遠赤外線の融雪効果

The Thawed Effect of High-Performance Pavement by Far Infrared Pavement

田名瀬　寛　之[*1]・和　泉　　聡[*2]
Hiroyuki Tanase　　Satoshi Izumi
立　川　　弘[*3]
Hiroshi Tachikawa

1．はじめに

日本道路公団（JH）では平成10年から降雨時の走行安全性や騒音低減に有効な高機能舗装（排水性舗装）を全面的に採用している。しかしその一方で，高機能舗装には積雪寒冷地においてロードヒーティング（以下，RH）や散水消雪に対する影響の度合いなど，未解明な問題も残されている。

近年，熱効率を高めるものとして遠赤外線が注目され，暖房や調理器具など身の回りの物に実用化され，製品化されてきている。遠赤外線を発生する物質を舗装に混ぜることでRHによる発熱効果が高まることを期待し，富山地区で各種試験施工を実施した。

本文では，遠赤外線がRHの融雪に及ぼす効果について報告するものである。

2．遠赤外線舗装

2－1　遠赤外線について[1)]

通常目で見える光（可視光線：赤～紫まで7色）より波長の長い電磁波のことを赤外線といい，更に赤外線の中でもより波長の長いものを「遠赤外線」と呼んでいる。遠赤外線は物質の分子運動を活性化し温度を上げる働きがあることが知られており，各種の調理器具によく利用され，「無公害」なものとなっている。

←赤外線→←――――可視光線――――→
（遠赤外線）　赤　橙　黄　緑　青　藍　紫

2－2　遠赤外線が雪を融かす理由

雪は可視光線のような短い波長の電磁波に対しては，極めて高い反射体としての性質を示す。一方，遠赤外線等の長い波長の電磁波に対しては高いエネルギー吸収性を示し，その効果により雪が融けやすくなる。つまり，波長が3～14μmの電磁波は雪や氷の持つ固有の振動数と共振することにより，振動が激しくなる。このため熱が発生し，雪や氷の結合力を分離させることになるのである。ただし，遠赤外線を放射する側の温度が0℃以下では，当然ながら雪を溶かす効果は得られない。今回使用した「遠赤外線輻射素子」（以下，素子）は波長が5～10μmの赤外線を放射することから，雪によく吸収され，かつ熱を発生させる特性を有したものとなっている。

雪←可視光線【可視光線を反射する：融雪効果なし】
雪←遠赤外線【遠赤外線を吸収する：融雪効果あり】

2－3　遠赤外線舗装の配合

以上のことから，この遠赤外線を発生する物質を舗装に混ぜることでRHによる発熱効果が高まることが期待される。今回使用した素子は，電極などに使用された後のカーボンの削りくずを800℃でセラミック状に焼き固めたものである。これをクラッシングすることによって，粒度分布は5，6，7号砕石および砂として調整することが出来る。したがって，この素子を舗装用骨材として使用可能であれば遠赤外線舗装として実用化出来ることになる。

使用量については，素子が多く含まれるほど融雪

＊1　日本道路公団　北陸支社金沢技術事務所　所長
＊2　日本道路公団　北陸支社金沢技術事務所　技術調査課　課長
＊3　㈱クエストエンジニア（日本道路公団　北陸支社金沢技術事務所　技術調査課　技術管理員）

効果が高くなると思われる。高機能舗装の標準的な砂の使用量は体積比で13%前後となるため，今回の試験施工では空隙率17%，素子の使用量を体積比10%（重量比8%）として，配合試験を行っている。配合割合は表－1に示すとおりで，混合物はJHの規定は全て満足しており，遠赤外線舗装が舗装体として問題になることはない。

