

V-324

蓄熱剤格納による路面凍結緩和の実験的研究（その1 地盤上）

福井県建設技術センター 正会員 宮本重信

1. はじめに

暖地積雪地福井でも路面凍結が道路管理上の大きな問題になっている。数℃で凝固・融解する蓄熱剤を舗装表面近くに格納し、あわせて舗装の熱伝導を良くすれば、熱容量を大きくでき、凍結が一時的に過ぎない地域では凍結を緩和できると考えた。こうした考えに基づく試験舗装を福井県内の寒冷地勝山市の県道で行い、その凍結緩和の効果を調査したので報告する。

2. 試験の方法

図1は、今回試験した蓄熱剤格納の舗装構造で、蓄熱剤を格納した鋼管（内径41.6mm）を浅くに埋設しても、舗装が破壊しないようにSFRCとした。また、日射の吸収と将来摩耗しても表層を切削し復旧できるようにコンポジット舗装とした。更に、表層とSFRC舗装の粗骨材には、熱伝導率が6.05W/mKと高い珪石（福井県南条郡産）を用いた。なお使用した蓄熱剤は3種類で、表1にその特性を示す。比較のため、ノーマルなアスファルト舗装（表層5cm、基層5cm、上層路盤10cm、下層路盤20cm）と蓄熱剤格納鋼管を埋設しないコンポジット舗装を施工した。現場は冬期概ね積雪10cm以上で除雪し、凍結防止剤は散布しなかった。

3. 実験の結果と考察

1.) 降雪時の状況

図2は、数cmの降雪のあった1994年12月31日深夜から1月1日16時まで、3タイプの舗装について、深さ10m（以下表面という）と蓄熱剤中心位置の79.3mmの深さの舗装（蓄熱剤のあるものでは蓄熱剤格納鋼管の側面、蓄熱剤中心）の温度を示したものである。

31日23時では、パラフィン格納と格納のないコンポジット舗装とで差が見られない。格納のないコンポジット舗装は、ノーマルアスファルトに比べ表面で0.5℃ほど高く、1日7時まで続いている。これは、熱伝導率の高い舗装であるため熱が舗装から表面に流れやすいことによる。31日23時にパラフィン中心が2.9℃になってから凝固し始めたようで、パラフィンは1日11時まで12時間3.3℃～2.9℃を保っている。それに比べ同じ深さの蓄熱剤のない舗装は1日10時30分まで次第に冷え1.3℃に達している。パラフィンの凝固により、その舗装表面温度は蓄熱剤の無いコンポジット舗装に比べ0.5℃ほど高い。

写真は1日9時20分の積雪状態を示すもので、ノーマル舗装で約2cmの積雪があったが、パラフィン格納区

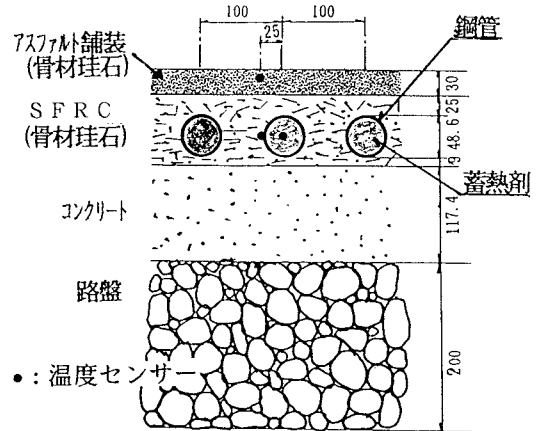


図1 蓄熱剤格納舗装の断面

表1 蓄熱剤の特性

	パラフィン	芒硝系M	芒硝系T
主要材料の化学式	$C_{14}H_{30}$	$Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$	
凝固温度 ℃	3.1	6～7	8～9
融解温度 ℃	3.1	11～12	8～10
熱伝導率 W/mK	0.163	0.99	1.02
顕熱熱容量 J/cm ³ K	1.74	2.98	2.98
凝固熱量 J/cm ³	131	239	138
液体での状態	コンヤク状	ゲル	ゲル
メーカー	三菱化学(株)	三菱化学(株)	TRANSPhase

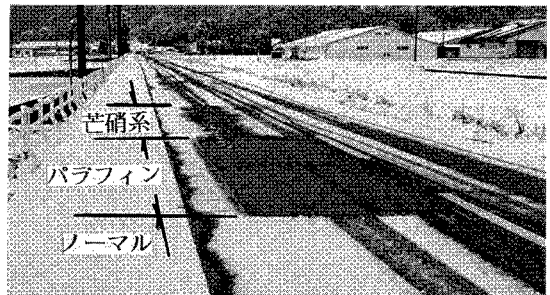


写真 降雪時の積雪状況（1995.1.1 9:20）

間では積雪が見られなかった。

このように数cmの降雪では効果は顕著であったが、一晩で20cmの雪が降った時には積雪の差はほとんど見られなかった。

2). 放射冷却など1シーズン通じての効果

図3は、1シーズン通じてのノーマルアスファルト舗装とパラフィン格納コンポジット舗装の表面温度の変化である。0℃～-0.5℃で安定している時間帯は、路面に雪が積もっている状態である。この積雪時も0.2～0.3℃ほどパラフィン格納舗装温度が高い。

