

鋼板を利用したロードヒーティングパネルの開発

岡 喜秋, 北口 敏弘, 上出 光志
 旗埜 隆喜*, 坂道 信幸*, 嶺川 敦彦*

Development of Road Heating Panel using Steel Board

Yoshiaki OKA, Toshihiro KITAGUCHI, Mitsushi KAMIDE
 Takayoshi HATANO*, Nobuyuki SAKAMICHI*, Atsuhiko MINEKAWA*

抄 録

ロードヒーティングの熱特性を向上させるために、温水パイプの熱伝導板として鋼板を利用した家庭用ロードヒーティング用パネルをアスファルト路面に配列し、平成8年度の冬季約3カ月間、連続試験を行い温度立ち上がり性能、燃料消費量、融雪能力などを調査した。また、このパネルは、鋼板表面を多孔質樹脂コンクリートで仕上げることにより、排水性と滑り止め性を高めている。この連続試験の結果、パネル表面の温度立ち上がり性能は優れており、融雪能力も優れている。一冬当たりの燃料消費量は灯油 12 ㎖/m² で、一般のアスファルトロードヒーティングに比較し、20%程度の経済性がある。

1. はじめに

積雪寒冷地である北海道では、他府県に比較して冬の雪対策に膨大な費用を投じている。その雪対策としては、主に除雪・排雪であるが、分類すると図-1のとおりとなる。

国道、道道、市道などの公道は、スノードーザ、ロータリー車等による機械除雪が主で、融雪設備、流雪溝による施設除雪の占める数での割合は少ないが、坂道などの危険個所に

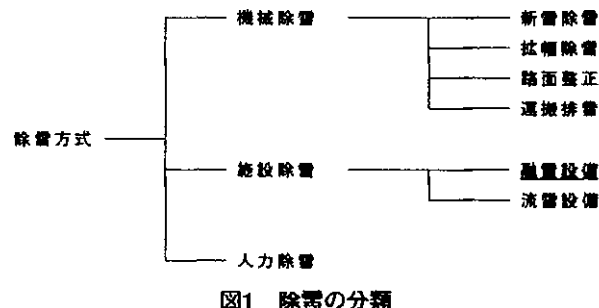


図1 除雪の分類

対する果たす役割は大きい。近年、その数も増大の傾向にある。しかし、施設除雪は一度施設を置くと、その後維持のための経費が必要になる。

例として札幌市の除雪対策の予算はおおよそ年間100億円で、主に運搬排雪費である。また、図-1の施設除雪としてのロードヒーティング施設が近年急増している。特に車粉防止対策としてスパイクタイヤ規制条例の制定にともない、坂道、急カーブの凍結路面对策としてロードヒーティングの要望が市民から高まり、平成7年度までに施工された数は150カ所以上となっている。札幌市道に設置されたロードヒーティングの熱源は電気が最も多く90%以上で、残りが都市ガス

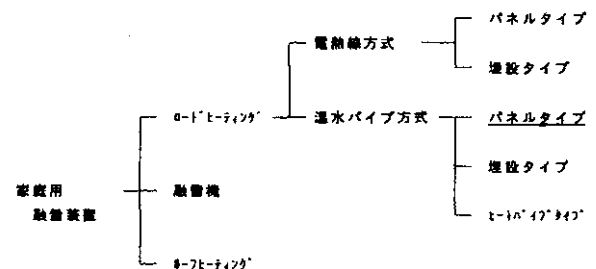


図2 家庭用融雪装置の分類

*株式会社ヤマヒサ

である。そのため、ロードヒーティングの経費は数億円に達する。

このように地方自治体の冬季道路対策として、重要な位置を占めるロードヒーティングであるが、家庭においても玄関、車庫前の雪対策として需要が増大している。家庭用融雪装置について図-2に示す。開発したシステムはパネルタイプに分類される。

積雪寒冷地である北海道は、冬になると除排雪に関するいろいろなトラブルが発生する。特に高齢者の家庭では玄関前の雪が深刻な問題で、近年玄関前にロードヒーティングを施工する家庭が増えてきた。しかし、経費がかかる、雪が融けにくいなどの苦情があり、高性能で経済的なロードヒーティングシステムが求められている。

