇所の冬期道路管理は、それまでの経験の蓄積がないため路面凍結が発生しやすい箇所などについての知識がない。そこで路面凍結の発生に関して、密接な関係にあると考えられる路面温度を線的に測定し、対象路線における路面凍結危険箇所を調査するサーマルマッピングがヨーロッパなどで行われている。

本文は日高自動車道苫東道路において供用開始前に実施したサーマルマッピングの調査結果と、抽出した路面凍結要注意箇所について報告するものである。

2．調査対象路線

調査は苫小牧市と日高管内浦河町を結ぶ延長約 120km の高規格幹線道路である日高自動車道の中で、通称苫東道路と呼ばれている道央自動車道苫小牧東ＩＣ分岐点から厚真ＩＣまでの延長約 19.7km の区間において供用開始前に実施した。この区間は平成１０年３月に日本道路公団管理区間として苫小牧東ＩＣから沼ノ端西ＩＣまでの約 4.0 ｋｍ、同年７月に北海道開発局管理区間として沼ノ端西ＩＣから厚真 IC までの約 15.7 ｋｍが供用開始となった。

図－１　日高自動車道苫東道路の概要（苫小牧道路事務所のパンフレットより引用）

キーワード：路面凍結対策　サーマルマッピング　放射冷却現象　路面温度
連絡先：北海道札幌市豊平区平岸１条３丁目　Tel(011)841-1738　Fax(011)841-9747

３．サーマル・マッピング

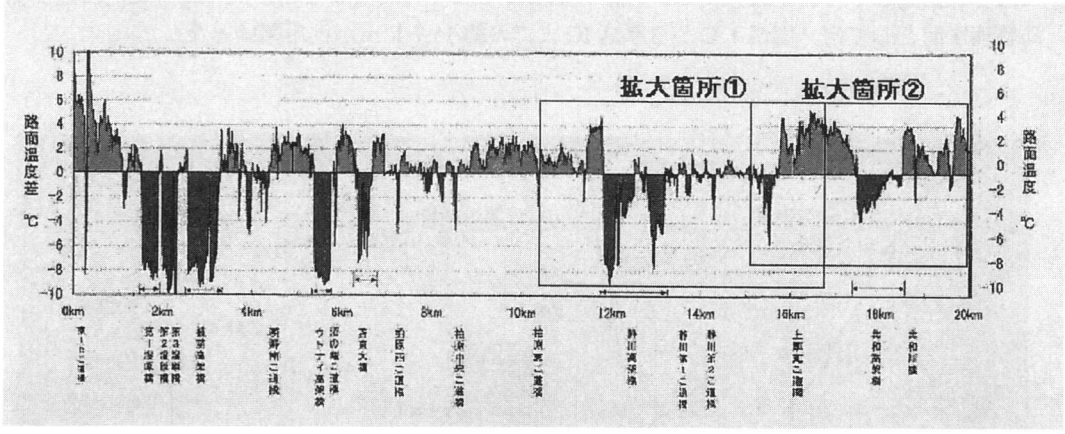
サーマル・マッピングは、路面の温度特性を線的に把握して、センサーの適正配置や潜在的に冷えやすい箇所の把握をするもので、国内においては 1991/1992 の冬期に一般国道 230 号中山峠前後（札幌市川沿～喜茂別町国道 276 号交点）で初めて実施されている[1)]。