表－1　配合割合

		高機能舗装	遠赤外線舗装
配合割合	6号	81	81
	粗砂	14	4
	石粉	5	5
	遠赤外線素子	－	10
最適アスファルト(%)		5.4	6.0

3．試験施工の概要

3－1　試験の種類及び舗装構成

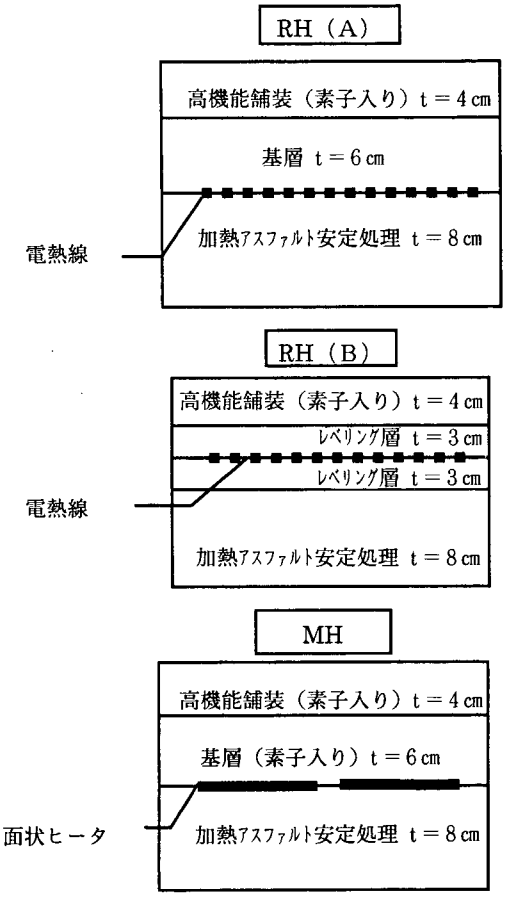
今回試験施工を行ったのは，富山地区でも気象条件の異なる東海北陸自動車道沿線の3箇所である。表－2に場所と試験の種類の組合せを示す。各場所とも，素子の有無を基本に熱源としてRHを用いている。RHは埋設位置によって図－1のように（A）と（B）に分けているが，（A）は土工，（B）は橋梁上を想定したものである。

また，既に製品化されている遠赤外線面状ヒータ（以下，MH）についても比較のために試験を行っている。舗装構成は，表層4cm，基層6cm，アスベース8cmを標準とし，電熱線の位置は舗装表面より10cm深さのRH（A）と7cm深さのRH（B）について行った。また，MHはRH（A）と同様に舗装表面より10cm深さの位置に設置している。

RHは設定温度によって融雪量が当然異なることになる。そこで東海北陸自動車道の融雪設計の標準値となっている外気温－2℃，降雪量2cm/hrの融雪を目標に，RHの設計発熱量を200w/㎡，設定温度を7℃と定めた。今回の試験ヤードではこの設定温度を切り替えることができ，設定温度の違いによる融雪量や運転時間も比較することにしている。表－3にヒーティング別の設計値を示す。

表－2　試験施工の種類

場所	舗装種別	素子	エネルギー源			
			なし	RH(A)	RH(B)	MH
東海北陸道福光ＩＣ駐車場	高機	入	○	○	○	○
		無	○	○	○	○
城端北雪氷Ｕターン路	高機	入	○	○	○	○
		無	○	○	○	○
五箇山ＩＣ駐車場	高機	入	○	○	○	○
		無	○	○	○	○



図－1　舗装構成

表－3　ヒーティングの種類と設計値

ヒーティングの種類	タイプ	発熱量(W/㎡)	設計融雪量(cm/hr)	摘要
RH（A）	電熱線	200	2.0	
RH（B）	電熱線	200	2.0	
MH	面状ヒータ	100	2.4	100W交互運転