当場で平成5年度～平成8年度まで実施した地域おこし事業の研究成果を基に、鋼板を利用したロードヒーティング用パネルを開発し、冬季間通年試験を行い、効果の検証を行った。このロードヒーティングシステムは灯油を燃料とし、降雪センサ、外気温度センサなどにより自動制御を行い、雪が降ると暖めた不凍液を循環させて、パネルの上に降った雪を素早く融かすことが可能となる。

2. 試験装置

試験装置として、工業試験場構内に融雪パネル9枚（融雪面積：15m²）を設置した。付属機器として制御装置、融雪ボイラ、測定機器より構成される。詳細については以下に述べる。

2.1 融雪パネル構造

試作したパネルの構造を図-3に示す。この融雪パネルの特徴は温水パイプからの熱を効果的に水平方向に伝えるため、約1mmの鋼板を伝熱板として使用していることである。鋼板の滑り止め対策としては、図に示すように多孔質樹脂コンクリートを鋼板上に約7mm施工した。使用した骨材、樹脂の種類について表-1、2に示す。この多孔質樹脂コンクリートは透水性に優れるため、融雪水がすみやかに融雪パネ

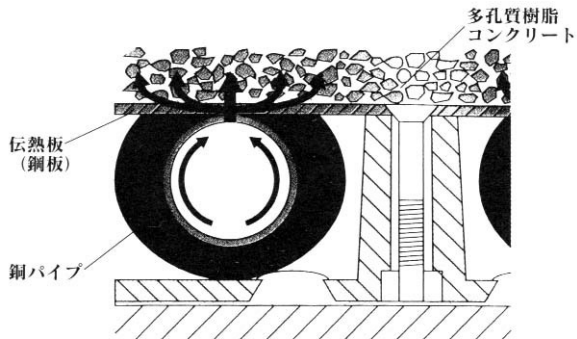


図3 融雪パネル構造

表1 骨材の性状

種類	珪石（徳島鳴門産）
平均粒径	5 mm

表2 樹脂の種類

種類	エポキシ系二液混合樹脂
商品名	エポタイトTA-802 三洋化成(株)

表3 透水性

透水係数	cm/秒	2.09 × 10 ⁻²
透水量	cm ³	533

ルから排除される。このためパネル表面に融雪水が留まらないため、氷結することはなく、また多孔質樹脂コンクリートの摩擦係数も高いため、安全性の高い歩行面となる。樹脂の透水性について表-3に示す。温水パイプは外径8mmの銅管製で、上部のみ熱を伝えるようウレタンで断熱してパネル内に配管した。このパネル内には、上方からの荷重を支えるために3cmの間隔で仕切り板があり、他は空間となっている。

2.2 制御装置

制御装置は降雪センサ、外気温度センサより構成され、屋外に設置した降雪センサの出力により温水ボイラの発停を制御する。制御システム概要を表-4に示す。

表4 制御システム概要

降雪検出方法	温度差検出（降雪強度検出、降雪ちらつき防止）
動作温度範囲	-30～4℃
運転モード	タイマー動作併用自動運転
消費電力	7W
検出部重量	0.7kg
検出部寸法	47×17×58mm

2.3 融雪用熱源システム

融雪用ボイラはサンポット(株)製屋外用ボイラである。このボイラは負荷に応じて、6,000、1,080kcal/hの2段燃焼を行う方式で、油量を制御してポット内で燃焼させる。ボイラ効率は73～85%と比較的高く、騒音レベルも43dBに抑えられている。このボイラで30%濃度の不凍液を暖め、内蔵のポンプにより、融雪パネルに供給する。表-5に融雪用ボイラの仕様を示す。

表5 融雪用ボイラ仕様

燃焼機の種類	屋外用、開放型
燃焼方式	ポット式
加熱能力	6.98kW、1.26kWの2段燃焼
熱効率	73～85%
伝熱面積	0.21m ²
外形寸法	高さ70、幅47、奥行28cm
排気温度	260℃以下
質量	29kg
騒音レベル	43dB
不凍液容量	40ℓ