調査は放射温度計、気温計、ＧＰＳセンサーなどを搭載した移動気象観測車を用いて連続に路面温度を測定し、路線の相対的な温度分布を求めるものである。

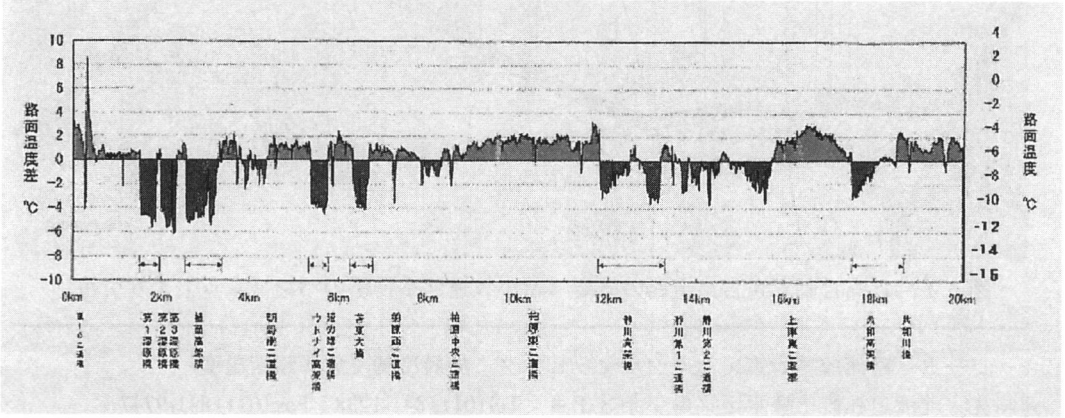
３．１　調査結果

サーマルマッピングの実施に当たっては、放射冷却現象の影響度合いが大きい日と小さい日のそれぞれについて調査することが必要であるが、今回の報告では特に路線の温度特性が顕著に現れた放射冷却現象の顕著な日の様子について報告する。

まず日没直後の調査結果を図－２に示す。このときの平均気温はプラス0.6℃であったが、路面温度の平均値は-1.7℃と気温よりも約２℃低く、橋梁部で最も温度の低い箇所では-11.2℃と気温との温度差は11.8℃と非常に大きい。同様に夜間における調査結果を見ると（図－３）橋梁部と土工部との温度差か日没直後よりも小さく最も温度の低い箇所と気温との温度差は6.7℃まで縮小している。即ち、放射冷却の影響を顕著に受ける橋梁部においては、日没直後に急激に温度が低下し、日没時から深夜にかけての温度の変化は少ないが、土工部などについては夜間に気温の低下と共に路面温度が低下していることが分かる。



図－２　日没直後におけるサーマルマッピングの結果



図－３　夜間におけるサーマルマッピングの結果

３．１．１　路面凍結要注意箇所

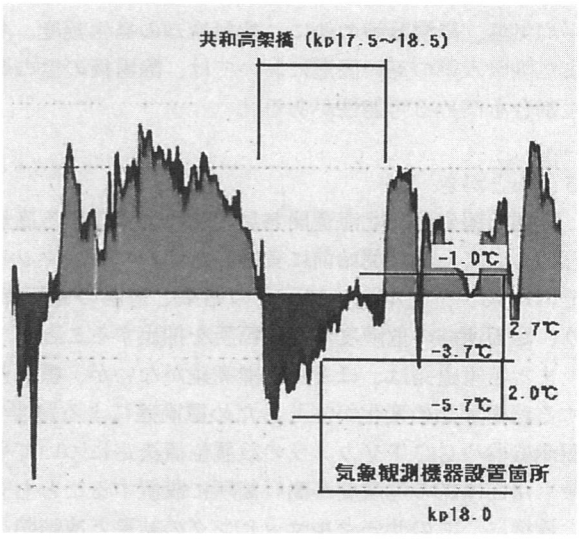
今回の調査結果より、路面凍結に特に注意を要する箇所として、以下の地点を抽出することができた。これらの地点は、特に路面温度が低下しやすい箇所や路面状態の不連続が発生しやすい箇所である。

①近傍の気象観測機器設置箇所よりも温度が低い箇所（例えば：図－４）

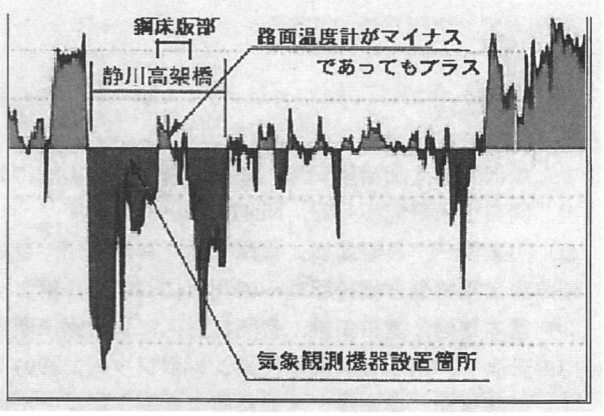
このような箇所については、気象観測機器が示す路面温度よりも実際の路面が低くなっているため、気象観測機器による測定結果がプラスの路面温度を示している場合においても、実際の路面温度はマイナスになっていることが考えられる。そのため路面温度の測定値値より低い路面温度となっていることを念頭に道路管理を行う必要がある。

