

未利用エネルギーを活用した道路消融雪施設への蓄熱技術の導入

独立行政法人 土木研究所 技術推進本部（先端技術） 正会員 山口 崇
 正会員 平下 浩史
 正会員 吉田 正

1. はじめに

近年、道路消融雪施設の維持管理コストの低減を目的として、熱源に未利用エネルギー（太陽光、太陽熱、風力、地熱、下水熱など）を利用することが着目されている。しかし、一般的にこれらのエネルギーは、季節や時間帯、天候によって、温度や熱量などに変動があり、利用可能な熱量が一定でない特徴を有している。そのため、降雪時に必ずしも融雪に必要な熱量を十分に確保できない場合がある。

そこで、この未利用エネルギーの特徴を補うべく、エネルギー熱源の安定化と熱量不足時の補給を可能とする技術として蓄熱技術の道路消融雪施設への適用に着目し、道路消融雪施設のトータルコストを削減することを目的として、道路消融雪施設への蓄熱技術の導入について検討を行った。

2. 蓄熱技術の適用効果

2.1 融雪必要熱の安定供給

縦軸に熱量、横軸に時間をとると、熱源（未利用エネルギー）からの採熱量は図1の破線のように変動する。この時間内に降雪があった場合、融雪必要熱量の時間変化は、実線のようになる。

この図を、3つの時間帯に分類し、時間帯毎の特徴を述べると、時間帯Aは、熱源より採熱出来るものの、降雪がない。従って、その熱は利用されることなく自然界へ廃棄される。

時間帯Bは降雪があり、採熱の一部を融雪に利用できる。しかし、余った熱は利用されることなく、自然界へ廃棄される。一方、時間帯Cでは融雪必要熱量が採熱量を上回り熱が不足し、完全に融雪できない。

そこで、時間帯A,Bで利用されなかった熱を蓄熱し、その熱を採熱量が不足した時間帯Cに補う。

これにより、採熱量の不安定な熱源を用いて、安定した融雪が行え、さらに、従来利用することなく廃棄していた熱を、有効に利用することが出来る。

2.2 熱源設備の小規模化

従来の非蓄熱式のシステムでは、ピーク時の負荷（熱量）をまかなえる容量の熱源と、熱源設備を必要としていた。一方、蓄熱技術を導入したシステムでは、負荷ピーク時に不足する熱を蓄熱槽から補うため、熱源設備の規模をピークの降雪負荷に合わせる必要がない。したがって、図中の下向き矢印に相当する小規模化が図れ、コストダウンが可能となる。

2.3 空調用汎用ヒートポンプの利用

ヒートポンプは、一般的には居住空間の空調に利用される機械で、その仕様は暖房運転時で供給温度45～50程度である。従来のヒートポンプ融雪システムは、熱応力による舗装への悪影響を防止するため放熱部への供給温度を20前後とした融雪専用設計された高価なヒートポンプを用いている。

一方、蓄熱型システムにおいては、蓄熱温度を45～50とすることが可能となり、安価な空調用ヒートポンプの利用と蓄熱設備の小型化が可能となり、一層のコストダウンが図れる。

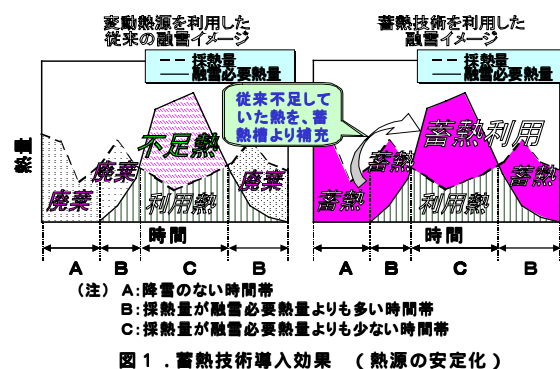


図1. 蓄熱技術導入効果（熱源の安定化）

キーワード：未利用エネルギー、道路消融雪施設、蓄熱技術

〒305-0801 茨城県つくば市南原1番地6 TEL029-879-6757 FAX029-879-6732

3. 蓄熱技術の課題

3.1 蓄熱槽の熱損失

蓄熱槽は、熱の需要と供給の大きさの違いや時間の差の調整装置としての役割を担う設備である。そのため、熱の需要がない（降雪がない）時間も需要の発生に備えて熱を蓄えておく必要があり、熱の需要が発生するまでの間隔（降雪と降雪の間隔）が長くなると蓄熱材と蓄熱槽周囲との温度差のために生じる熱損失量が大きくなる。