2.4 測定装置

測定項目としては、油量消費、循環不凍液量、外気温度、融雪パネル表面温度、内部温度、降雪センサ出力である。降雪センサ出力は電圧出力、温度についてはCC熱電対を使用しパソコンにより連続記録を行った。灯油消費量はドリップメータを使用し、循環不凍液量と共にほぼ毎日、一定時間に一回読みとり記録した。使用した測定装置フローを図-4に示す。

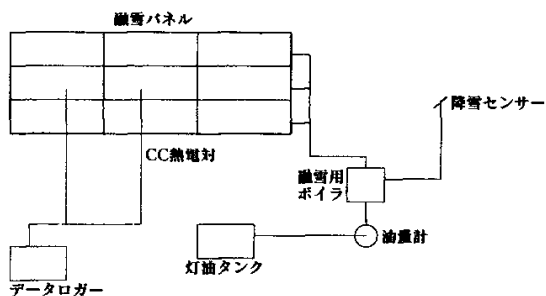


図4 測定装置フロー

3. 試験方法

屋外融雪パネルを含めた試験装置は平成8年度12月に設置し、連続融雪試験は平成9年1月21日より、3月24日まで行った。写真-1に融雪パネルの敷設状況を示す。また、写真-2、3に融雪用ボイラ、降雪センサをそれぞれに示す。ロードヒーティング試験装置は降雪センサ、外気温度センサ

の出力により自動運転される。

写真1
融雪パネル
敷設状況

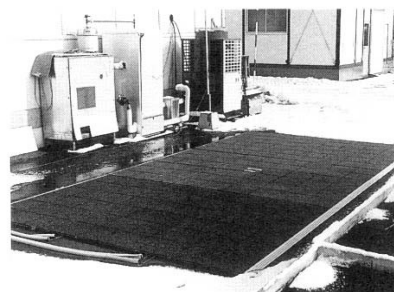


写真2
融雪用ボイラ

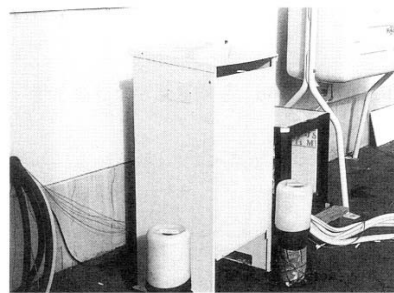
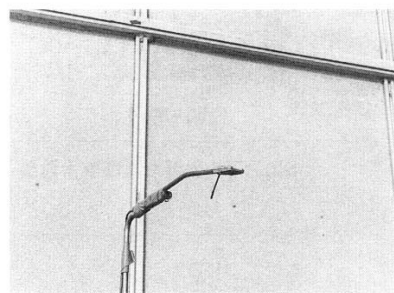


写真3
融雪センサ



4. 試験結果

4.1 気象条件

平成9年1月～3月までの札幌地区の冬の気象は、平年値と比較すると表-6のようになる。

表6 平年値との比較

	平均気温	平年値(気温)	降水量	平年値(降水量)
	℃	℃	mm	mm
1月	-2.5	-4.6	49.5	107.6
2月	-1.8	-4.0	120.0	94.1
3月	0.2	-0.1	59.8	81.8

気温については、1月～3月全般にわたって平年よりおよそ2℃ほど高い。降雪については、降水層で1月は平年値の約1/2ほどで、2月は平年値より25mmほど多いが、3月については22mmほど平年値より少ない。このため、平成9年の冬は平年に比べると2℃ほど暖かく、比較的雪の少

ない気候であった。図-5、6、7に1月から3月までの日平均気温、降水量の変化について示す。これらの図は札幌管区気象台の測定データを参考に作成した。

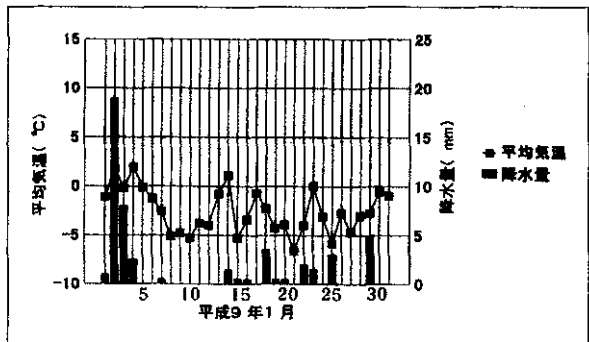


図5 平均気温および降水量 (1月)

