

## 技術開発賞 その後

# 太陽熱を利用した盛土内蓄熱・融雪システムの開発

## DEVELOPMENT OF THE NEW SOLAR SNOWMELTING SYSTEM

三嶋信雄\*・星野克之\*\*

Nobuo MISHIMA and Katsuyuki HOSHINO

\* 正会員 日本道路公団試験研究所土工試験研究室室長  
(〒194 町田市忠生 1-4-1)

\*\* 正会員 日本道路公団試験研究所土工試験研究室主任

Key Words : solar energy, snow melting system, heat pipe

### 1. はじめに

積雪寒冷地の高速道路を管理するうえで雪氷対策は交通手段の確保とともに、通行車両の安全を確保するための最も重要な業務である。現在、高速道路の一部には、ロードヒーティングや温水パイプなどの融雪対策が施されているが、雪氷対策の大部分は機械による除雪や凍結防止薬剤の散布など、その多くを人手に頼っているのが現状である。このような雪氷対策は降雪が昼夜に及ぶことも多く、労働力不足などの問題に直面している。また、これらの対策は、交通規制を伴うなど対策規模が大ききことや、融雪のための熱源に電力や重油などの化石燃料を使用するため維持管理費が高いなどの問題を抱えている。これらの問題に加え、スパイクタイヤの廃止によりさらに良好かつ安全な路面の確保が求められている。

また近年、エネルギー問題や環境保全問題などから自然エネルギーなどの未利用エネルギーの有効利用を図る研究・開発が進められており、日本道路公団においても高速道路が有する膨大な盛土を有効利用する、「盛土内蓄熱・融雪システム」の開発に取り組んでいるところである。

### 2. システムの概要

盛土内蓄熱・融雪システム(写真-1)は、夏期にのり面および路面直下に設置したヒートパイプによって太陽熱を集熱し、その熱を盛土内に運び蓄熱する。また、冬期には盛土内に蓄えた熱によって温められた温水循環パイプ内の不凍液を循環し、路面直下に埋設されたヒートパイプにより路面の融雪を行うというものである(図-1)。本システムに使用するヒートパイプ(図-2)はコルゲートのステンレス製パイプの内部に作動液(沸点 $-41^{\circ}\text{C}$ )を封入したもので、外部からの熱によって作

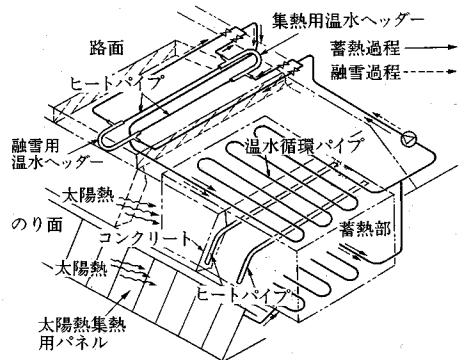


図-1 盛土内蓄熱・融雪システムの概念図

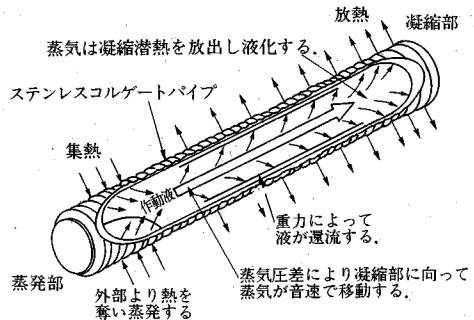


図-2 ヒートパイプの作動原理と構造

動液が温められて蒸発し、温度の低い箇所に向かって移動放熱し再び元の位置に戻るといふものである。

本システムは、太陽熱集熱部・蓄熱部・太陽熱集熱部から蓄熱部に熱を運搬するヒートパイプおよび温水循環パイプ(写真-2)から構成されている。

#### (1) 太陽熱集熱方式

太陽熱集熱部には、熱の集熱方法により以下に示す方式がある。



写真-1 盛土内蓄熱・融雪システムの全景



写真-4 のり面ヒートパイプ方式



写真-2 盛土内蓄熱部の温水循環パイプ



写真-5 のり面ヒートパネル方式



写真-3 路面ヒートパイプ方式

熱をパネル上部に取り付けられた温水循環パイプ内の温水を介して熱輸送し、盛土内に集熱する方式

## (2) 融雪部

融雪部は、蓄熱部・路面直下に埋設されているヒートパイプ・温水循環パイプおよび蓄熱部からヒートパイプに熱を運ぶ温水循環パイプから構成されており、融雪方法により以下の方式がある。

### ① ヒートパイプ方式

盛土蓄熱部において加熱・昇温された温水を、温水循環パイプ内を循環させることにより、路面直下に埋設したヒートパイプ端の融雪用温水ヘッダーを加熱する。その熱を路面ヒートパイプが路面直下全体に放熱し、路面の融雪が行われる。

