

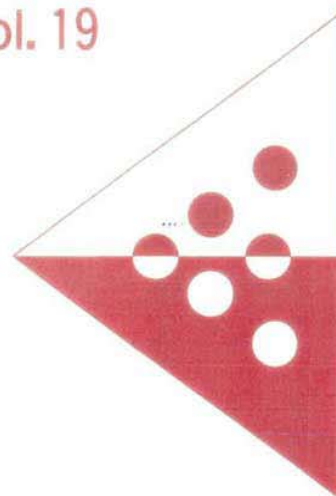
第19回 寒地技術シンポジウム

ISSN 1342-8411

2003 COLD REGION TECHNOLOGY CONFERENCE

寒地技術論文・報告集 Vol. 19

PROCEEDINGS OF
2003 COLD REGION
TECHNOLOGY CONFERENCE



2003年11月5日(水), 6日(木), 7日(金)

釧路市観光国際交流センター

CTC03-I-032

地中熱源ヒートポンプ式融雪システムの運転評価

広松 淳 (㈱日伸テクノ)
 柴田 和夫 (〃)
 大竹 秀雄 (北海道工業大学 機械システム科)

The operation evaluation of ground source heat pump for snow melting system

A. Hiromatsu (Nisshin Techno Inc.)
 K. Shibata (〃)
 H. Otake (Hokkaido Institute of Technology)

COLD
REGION
TECHNOLOGY
CONFERENCE 2003

1. はじめに

積雪寒冷地においてロードヒーティングや融雪機などの融雪機器は、冬期における交通の確保ならびに豊かな生活環境を築く上で必要不可欠である。しかし、ロードヒーティングなどの融雪機器が著しく普及する一方、化石エネルギーの枯渇、大気汚染、地球温暖化などのエネルギー問題や環境問題への対策が重要視されている。また、灯油ボイラなどによる温水用融雪システムにおいては効率が低いため、性能を向上させるための方法や自然エネルギーなどの利用が求められている。

そこで、本研究では地中熱源ヒートポンプを利用した融雪システムに関する融雪実験を行い、システムの性能を評価することにより、性能向上のための基礎資料を得ることを目的としている。また、得られた結果をもとに地中熱源ヒートポンプを利用した融雪システムの普及を図り、エネルギー問題や環境問題の一つの対応策とするものである。本論文では、地中熱源ヒートポンプを利用した融雪システムに関する採熱特性、放熱特性および成績係数などについて報告する。

2. 地中熱源ヒートポンプによる融雪システム

図1は、地中熱源ヒートポンプを利用した融雪システムの概要を示したものであり、配管系はエチレングリコール 30% wt を媒体として地中採熱管とヒートポンプとの間を循環する系とヒートポンプと路盤内の放熱管とを循環する系に分けられる。地中採熱管および路盤放熱管の出入口には、ブライン温度ならびに流量を測定するためのシース熱電対と流量計がそれぞれ設置されている。

融雪路盤は図2に示したようにアスファルト(30mm)、コンクリート(70mm)および採石(200mm)の3層構造からなり、融雪面積は99m²である。路盤内に埋設した放熱管は架橋ポリエチレン管(16A)を使用しており、管ピッチは200mmである。路盤内部には垂直方向の温度測定を行うため、砕石上部、下部および放熱管表面に熱電対を設置した。地中に埋設した採熱管はUチューブ型のφ25mmのポリエチレン管を使用して、深さ75mに4本設置している。ヒートポ

広松 淳 ㈱日伸テクノ(札幌市厚別市厚別町山本 1063-785 TEL 011-892-7266 FAX 011-892-7344)
 柴田和夫 ㈱日伸テクノ(札幌市厚別市厚別町山本 1063-785 TEL 011-892-7266 FAX 011-892-7344)
 大竹秀雄 北海道工業大学(札幌市手稲区前田 7-15-4-1 TEL 011-688-2285 FAX 011-681-2161)