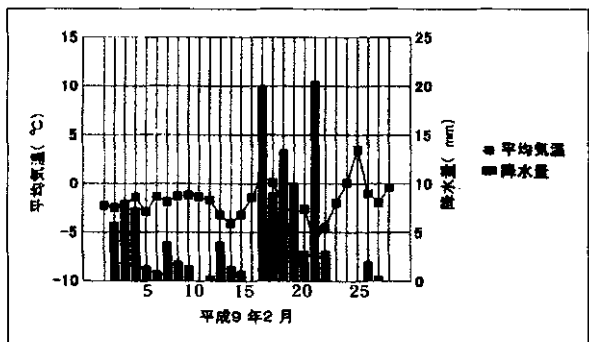


図6 平均気温および降水量 (2月)

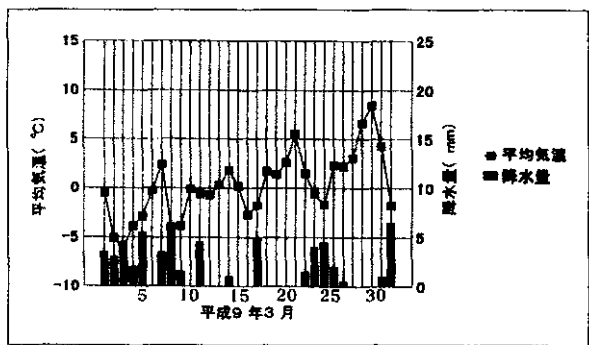


図7 平均気温および降水量 (3月)

4.2 燃料消費量

図-8に平成9年1月21日から3月24日までの一日あたりの灯油消費量の変化について示す。この中で最大の灯油を消費している日は2月21日で、21ℓを消費している。この日は日平均気温も-5.9℃と低く、また降水量も20.5mmと3ヶ月のなかで最大を記録した日である。このように外気温度が低く、降雪の多い日に、ロードヒーティングの負荷も大きくなる。

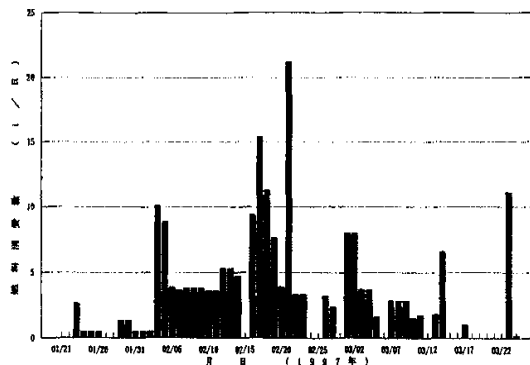


図8 ロードヒーティング燃料消費量

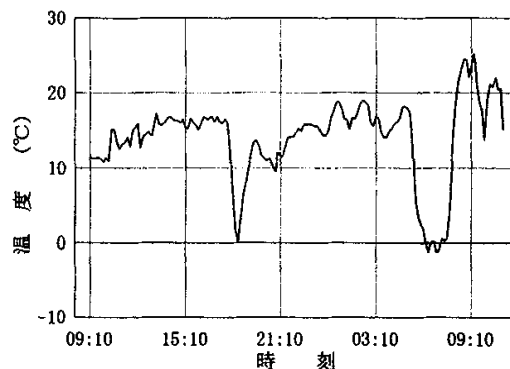


図9 パネル表面温度の変化 (H9.2.21)

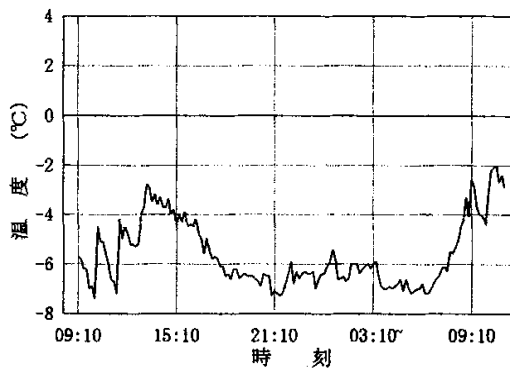


図10 外気温度の変化 (H9.2.21)