### ② 温水循環方式

盛土蓄熱部において加熱・昇温された温水を、温水循環パイプ内を循環させることにより、路面直下に埋設した温水循環パイプが加熱され、路面の融雪が行われる。

## 3. 現場適用試験

本システムの有効性および蓄熱・融雪の各方式の組合せの効率性を確認するため、秋田自動車道協和地区およ

### ① 路面ヒートパイプ方式 (写真-3)

路面直下に埋設したヒートパイプにより集熱した熱を温水循環パイプ内の温水を介して熱輸送し、盛土内に蓄熱する方式

### ② のり面ヒートパイプ方式 (写真-4)

のり面に設置したヒートパイプにより集熱した熱をヒートパイプにより直接熱輸送し、盛土内に蓄熱する方式

### ③ のり面ヒートパネル方式 (写真-5)

のり面に設置したヒートパネルにより集熱した

表-1 秋田地区システムの概要

集熱方法	のり面		
	路面	ヒートパイプ	ヒートパイプ
	400 m <sup>2</sup>	286 m <sup>2</sup>	239 m <sup>2</sup>
集熱面積	525 m <sup>2</sup>		
	925 m <sup>2</sup>		
融雪面積	200 m <sup>2</sup>		
蓄熱体積	3,000 m <sup>3</sup>		
所要熱量	25,600 千 kcal		

表-2 米子地区システムの概要

集熱方法	廃熱	のり面
		—
集熱面積	—	72 m <sup>2</sup>
	72 m <sup>2</sup>	
融雪面積	150 m <sup>2</sup>	
蓄熱体積	1,350 m <sup>3</sup>	
所要熱量	16,500 千 kcal	

び米子自動車道川上地区で試験施工を実施した。

秋田自動車道は太陽熱を路面およびのり面から集熱・蓄熱し、路面融雪に利用するシステムで、米子自動車道はサービスエリアにおいて、太陽熱とレストランから発生する冷房廃熱を集熱・蓄熱し、歩道部分の融雪に利用するシステムである。各システムの概要を表-1および表-2に示す。

秋田地区での試験施工は、暫定供用区間の未供用車線側で行った。工事は平成2年7月から着手し、11月に完了した。本格的な実験は平成3年春からの蓄熱によって始めたが、工事完了後に蓄熱部の盛土内部の温度が24℃程に上昇していたため、この熱を利用して冬期に試験的にシステムを稼働させ予備試験を行いその機能を確認した(写真-6)。本格的な蓄熱は、平成3年春から行い設計所要熱量を上回る熱量を蓄熱することができた。この熱を利用して、秋田自動車道開通後の平成3年の冬期に融雪試験を行い、約430cmの累計降雪量を融雪し、本システムの有効性を確認することができた(写真-7)。

図-3に平成3年2月から平成4年4月までの盛土内部の温度変化を示す。4月中旬から9月中旬まで太陽熱の集熱を行ったところ、盛土内部の温度は約30℃まで上昇した。一般的に土壤温度は、3m以上深いところでは約15℃といわれており、しだがつて、盛土内部の温度は通常の温度より約15℃上昇したことになる。

融雪は、12月中旬から3月下旬まで行った。融雪により盛土内部の温度は約15℃まで低下したが、路面上



写真-6 融雪状況 (供用前)



写真-7 融雪状況 (供用後)

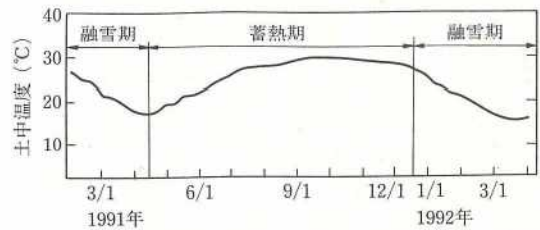


図-3 蓄熱部盛土の内部温度状況

の融雪状況は満足のいく結果であった。

また、各蓄熱方式・融雪方式とも今回の試験では、その効果に大きな差は生じなかった。

#### 4. まとめ

本システムは、太陽熱という自然エネルギーの有効利用を図った、公団でも最初の取り組みである。秋田地区での蓄熱・融雪試験の結果、システムそのものは十分実用可能という成果が得られた。しかし、現段階では道路全線を融雪するには多くの課題を残しており、当面は以下に示すような限られた箇所での適用となる。

- ① トンネル出入口部およびトンネル間の明かり部の融雪
- ② 料金所・チェックバリアやチェーンバースの融雪

③ インターチェンジのランプなどの狭小箇所の融雪  
また、熱源についても米子の事例のように複数の熱源を組み合わせるなど、廃熱・地熱・地下水・風力・温泉熱・トンネル湧水などの未利用エネルギーの応用など検討しなければならない。

この盛土内に熱を溜めるという蓄熱技術が活用されれば、自然エネルギーの利用範囲はますます拡大するものと思われる。しかし、熱源によっては、蓄熱をせずに直

接利用可能な熱源もあり、自然エネルギーを直接利用する方法や複合システムの開発など、融雪技術の向上・開発と効率化を図る必要がある。

今後、本システムを利用した路面融雪の試験施工によりさらにデータの蓄積を行い、本システムを早期に実用化し、効率的で経済的な、路面融雪技術の確立を図りたい。

(1993.7.11 受付)