3－2　試験ヤードの規模

試験ヤードは各種類とも幅3m，長さ5mの15㎡とし，お互いのヤードが隣接部の熱に緩衝されないようにニュートラルゾーンを設けている。

3－3　調査期間

平成12年1月～平成12年2月末まで調査を行った。

3－4　調査内容

調査内容は以下のとおりである。

① 気象観測（自動観測）
気温，路温，積雪，降雪，風向風速

② 降雪の状況に応じ観測員による融雪状況の目視観測を行った。

4．調査結果

4－1　遠赤外線素子の目視による融雪効果

写真－1，2に降雪時の路面融雪状況を示す。目視による調査では以下の点が明らかになった。

① ヒーティングがない場合は遠赤外線舗装の融雪効果に差が見られなかった。

② RH及びMHにより熱を与えることにより各地区とも素子を入れた遠赤外線舗装の方が入れない通常の高機能舗装よりも融雪の促進効果が認められた。

③ 特に降り始めや融雪時にその差は大きく，設計降雪量を超えるような大雪のときでも遠赤外線舗装の方が長く路面が露出している傾向にある。

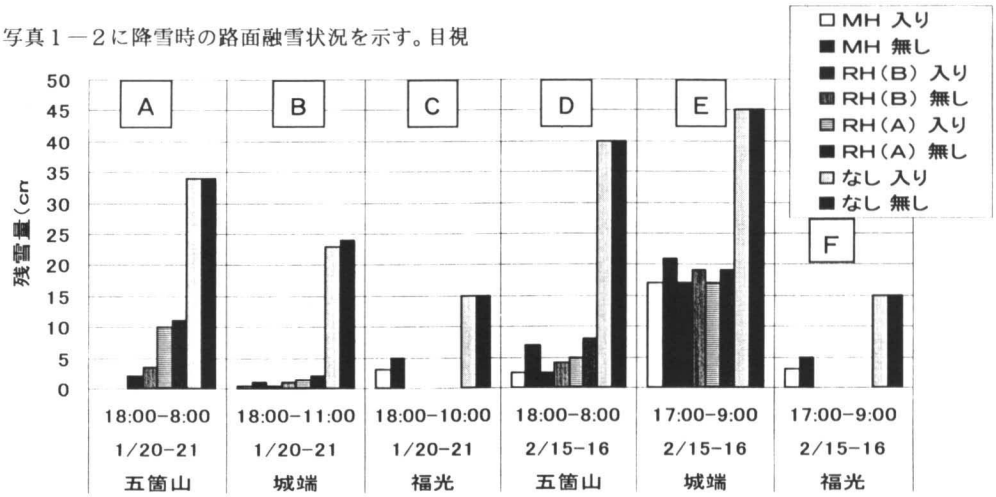
4－2　素子の有無による融雪効果

図－2は，1月20～21日と2月15～16日の一晩における路面の残雪量をグラフに示したものである。凡例中の「入り」「無し」とは素子の有無を示している。「ヒーティングなし」との差が各施設の融雪

写真－1　ロードヒーティング

写真－2　面状ヒータ

写真1－2に降雪時の路面融雪状況を示す。目視



図－2　1月20～21日と2月15～16日の残雪量（融雪状況）

量に相当する。融雪量の差が地区により異なるのは，観測中の降雪状況が異なっているためである。この図から以下の点が考察される。

① 熱源がないと遠赤外線の効果は発揮されない。

② 地区により差があるものの素子入りの融雪量が大きく，遠赤外線の融雪効果が確認される。

③ 降雪が少ないB，C，Fは，素子がなくてもヒーティングの熱量により融雪が進み，ほとんど差がない。遠赤外線の融雪効果が大きく現れたのは，A，D，Eのように降雪量が多く設計融雪能力の限界を超えたときである。

