

建物廃熱を利用した融雪システムの改良と効果検証

Improvement of snow melting system using building waste heat and demonstration of effectiveness

コスト低減と融雪性能向上に関する取り組み

当社は中日本高速道路（株）と共同で、建物廃熱を利用した融雪システムの融雪性能向上とイニシャルコスト低減に取り組み、時間降雪深3cm/hに対応可能な融雪システムを見出した。本システムは積雪地域における業務用ビルと駐車場を結ぶ導線等に適用でき、除雪労力の削減、凍結に伴う転倒リスク低減が可能である。

執筆者

先端技術応用研究所

先端技術ソリューショングループ

中山 浩



1 背景と目的

積雪地域では、路面凍結による転倒リスクを避けるため、融雪システムが導入されている。一般的な融雪方式には、地下水を利用した直接融雪や燃焼ボイラ等により加熱された不凍液による間接融雪があるが、地下水の使用は地盤沈下の課題があり、使用できる箇所が限定されることや化石燃料を利用するボイラの使用は環境負荷が問題となっている。一方、人力で除雪作業を行う場合、労働者の確保や運用面での課題が多く、安価かつ環境負荷が小さい自然融雪方式が求められている。

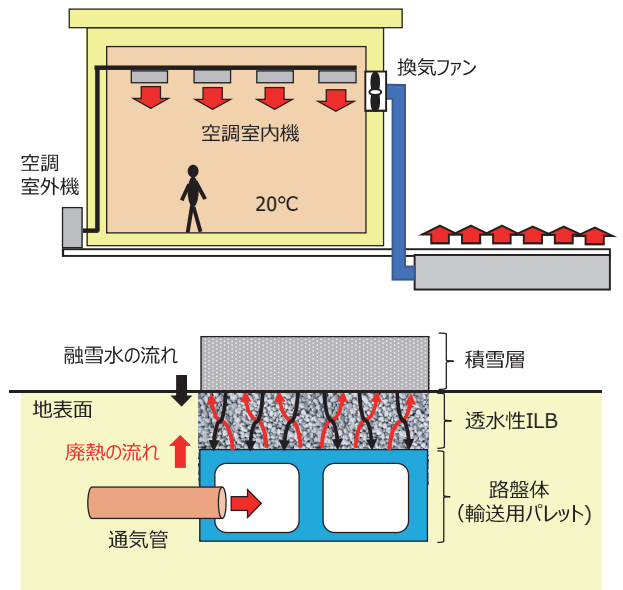
そこで、本研究では、建物からの廃熱を路面下部に供給し、路面に敷設されたインターロッキングブロック (ILB) から面的に温風を吹き出す「廃熱利用融雪システム」に着目し、中日本高速道路株式会社と共同で、従来技術をベースに導入コストの低減と融雪性能の向上に取り組んだ。また、国内のパーキングエリア（以下、PA）で最も標高の高い、岐阜県高山市にある東海北陸自動車道 松ノ木峠PAに約18m²の融雪システムを構築し、融雪性能を評価した。

2 廃熱利用融雪システムの概要

建物廃熱を利用した融雪システムは、過去より様々な形態のシステムが開発されているが、本研究では、施工性の観点から路盤体と呼ばれる樹脂製構造体を融雪エリアに設置し、その上部に通気性のある透水性ILBを配置した融雪システムを用いた[1]。第1図にシステムの概要を示す。

本システムは、業務用建物の換気ファンから排気される温風を、配管を通して地中に送り込む。送られた温風は、透水性ILBを加熱するとともに、ILBを介して排出される。積雪はこれらの温熱により融雪され、融雪水はブロックから路盤体および地面に速やかに流れるため、降雪量にもよるがブロック表面での凍結はほとんどない。

本システムは、新設および既設建物のいずれも対応可能であるが、既設の場合、換気ファンは、既存ファンの仕様を勘案し、追加で設置または交換することになる。



第1図 廃熱利用融雪システムの概要

3 廃熱利用融雪システムの改良検討

路盤体を用いた廃熱利用融雪システムは、北海道で開発・実用化され、事務所のエントランス等に導入実績がある。本研究では、そのシステムをベースに、低コスト化および融雪性能の向上に取り組んだ。低コスト化は路盤体およびILB材料の見直し、融雪性能の向上は配管構造の見直しを行った。以下にその取り組みを示す。

(1) 路盤体およびILB材料

既存システムでは、専用の路盤体と特注の透水性ILBを採用していたが、本研究では、路盤体には、物流で大量に用いられる輸送用パレット、透水性ILBには市販品を用いることで低コスト化を図った。

パレットは、通気性を高くするため、開口部の多いタイプを使用した。樹脂製であるが、地中に埋設するため、劣化の心配もなく、人が乗る分には十分な耐荷重性がある。

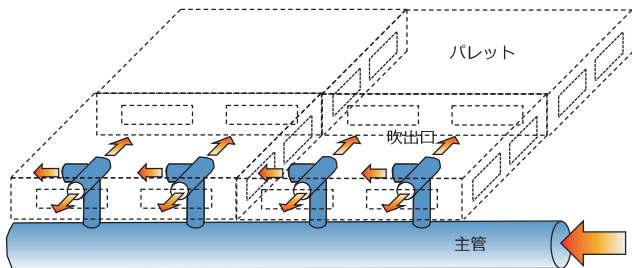
透水性ILBは、6種類の市販品に対し、透水性、熱伝導率、通気性の観点で比較評価した結果、ブロック単体では、透水性、熱伝導率、通気性に大きな差は見られなかった。そこで、最も熱伝導率の高かったブロックと透