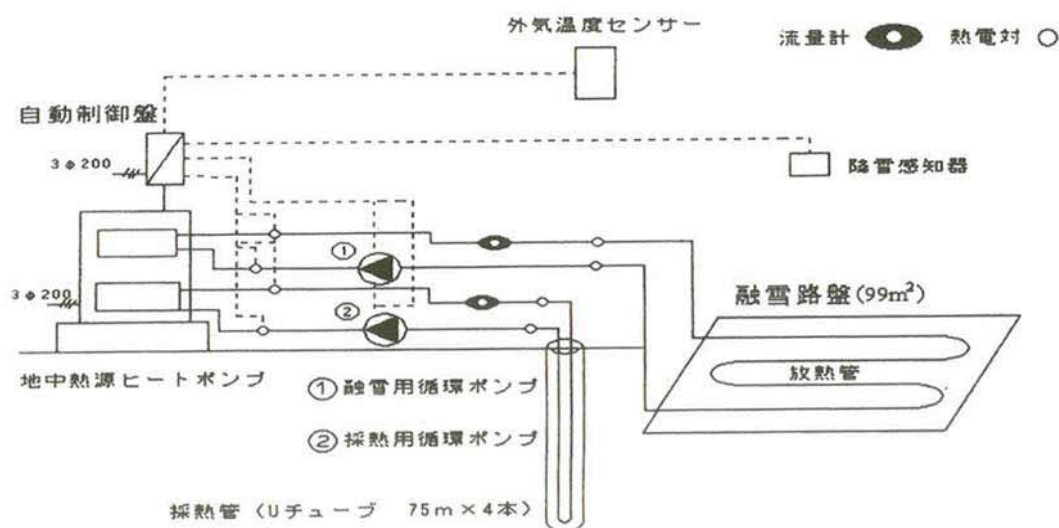


図1 地中熱源ヒートポンプによる融雪システム

ンプの運転は、外気温センサー、地温センサーおよび降雪センサーの3要素制御で行っており、実験は2003年2月10日から3月31日まで行った。

3. 実験結果および考察

図3は、実験期間における外気温および降雪量を示したものであり、2月17日、2月26日および3月13日において5mm程度の降雪量が確認される。

図4は、実験期間におけるヒートポンプ稼働時の路盤垂直方向の温度分布を示したものである。ヒートポンプ稼働時における放熱管表面温度は約10℃で、碎石下部との温度差は約5℃である。

図5および図6は、ヒートポンプ稼働時における採熱管および放熱管の出入口温度およびブライン流量を示し、温度差と流量より算出した地中からの採熱量および路盤への放熱量を図7に示す。図5より放熱管入口および出口温度はそれぞれ約15℃と10℃であり、約5℃の温度差が生じていることがわかる。一方、採熱管の出口および入口温度においては、それぞれ約2℃と-2℃である。また、図6より放熱管とヒートポンプを循環するブライン流量は、採熱管とヒートポンプを循環する流量より約20%程度小さくなっている。これらの温度差と流量より算出した放熱