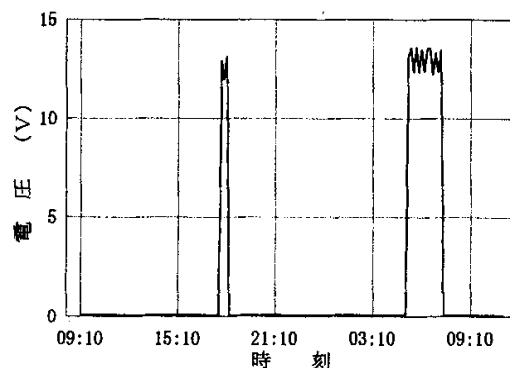


図11 ボイラーの発停信号 (H9.2.21)

4.3 パネル表面温度

図-9に最大の降雪を記録した平成9年2月21日の午前9時からの融雪パネル表面温度の変化を示す。図-10、図-11にその日の外気温度の変化とボイラの稼働状況を示す。図-11はボイラ制御装置からの電圧出力で0Vがボイラが稼働している状態で、12Vがボイラ停止の状態である。2月21日は、ほとんど一日中降雪があり、18時頃に1時間ほどボイラが停止している。また、外気温度も日中-3℃ほどまで上昇したが、その後低下し、-7℃を21時頃に記録している。融雪パネル表面温度はボイラが稼働し、加熱された

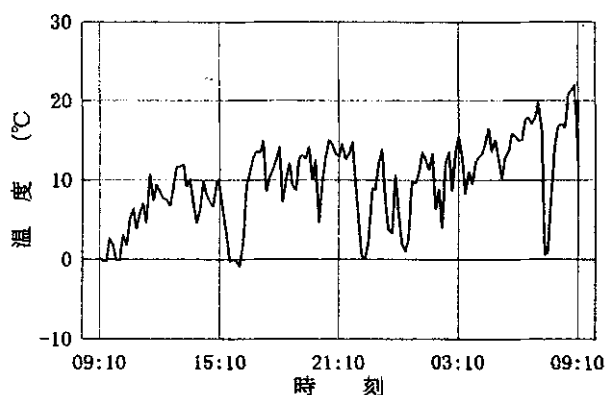


図12 パネル表面温度の変化 (H9.2.17)

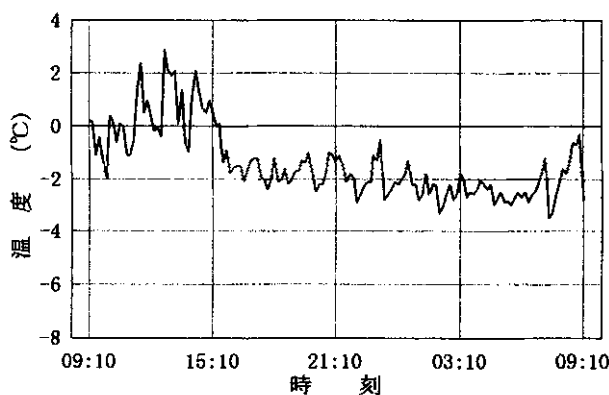


図13 外気温度の変化 (H9.2.17)

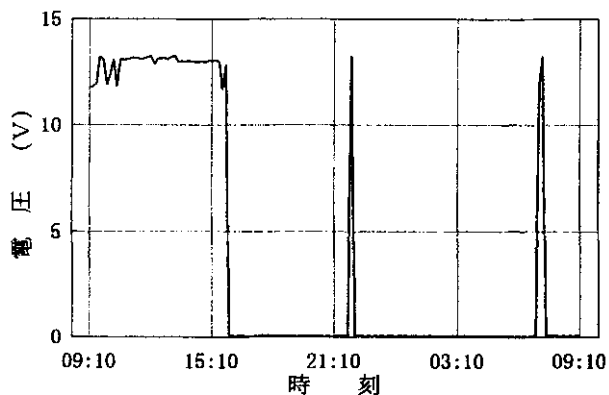


図14 ボイラーの発停信号 (H9.2.17)