②気象観測機器設置箇所と温度変化の傾向が異なっている箇所（例えば：図－５や、橋梁と土工部の境界付近）

図－５に示した箇所は連続している橋梁の中で、橋梁形式の違いが路面温度の違いとなって発生している例である。ここで示す静川高架橋は、実際には１０橋の橋梁から成立しておりそれぞれ静川高架橋Ａ橋～静川高架橋Ｊ橋と呼ばれている。その中で今回の調査で路面温度に違いが発生した箇所は、Ｈ橋と呼ばれている部分であり、この箇所は静川高架橋の中では唯一の鋼床版の箇所となっている。他の報告[3)8)]によれば、橋梁の床版構造の違いが冬期間の路面状態の違いの原因となることが報告されている。



図－４　路面凍結要注意箇所（拡大箇所②：近傍の気象観測機器よりも路面温度が低い箇所）



図－５　路面凍結要注意箇所（拡大箇所②：近傍の気象観測機器と路面温度が異なっている箇所）

４．まとめと提案

今回の調査結果より、供用開始前に実施する必要がある冬期の路面凍結対策のための、検討項目を以下に示す。これまで供用開始前の事前調査として実施していることも含め再度提案を行う。

４．１　サーマルマッピングの活用

今回のサーマルマッピング調査によって、苫東道路では橋梁部の路面凍結に特に注意を要することや、その他の潜在的路面凍結危険箇所を抽出することができた。

４．２　既存の気象データの活用

新規供用区間において、既存の気象データを活用することは当然のことであるが、その中で

平均気温、降雪量等の他に、放射冷却の発生頻度、冬期間の日照時間のデータを活用する。また除雪水準の高い国道においては、除雪後の雪の厚さが薄く、日中に融解され路面凍結の発生割合を高める可能性がある[7]。

5．あとがき

今回の報告は、北海道開発局で初めて管理する高規格道路である日高自動車道の冬期路面管理について、供用開始前に実施したサーマル・マッピングの結果と供用後の実状を比較した。その結果サーマルマッピングの結果と道路の箇所毎の構造を組み合わせて検討することにより、路面凍結の危険度が高い箇所を抽出することができると考えられる。

また苫東道路は、ほとんど標高差がないが、標高差が大きい道路では、道路の標高差に起因する路面状態の変化が生じるため標高差による影響も考慮する必要もある[1)6)]。　今後は気象観測機器やＣＣＴＶカメラの設置位置決定についてもサーマルマッピングの結果を参照して、最も路面凍結の危険度が高い箇所に設置することも有用であると考える。

最後に、このサーマルマッピングの結果と凍結防止剤散布回数の集計資料を提供していただいた室蘭開発建設部苫小牧道路事務所、および実際に凍結防止剤散布回数を計測した株式会社小金沢組の関係各位に対し、感謝の意を表する次第である。

参　考　文　献

1）松沢　勝，加治屋安彦，高橋　勝宏，中山峠におけるサーマル・マッピングと冬期路面状況，開発土木研究所月報，No479，1993 年 4 月

2）川上俊一，浅野基樹，宮澤　勉，宮本修司，金田安弘，日高自動車道苫東道路における冬期路温出現特性と維持管理への利用について，第１４回寒地技術シンポジウム，1998 年 12 月

3）宮本重信，室田正雄，蓄熱材封入による鋼床版橋路面の凍結抑制　－閉断面リブ鋼床版橋での計測－，第１３回寒地技術シンポジウム，1997 年 11 月

4）伊藤憲和，森宏樹，冬期路面温度測定結果とその考察，第 24 回日本道路会議，2001 年 10 月

5）宮本修司，大友忠幸，工藤秀一，日高自動車道における路面排水溝切り工の効果，第 16 回寒地技術シンポジウム，2000 年 11 月

6）高橋勝宏，加治屋安彦，松沢勝，同一路面出現率から見た石勝樹海ロードの冬期路面，開発土木研究所月報　No488，1994 年 1 月

7）宮本修司，浅野基樹，仁平陽一郎，地域気象条件を考慮した冬期路面管理についての一考察，第 17 回寒地技術シンポジウム，2001 年 11 月

8）洲崎治平，井上要三，仙黒邦行，飯塚敏樹，矢島篤：橋梁部における路面凍結調査，雪と道路　No.21　1989 年 10 月