

技術開発賞受賞の紹介

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

世良 至*・三嶋信雄**・伊藤譲***

望月正孝****・斎藤祐士*****

Itaru SERA, Nobuo MISHIMA, Yuzuru ITO,
Masataka MOCHIZUKI and Yuji SAITO

* 正会員 日本道路公団試験研究所所長
(〒194 東京都町田市忠生 1-4-1 日本道路公団試験研究所)

** 日本道路公団試験研究所土工試験研究室室長

*** 正会員 日本道路公団試験研究所土工試験研究室

**** 藤倉電線(株) ヒートパイプ開発課課長

***** 学術博士 藤倉電線(株) ヒートパイプ開発課

Keywords : solar energie, snowmelting system, heat pipe

1. はじめに

冬の高速道路を管理するうえで雪氷対策は、交通手段を確保するとともに、通行車両の安全を確保するうえで最も重要な業務である。このため降雪時には、機械による除雪や凍結防止薬剤の散布を行い良好な路面状態の確保に努め、また一部の区間ではロードヒーティングや温水パイプなどの融雪対策を実施している。しかし、これらの対策は、交通規制を行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灯油などを使用するため、ランニングコストが高いなどの問題をかかえている。このような経済性の問題に加え、今後スパイクタイヤの廃止にともないタイヤのスタッドレス化が進められることから、ますます冬期において良好かつ安全性の高い道路路面の確保が求められる。

また近年、エネルギー問題や環境保全問題が各方面で論議されており、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・開発がなされている。

このように、

- ① 高速道路の安全走行
- ② スパイクタイヤの廃止
- ③ 省エネルギー化
- ④ 環境保全

といった背景のなかで、自然エネルギーの有効利用を図るとともに高速道路が保有している膨大な盛土体積を有効活用するシステムとして、ヒートパイプを用いた「太陽熱を利用した盛土内蓄熱・融雪システムの開発」に取り組んだ。

2. 開発目標

道路盛土、特に高速道路における盛土は、膨大な盛土体積ならびに路面やのり面などの道路面積を持ってい

る。また、道路路面は、夏期には太陽熱により路面温度が60°C前後になる。これらの条件を有効に利用したうえで自然エネルギーである太陽熱を路面やのり面から集熱し、盛土体内の土壌に蓄熱したうえで冬期まで保存し、冬期の積雪時に熱を取り出して融雪を行おうとするものである。

本システムの開発にあたり以下の目標をたてた。

- (1) 降雪・凍結・圧雪などの雪害に対し融雪が有効に作動し、良好でかつ走行安全性の高い無雪路面の確保ができること。
- (2) 降雪時において、乾燥路面の確保ができること。
- (3) 自然エネルギーなどの未利用エネルギーを熱源とし、省エネルギーであるとともに、環境保全に寄与できること。
- (4) 高速道路の盛土を蓄熱体として有効活用すること。
- (5) 他の未利用エネルギーの有効利用にも対応可能なものとする。

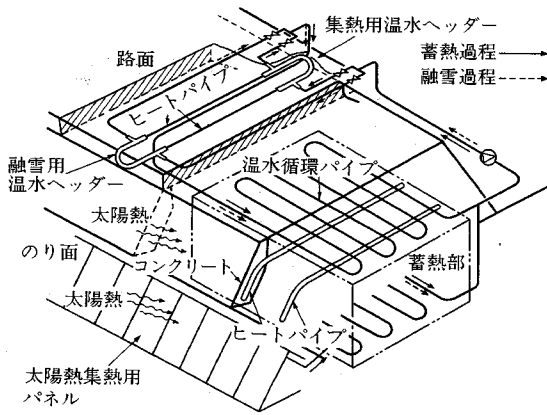
3. システムの概要

本システムは、太陽熱集熱部、蓄熱部、集熱部から蓄熱部へ熱を運ぶコルゲート型ヒートパイプと温水循環パイプから構成される(図-1)。

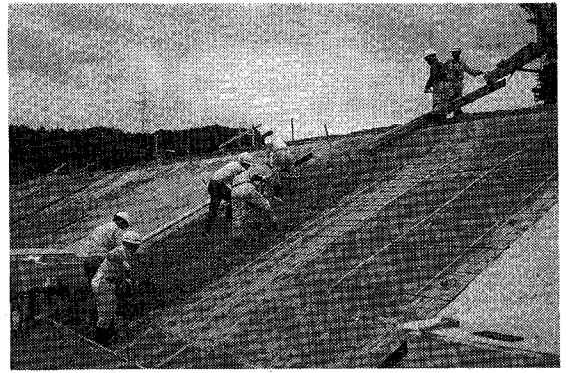
太陽熱の集熱方式は、写真-1に示す路面ヒートパイプ方式、のり面ヒートパイプ方式、のり面ヒートパイプパネル方式の三方式とした。

路面ヒートパイプ方式は、路面直下に埋設したヒートパイプにより集熱した熱を、温水循環パイプ内を流れる温水を介して熱輸送を行い盛土に蓄熱する方式である(写真-2)。

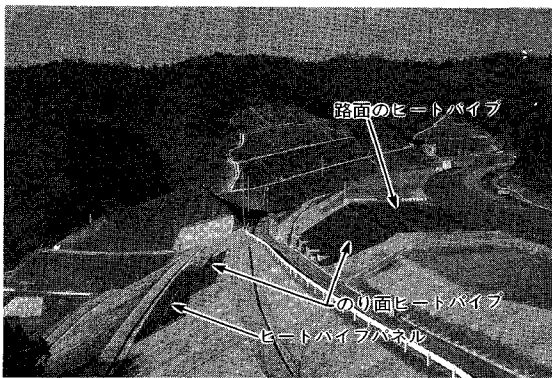
のり面ヒートパイプ方式は、のり面に設置したヒートパイプにより集熱した熱を、ヒートパイプにより直接熱