不凍液を供給しているため、図-9に示すように15℃付近を推移している。

この温度条件ではパネル表面に降った雪は堆積することなく融雪される。図-12から図-14は平成9年2月17日の試験結果で、降雪量が多いが気温が比較的高いときのパネル表面温度の時間変化である。気温は日中2度まで上がるが、夜間も比較的高く-3℃程度しか下がらない。16時以前は降雪が無いため、パネル表面温度は気温が高いため10℃程度であるが、ボイラが稼働すると15~20℃まで上昇する。降雪の無い日として平成9年2月14日の試験結果を図-15から図-17に示す。この日の午前10時くらいから2時間程度ボイラは稼働するがその後完全に停止する。外気温度は-3℃であるが、翌日の4時から-7℃まで下がるが6時ころから-2℃まで上がる。その時のパネル表面温度は加熱された不凍液が供給されないため、温度は-6℃まで下がる。しかし外気温度の上昇と共に5℃まで上昇する。

4.4 融雪状況

2月21日の融雪状況の写真を写真-4から写真-7に示す。この日は朝から雪が降り続き、18時ころに一時止むが、その後も降雪が継続する気象状況であった。写真-4、5は、10時と13時の融雪状況を示すもので、融雪パネルに降雪が堆積することなく順調に融雪されている。15時の写真は、

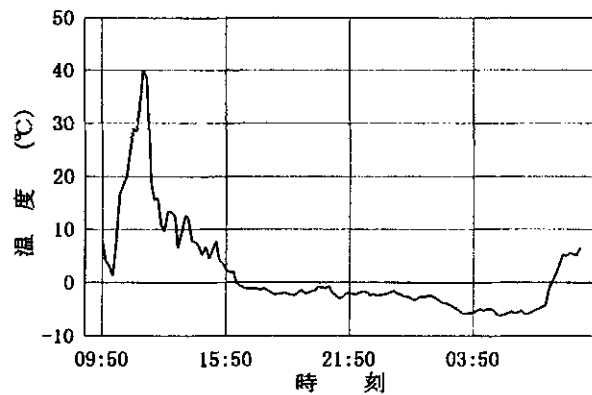


図15 パネル表面温度の変化 (H9.2.14)

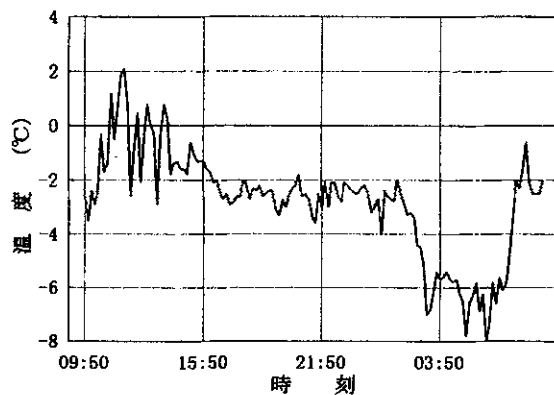


図16 外気温度の変化 (H9.2.14)

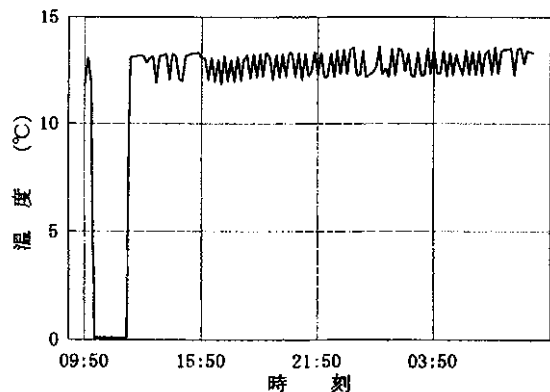


図17 ボイラーの発停信号 (H9.2.14)

外気が低温度のため蒸気が発生している。写真－6、7は18時と22時の融雪状況の写真で、パネル間の目地部は熱の伝導が悪いため、一部融け残るが、時間の経過と共に消滅する。融雪パネル周囲はロードヒーティングが無いため、降雪はそのまま堆積しており、約70cmの積雪がある。この部分と比較することにより、ロードヒーティングの融雪効果を検証することができた。