図3で表面温度が瞬間的にマイナス温度になっているのは、ほとんどが放射冷却による。この時はパラフィン格納コンポジット舗装がノーマルアスファルト舗装に比べその時点までの熱的な履歴によって異なるが概ね2℃ほど高い。逆に、日中高温となった時は期間中で約5℃低い。また、蓄熱剤なしコンポジット舗装は、ほぼその中間値となっている。このことから、パラフィンの潜熱と舗装の高熱伝導化が同じ程度寄与して、冷めにくく熱にくい舗装となっていると推測される。

図4は、舗装表面がマイナスとなった際の表面温度とその時間の積を凍結強度として、そのシーズン累計では、ノーマルアスファルト舗装が-647℃・hr、コンポジット舗装蓄熱剤なしが-431℃・hr、芒硝Mで-367℃・hr、芒硝Tで-337℃・hr、パラフィンで-200℃・hrと蓄熱剤や高熱伝導の効果が確認できた。蓄熱剤では、芒硝系は融点を高く設定しすぎて液体に戻らず効果が少なかった。高融点だが潜熱量の大きい芒硝Mでは、温かくなるにつれて効果が大きくなっている。

4. まとめ

3.1℃で凝固・融解するパラフィンを内径41.6mmの鋼管に詰め珪石使用の高熱伝導舗装に100mmピッチで格納した舗装は、福井県の寒冷地勝山市の気象条件で、従来の舗装表面の凍結の度合いを1シーズンで31%(200℃・hr/647℃・hr)にまで削減できることが分った。

文献 宮本重信「凝固潜熱剤利用による路面凍結緩和の実験」第11回日本雪工学大会論文報告集1994

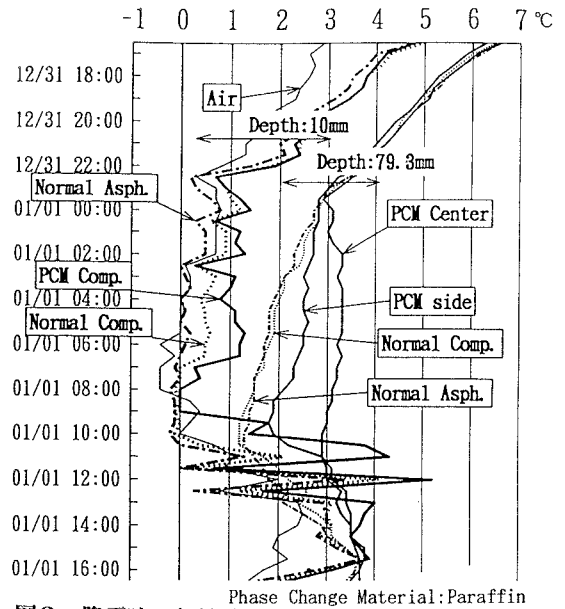


図2 降雪時の各種舗装温度の変化
(深さ10mm, 79.3mmの点)

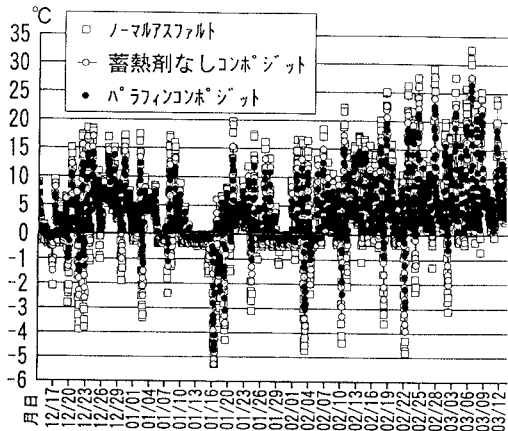


図3 表面温度(1994. 12. 14-1995. 3. 14)

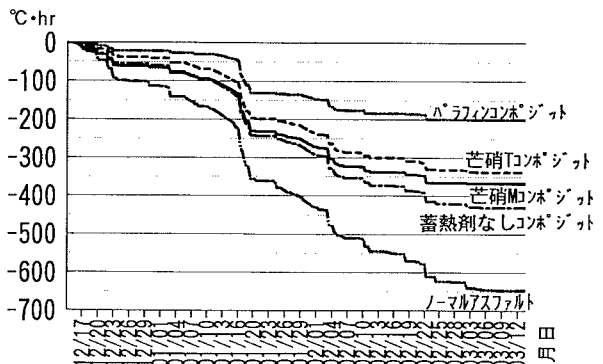


図4 1シーズンの凍結強度累計