図一 盛土内蓄熱、融雪システム概念図



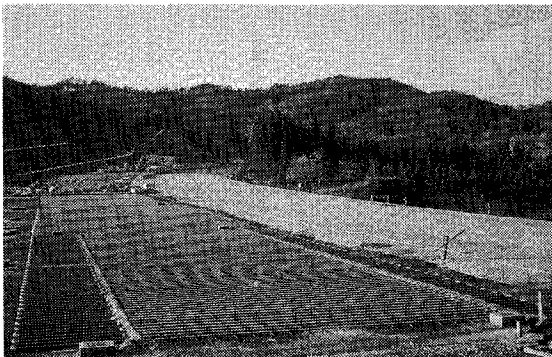
写真一 のり面ヒートパイプの施工



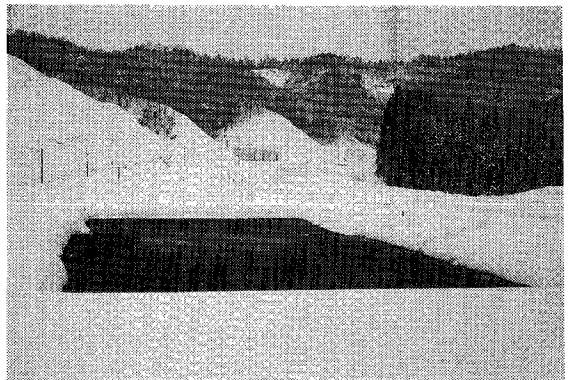
写真一 太陽熱蓄熱・融雪システムの全景



写真一 のり面ヒートパイプパネルの施工



写真二 路面ヒートパイプの施工



写真五 融雪システム稼働状況

輸送を行い盛土に蓄熱する方式である(写真三)。

のり面ヒートパイプパネル方式は、のり面に設置したヒートパイプパネルにより集熱した熱を、パネル上部に取付けられた温水循環パイプ内を流れる温水を介して熱輸送を行い盛土に蓄熱する方式である(写真四)。

降雪時の融雪は、加熱された盛土土壌内(蓄熱部)を温水循環パイプ内の水が循環することにより土壤熱を吸収し昇温した水を、ポンプにより路面直下に設置したヒートパイプ下端部に取り付けられた融雪用温水ヘッ

ダー内に送り込む。この時、ヒートパイプ下端部が加熱され、ヒートパイプ内で熱移動が生じ、その熱を路面に伝えて雪を融かす方式とした。

4. 適用事例

本システムは、秋田自動車道協和地区および米子自動車道川上地区で実施している。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あり、米子自動車道はサービスエリアにお

表—1 秋田地区システムの規模

| 集熱方法 | 路面 | のり面 |
|------------------------|--------|-----|
| 集熱面積 (m ²) | 400 | 525 |
| 融雪面積 (m ²) | 200 | |
| 蓄熱体積 (m ³) | 3 000 | |
| 所要熱量 (千kcal) | 25 600 | |

表—2 蒜山地区システムの規模

| 集熱方法 | 廃熱 | パネル |
|------------------------|--------|-----|
| 集熱面積 (m ²) | — | 72 |
| 融雪面積 (m ²) | 150 | |
| 蓄熱体積 (m ³) | 1 350 | |
| 所要熱量 (千kcal) | 16 500 | |

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。各システムの規模を、表—1, 2に示す。

なお融雪能力は、時間当たり2 cmの降雪を640時間融雪可能な熱量を確保するよう設計した。

5. 汎用性

秋田地区での蓄熱運転の結果、蓄熱部の土壤温度が約30°Cまで上昇し、設計所要熱量25,600,000 kcalに対し約44,000,000 kcalの熱量が集熱できた。その結果、1991および1992年の冬期降雪時に融雪を行い、1992年には約430 cmの累計降雪量を融雪し、その機能を確認している(写真—5)。

この結果、土中に熱を溜め、融雪するというシステムそのものは、十分実用化が可能という成果が得られた。

したがって今後は、以下に示すような箇所で大システムを運用することが可能であり、その汎用性は広い。

- ① サービスエリアなどの歩道部などの融雪
- ② トンネル出入口およびトンネルにはさまれた短い盛土区間の融雪
- ③ チェーンベースの融雪
- ④ 料金所やチェックバリア前後の融雪
- ⑤ インターチェンジのランプなどの融雪(狭小幅員箇所)

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ことも可能であり、温泉熱、地下水、トンネル湧水、風力、地熱などの未利用エネルギーへの応用も十分可能である。

米子自動車道では、トンネル湧水の熱をダイレクトに利用してトンネル出入口の路面の融雪を行う工事を施工中である。

6. おわりに

今回開発された「太陽熱や廃熱を利用する蓄熱・融雪システム」は、自然界のクリーンエネルギーや無駄に廃棄しているエネルギーを蓄熱したうえで有効利用するシステムである。

今後、『盛土内に熱を溜める』という蓄熱技術が活用されれば、自然エネルギーなどの利用範囲は益々広がるものと思われる。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る。必ずしも蓄熱ということに捕らわれず、自然エネルギーを直接利用する方法、また複合システムの開発など融雪技術の向上・開発に努めている。

最後に技術開発賞受賞の榮譽に授かったことに感謝の意を表するとともに、関係各位に厚くお礼申し上げます。

(1992. 6. 29 受付)