5.まとめ

供試融雪パネルの冬季間屋外連続試験の結果、以下のことが判明した。

- 供試融雪パネルは鋼板を伝熱板として、温水パイプの上面に使用しているため熱の伝わりが良く、目地部に一時的に融け残りはあるが、効果的に融雪が可能であった。
- パネル表面に滑り止めをかねて、多孔質樹脂コンクリートを塗布しているため、融雪水の排水が速く、ポンプ停止後の凍結は無かった。
- パネルの多孔質樹脂コンクリートの骨材に2種類の特殊骨材を使用しているため、アスファルトに比較すると色彩が豊かである。
- 一冬当たりの燃料消費量は灯油 12 ㎏ / m² で、一般のアスファルトロードヒーティングに比較し、20%程度の経済性があると考えられる。

参考文献

- 1)北海道：平成6年度
北海道地域技術おこし事業報告
- 2)北海道：平成7年度
北海道地域技術おこし事業報告
- 3)北海道：平成8年度
北海道地域技術おこし事業報告
- 4)北海道融雪工業会：
融雪技術ガイドライン

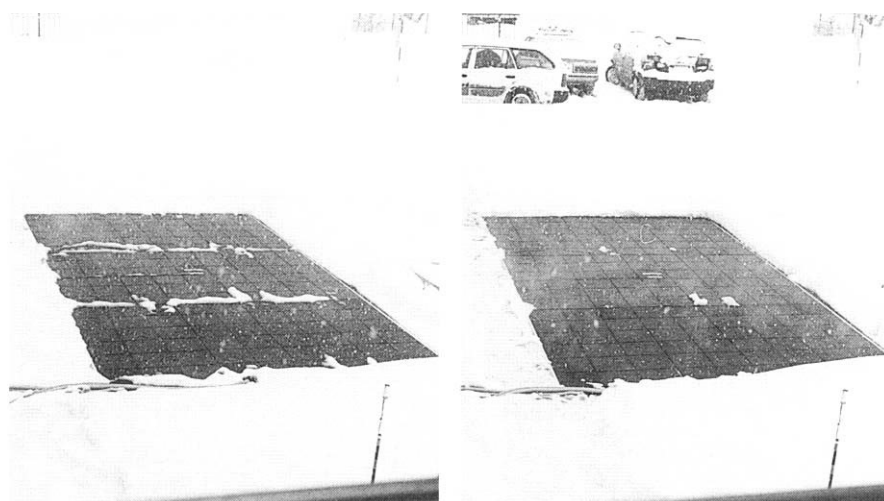


写真4 融雪状況 (21日10時)

写真5 融雪状況 (21日15時)

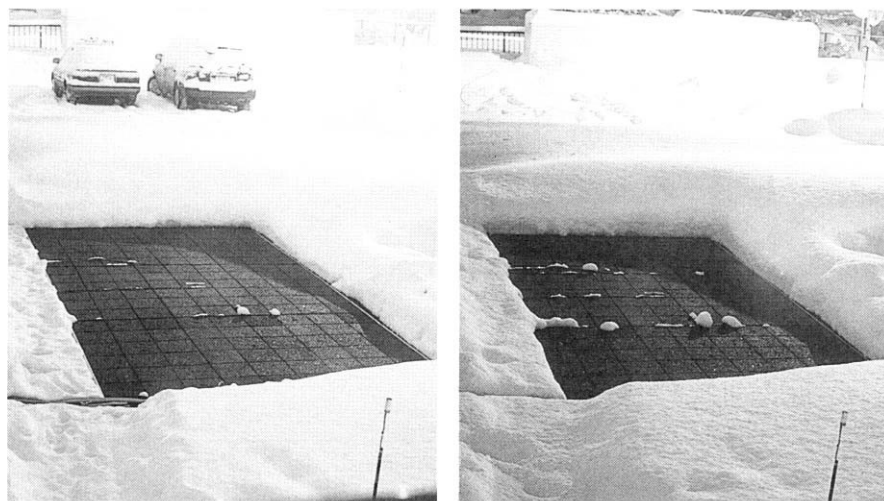


写真6 融雪状況 (21日18時)

写真7 融雪状況 (21日22時)