そこで、蓄熱容量が 600m³ の地中埋設のコンクリート製蓄熱槽において、施設管理のために設置されている温度計の測定値から熱の需要と供給がない時間帯のデータを用いて蓄熱槽の熱損失を分析した。

データは 2000 年 1 月～2003 年 3 月までの毎分の測定値の中から冬期で熱の需給がない時間帯を選定した。また、測定点は蓄熱槽の上下方向に 3 点、水平方向に 4 点の計 12 点あり、その平均値を分析に用いた。熱の需給がない時間帯の蓄熱槽温度変化の例は図 2 のとおりである。図 2 から分かるように熱損失は、蓄熱材と蓄熱槽周囲との温度差に比例するため、初期の傾きは大きく次第に緩やかな傾きで損失していく傾向となる。図 3 に経過時間と日当たりの熱損失率の関係を示すと、初期は 8%程度の値を示すが 10 日前後では 4%程度になることが分かる。また、10 日間全体の熱損失率は、初期温度によって違いはあるが約 40%程度であった。なお、この際の蓄熱槽下限利用温度は、蓄熱槽に蓄えた熱を融雪に利用するために蓄熱槽の温水から放熱管のブラインへ熱を供給する熱交換器のブライン側（低温側）の熱交換器入口温度の上限設定値が 24℃ということから、本例では 24℃としている。

4. まとめ

蓄熱技術の導入による効果として、融雪必要熱の安定供給、熱源設備の小規模化、空調汎用ヒートポンプの利用の可能性があることが分かった。これらの効果により道路消融雪設備のトータルコスト低減が可能になると考えられる。しかし、蓄熱技術の導入は、蓄熱槽の設置スペースの有無や、蓄熱槽・ヒートポンプなどの熱源設備の規模に大きく影響する降雪パターンと熱源からの採熱量を考慮して検討する必要がある。

また、蓄熱槽の熱損失率が 10 日間で 40%程度であったことから蓄熱技術の導入による効果を十分に活用するためには、熱の需要がない時（非降雪時等）の蓄熱槽からの熱の損失を少なくすることが重要であると考えられる。そのため、施設運用時に降雪と降雪の間隔が長くなる場合、蓄熱を一時停止するか蓄熱温度を下げた蓄熱槽からの熱損失を少なくし、降雪が予測された時に蓄熱を再開し降雪に備える運用が効果的である。

参考文献

- 1) 建設省北陸地方建設局道路部：路面消・融雪施設等設計要領、133-214、(2000)。
- 2) 社団法人空気調和・衛生工学会：蓄熱式空調システム 基礎と応用、41-45、(1995)。

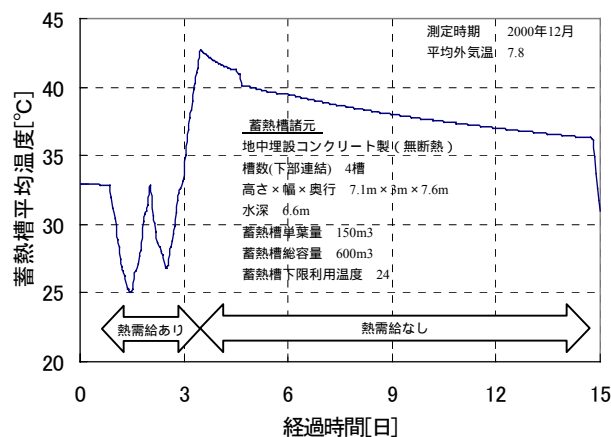


図2 蓄熱槽温度変化(例)

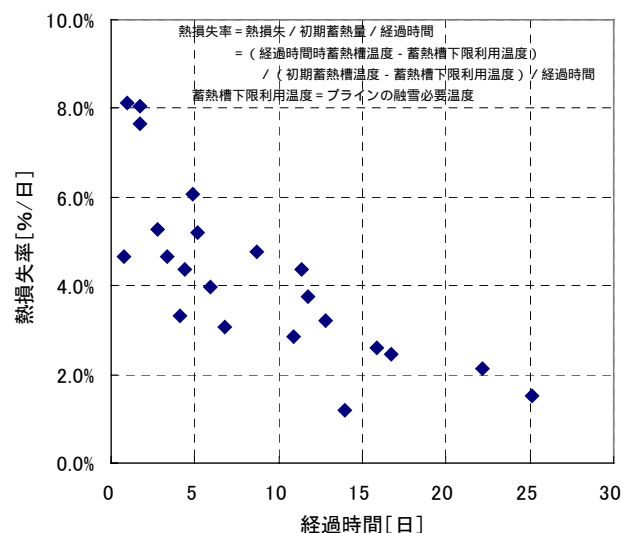


図3 経過時間による日当たり熱損失率の変化