④ 遠赤外線の融雪効果はD：RH(A)の場合，最大3cmの差が出た。

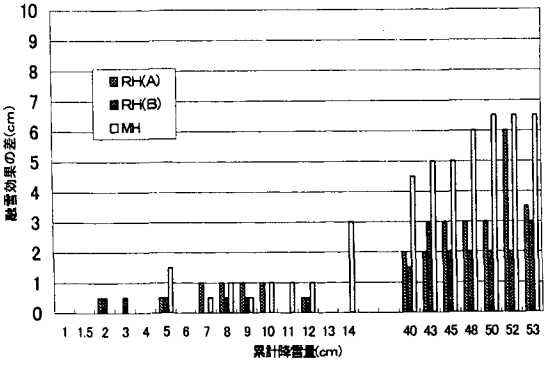
4－3 累計降雪量と遠赤外線効果

図－3はRH(A)，RH(B)，MHにおける素子入りと素子無しとの融雪効果の差を，観測した時間降雪量の累計ごとにまとめたものである。14～40cmのデータが抜けているのは，夜間のため観測データが無いことによる。

この図から次のことが考察される。

① 降雪量が12cm以下と少ない場合，素子の効果による融雪の差は0.5～1cmの増加に止まっている。また，熱源の違いによる差も，あまりみられない。

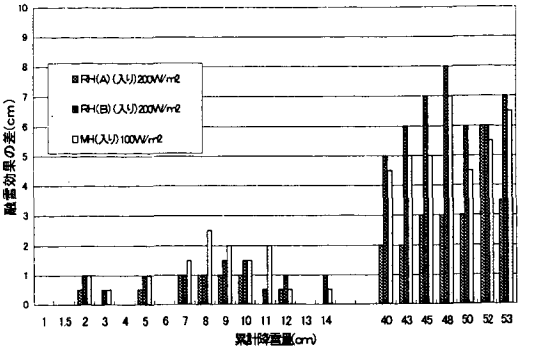
② 一方降雪量が40cm以上になると融雪効果の差はRHで2cm以上，MHで5cm以上増加し，融雪効果が拡大することがわかる。



図－3 累計降雪量毎の素子の入り無しによる融雪効果の差

4－4 熱源の違いによる遠赤外線効果

次に，図－4は熱源の違いによる差をより明確にするため，RH(A)（素子無し）を基本に融雪量の差を，時間降雪量の累計ごとにまとめたものである。RHが発熱量200W/㎡であるのに対し，MHヒータは，RHの半分の100W/㎡である。



図－4 累計降雪量毎の遠赤外線の効果 RH(A)（素子無し）との差

図－4を見てわかるとおり，素子入りのものはどの累計降雪量においても，RH(A)（素子無し）以上の効果を発揮している。

特に発熱量の少ないMHは，降雪量が12cm以下ではRH(B)（素子入り）以上の効果を発揮し，降雪量が40cm以上と多くなるとRH(B)（素子入り）よりは劣るものの，ほぼ同等の機能を発揮している。

このことから遠赤外線舗装で，かつMHを用いるなら，通常の高速道路に用いられているRH(A)（素子無し）に比べ，かなりのランニングコストの節減が期待できる。

5．まとめ

素子を混入した遠赤外線舗装の融雪効果について，次の結果が得られた。

① 熱源のないところでは，どの地点でも素子の融雪効果は，ほとんど確認されなかった。

② 遠赤外線による融雪効果は，RH等の適切な熱量を与えることによって効果が発揮されることが確認された。

以上から，遠赤外線舗装は適切なRH等の融雪

施設と組み合わせることにより，融雪を促進させることが確認できた。

今回の試験結果を踏まえ，実際の供用路面での融雪効果・経済性を検証するために，今秋に開通した北陸道Ⅱ期線（能生IC～越中境PA）の散水融雪区間全面と東海北陸道（福光IC～五箇山IC）融雪区間の一部で遠赤外線舗装の施工を行った。今冬に供用路面での融雪効果の調査を計画している。

参考文献

1）石井：遠赤外線素子を利用した融雪装備の試験施工について（ゆき，No.31（1998.4）㈳雪センター）

問い合わせ先

〒920-0365 金沢市神野町東170
JH北陸支社金沢技術事務所　技術調査課
技術管理員　　立川　弘
TEL　076－249－8868（ダイヤルイン）
FAX　076－249－9152