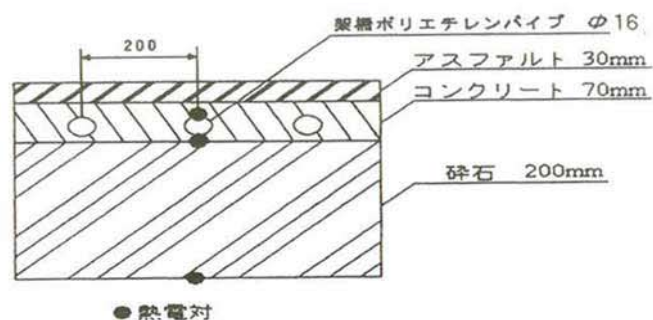


図2 路盤構造

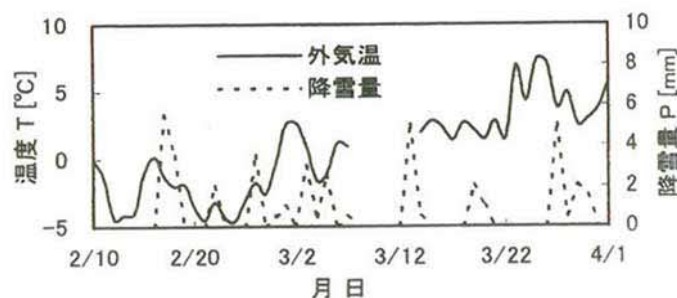


図3 外気温および降雪量

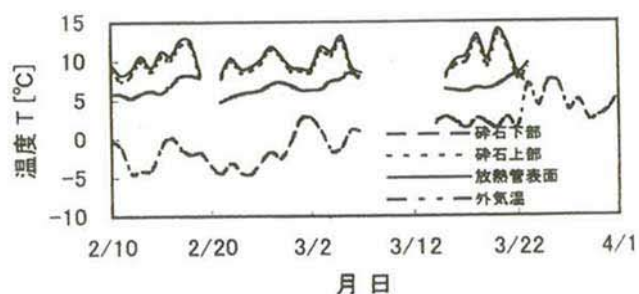


図4 路盤垂直方向の温度分布

量および採熱量は、ほぼ同様な値を示しており、2月17日において最大930MJ/dayの熱量となり、路盤表面への熱流束としては、約 110W/m^2 であった。また、図7における放熱量の積算値およびシステム全体の電力量より算出したCOPは4.06と大きな値になった。これは、ヒートポンプからの送水温度（路盤入口温度）が約 15°C と低いことにより、COPが大きくなったことによるものである。また、実験期間である2月10日から3月31日までにおけるランニングコストは、融雪電力B契約で電力料金が15,739円であった。

次に、図3で示した実験期間中で降雪量が多い代表日として2月17日の結果について以下に考察する。

図8は、2月17日の外気温度および降雪量を示したものであり、午前3時から降雪が始まり、その後断続的に降雪が見られる。

図9は、代表日における路盤垂直方向の温度分布を示したものである。採熱管表面および砕石上部温度は、ヒートポンプの停止とともに変化しているが、稼働時には約 13°C の値を示している。しかし、砕石下部においては、ヒートポンプの停止にかかわらず、約 8°C 一定である。

図10および図11は、採熱管と放熱管の出入口温度およびブライン流量を示し、出入口温度差と流量より算出した地中採熱量および路盤放熱量を図12に示す。図10より代表日のほとんどの時間において、ヒートポンプが稼働しているため、放熱管および採熱管出入口温度は変化が無く、図11で示した流量においても稼働時は一定であることより、出入口温度差および流量より算出される放熱量および採熱量も、約 45MJ/h で一定の値となった。