水・通風性能の高かったブロックを用いてフィールドで比較評価することとした。

(2) 配管構造

既存システムは、主管を途中で3分岐し、それぞれのエリアで、地表近傍に塩ビ配管を配置し、周囲から気流を吹き出す形態を採用している [1]。

一方、本システムは、配管の圧力損失を極力低減する事に主眼を置き、第2図に示すように、主管を地中に配置し、主管から煙突状に、数箇所の吹出口をパレットの内部に設置する配管構造とした（特許申請中）。この方式では、外気温の影響を受けにくい主管から吹き出し口までの配管距離を短くすることができるため、放熱ロスを低減できる。また、構造を簡素化したことで、配管による圧力損失は、従来に比較して約30%低減することができた。圧力損失が少ないことは、ファン容量を小さくすることができ省エネにも繋がる。



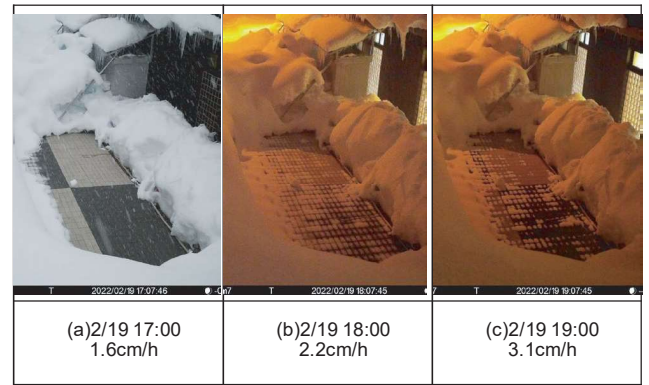
第2図 配管構造

4 廃熱利用融雪システムの検証

本システムを、岐阜県高山市の松ノ木峠PA（上り）の建屋の近傍に構築し、性能検証を行った。松ノ木峠PAは日本で最も標高の高い場所に設置されたPAであり、豪雪エリアとして知られている。融雪面積は約18m²（=2.7m×6.6m）である。前述したように、本融雪システムは、排気ファン、路盤体に導くための樹脂製通気管、樹脂製パレット、透水性ILBから構成される。

樹脂製パレット（1100mm×900mm×150mm）は18枚、透水性ILB（200mm×100mm×60mm）は約900個用いた。なお、透水性ILBは2種類のブロックで融雪の差異を比較するため、対称に配置した。

第3図にWebカメラによる融雪状況を示す。周囲には1m近い積雪があるが、融雪エリアは均一に融雪され、時間降雪深が3cm/h程度であれば、表面に積雪することなく融雪可能であった。また、目地部分で顕著に融雪され、2種類のILBによる融雪状況の差異は確認できなかった。言い換えれば、本システムでは、上部に設置するILBの種類に、特別な配慮は必要ないといえる。これは透水性ILB本体というよりはむしろ、目地から温風が吹き出しやすいためと考えられる。

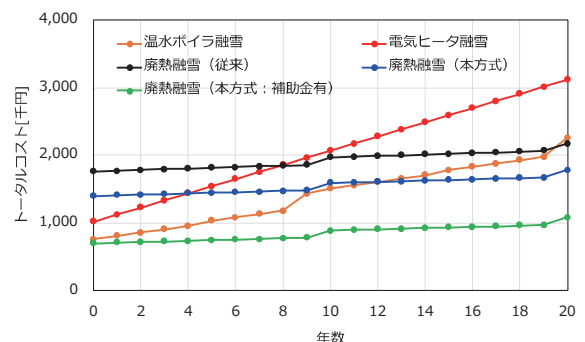


第3図 融雪の状況

5 経済性

他の融雪方式と経済性を比較するため、第4図に20m²の融雪面積でライフサイクルコストを試算した結果を示す。本取り組みにより従来の廃熱利用融雪に比較して、導入コストを約20%低減できた。これにランニングコストを含めたライフサイクルコストは、温水ボイラ等の他融雪システムと比較して数年～12年で最も安価となった。土木工事や建物改修が必要なため、導入コストが高いが、ランニングコストはファン電力のみであり、安価となる。

なお、本融雪システムは、現時点で環境省等の補助事業対象となっており、導入コストの1/3～2/3が補助されるため、利用すれば最も安価なシステムとなる。



第4図 ライフサイクルコストの比較

6 まとめ

本研究では、建物の廃熱を利用した融雪システムに対し、使用材料と配管構造を変更することで、コスト低減かつ融雪能力の向上を図った。

本システムは、環境負荷を低減できることが大きな特長であり、脱炭素社会やSDGsにも貢献できる。松ノ木峠PAの良好な結果を受け、飛騨清見ICや飛騨河合PAの高速道路施設にも導入されており、今後は高速道路以外の業務用施設にも、導入を拡大していきたい。

参考文献

[1] 平野, 大内, 藤江, 米田, 排熱利用直接接点型空気吹出式融雪システムの実証試験, 日本機械学会熱工学コンファレンス2013講演論文集, p.107-108, 2013