4. 結論

地中熱源ヒートポンプを利用した融雪システムにより融雪実験を行い、以下のことが結論として、得られた。

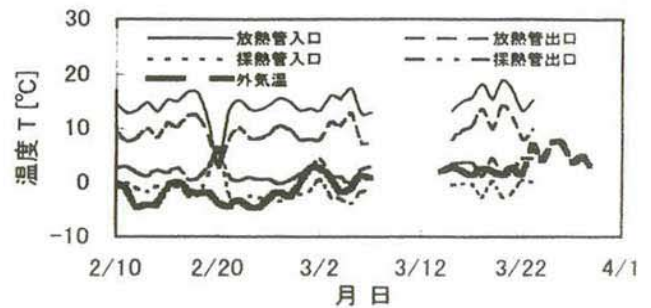


図5 放熱管および採熱管出入口温度

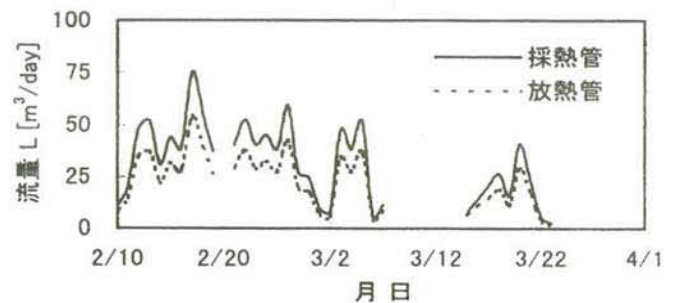


図6 ブライン流量

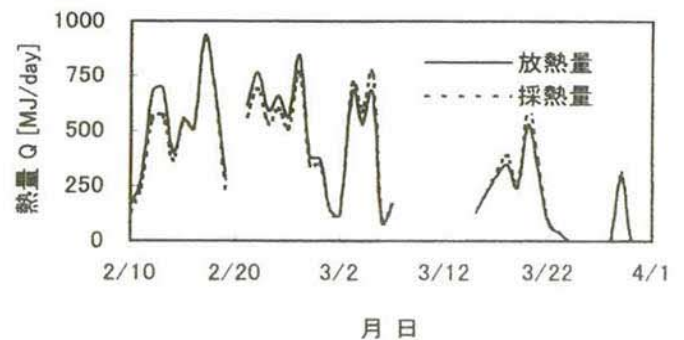


図7 放熱量および採熱量

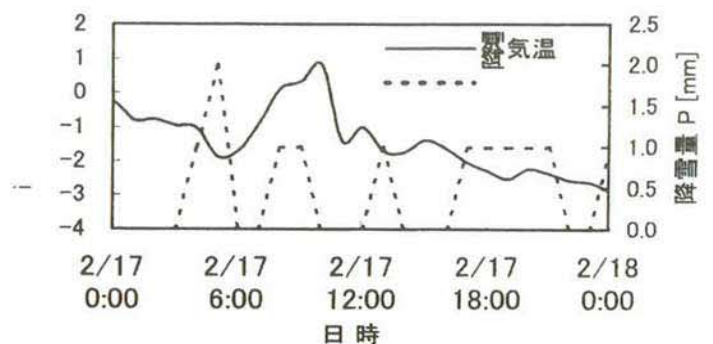


図8 外気温度および降雪量

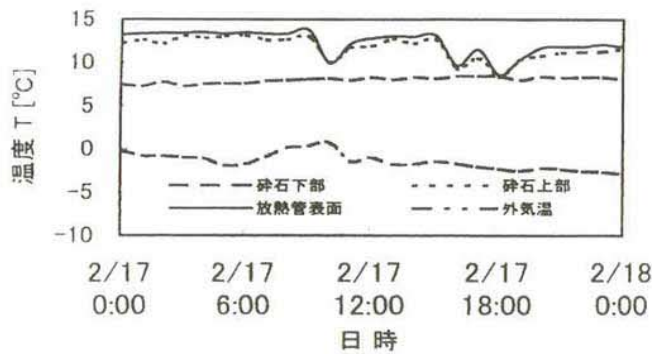


図 9 路盤垂直方向の温度分布

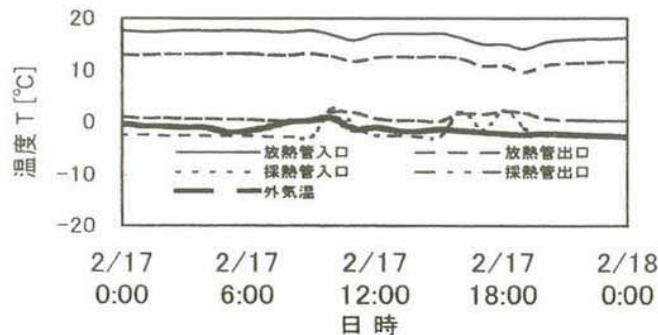


図 10 放熱管および採熱管出入口温度

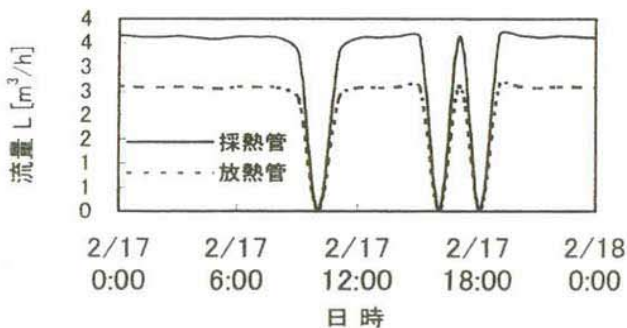


図 11 ブライン流量

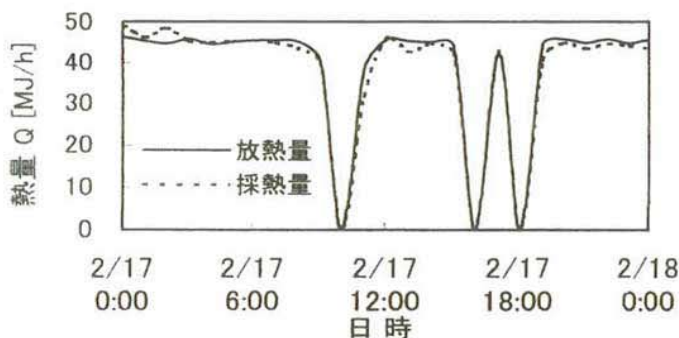


図 12 放熱量および採熱量

- (1) 放熱量および地中採熱量は、ほぼ同様な値となり、最大で 930MJ/day となり、路盤表面への熱流束は、約 110W/m^2 となった。
- (2) 路盤放熱量およびヒートポンプの電力量より算出した COP は 4.06 と大きな値となった。
- (3) 2月10日から3月31日までの実験期間におけるランニングコストとしては、融雪電力B契約で電力料金が 15,740 円となった。

参考文献

- (1) 盛田耕二, 田子 真: 大地の熱的機能を利用する融雪システムの開発, 平成 14 年度日本冷凍空調学会学術講演会講演論文集, 2002, PP 65-68.