

高温廃熱の空気熱媒体融雪への適用

北陸技術事務所 機械課長 本間 政幸
機械課設計係長 小林 弘朗
機械課設計係 ○畑山 啓

1 はじめに

北陸地方における冬期の円滑な交通確保、除雪作業の効率化を図るために、消融雪設備は重要な役割を担っている。このような中、地下水の取水規制等の問題から、近年無散水融雪施設が多く採用されている現状にあり、様々なエネルギーを利用した融雪技術の開発が進められている。しかし既存の融雪技術は設備費用・維持管理費が高いことや、融雪に必要な熱源が十分に採取できないなど問題点も多い。

本研究では、金沢河川国道事務所管内 金沢東部環状道路「月浦 I C」に設置されている河川水加温散水消雪施設の加熱ボイラより排出される高温排気熱を利用した空気熱媒体の融雪施設を導入して、トータルコスト縮減とエネルギーの有効利用を目的とした試験を行った。現地試験は、廃熱温度を 48～80℃程度の 3 段階、送風量を最高 950 L/min/m² までの 3 段階の合計 9 パターンの試験結果から、融雪効果の検証と廃熱温度と風量についての整理を行い、幅広い温度の排熱に対応する空気媒体融雪施設の可能性について検討を行ったものである。

2. 1 空気熱媒体融雪システムの概要

既存の無散水融雪設備の問題点として、舗装内に放熱管などの配管が敷設されている場合、放熱管より下に埋設されているライフライン等の維持管理が困難であることや、施設が老朽化すると配管から不凍液等の媒体が漏れるなどの課題があった。これらに対応するために開発したのが、配管レス化及び無水化（不凍液を使用しない）を実現した空気熱媒体融雪システムである。

一般の融雪システムは、図-1 に示す 4 つの要素から構成される。これを図-2 のように空気熱媒体融雪システムに当てはめると、エネルギー源は、独立熱源により加熱した空気を利用する方法（独立型）と、ビル排気・ボイラー排気など様々な排熱の暖かい空気を利用する方法（排熱利用型）などが考えられ、排熱の有効利用に結びつける事が可能である。媒体は配管から漏れても無害な空気、エネルギー輸送は送風機、放熱は維持管理が容易となるダクト付きタイルを使用する。

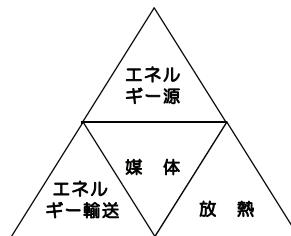


図-1 一般的な融雪システム基本4要素

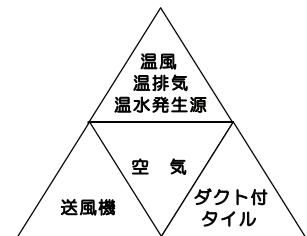


図-2 空気熱媒体融雪システム基本4要素

2. 2 月浦 I C 河川水加温散水施設への導入

本システムは、北陸技術事務所と(株)興和が共同開発を行ったもので、空気融雪 ACC

4-1 適応性評価

送り出し温度と送風量を変えた場合のダクト内の空気の温度低下量（送り出し部温度と吐き出し部温度の差）より単位面積あたりの放熱量（図-6）を求めた。その結果、本システムにおいて165 W/m²～650 W/m²までの範囲で熱量を得られえることが確認でき、融雪に十分な必要熱量が得られた。

また、求められた放熱量から温度、風量、放熱量の相関図（図-7）を作成した。この相関図を作成することで、排熱源の排気温度と風量に対し、どの程度の融雪能力の空気媒体融雪施設を設置可能か判断することが可能となった。

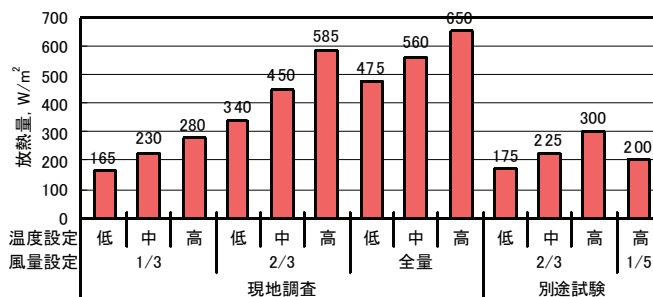


図-6 平均放熱量

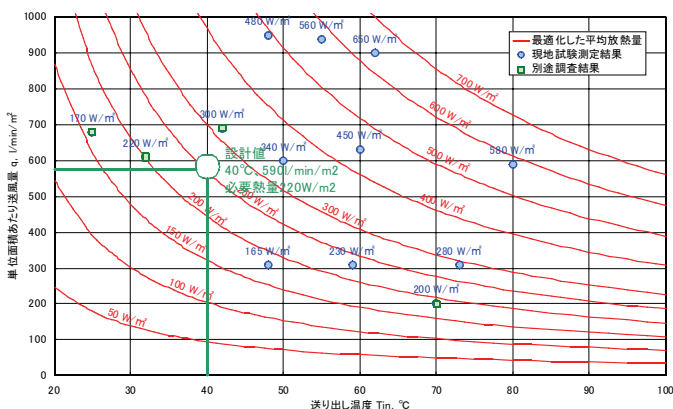


図-7 温度-風量-放熱量相関図

4-2 融雪可能延長の検討

空気媒体を利用した融雪施設の問題点として、空気は温度が低下しやすいという特性がある。本融雪施設でも熱源から離れるほど送り出し温度は低くなり、末端部ほど放熱量が低下しやすい状況にある。しかし今回の実証試験の結果では写真-3に示すように融雪ムラがなく、末端部まで十分に融雪が行われていた。この理由として、送風温度は末端部にむけ下がる一方ではあるが、送風量は圧力損失が少なくなる分末端部に向け多くなっており結果として概ね同じ放熱量となったと思われる。



写真-3 均一な融雪状況

そのため、今後、融雪延長の長い融雪施設を設置する際においても、図-7に示した温度と風量のバランスを保てば均一な融雪が可能であると言える。ただし、必要熱量にも最低送風温度が存在し、また送風管の径によって送風量にも限界があることから、融雪延長にも限界はある。以上のことから、今回導入した施設同様に送風管径150 mm（最大風速上限15 m/s）の条件における必要熱量を変えた場合の融雪可能延長について試

算を行った。図-8にその結果を示す。
 試算結果から送出温度が40℃では12～21mまで、100℃であれば31～47mまでの延長に対応可能であることが試算結果よりわかった。

5 コスト評価

試行導入した空気熱媒体融雪施設と、既設の温水散水融雪施設におけるコスト比較結果を図-9に示す。今回のようにボイラからの排気ガスを使用する場合の空気熱媒体融雪施設では、ヒートパイプ式熱交換機を使用したことから、インシヤルコストは10%(B/A)程度割高となった。しかし、利用する熱源によっては、熱交換せず利用できるクリーンな熱源もあることから、熱交換機を使用しない条件で試算すると25%(A/C)と大幅にインシヤルコストを抑えることも可能となる。またランニングコストの比較においては、排熱を利用することから、従来のようにボイラーの燃料費が不要となるため、今回の場合の比較では半分以上(A/B)に縮減できる。

6 まとめ

これまでの無散水融雪施設は、不凍液等の媒体が配管の腐食などから漏れ出すことや、舗装下配管が敷設されているとライフラインの維持管理も困難であるという課題を抱えていたが、本システムの開発により、配管レス化及び無水化を実現させることができる。また、今回、月浦IC河川水加温散水施設へ試行導入し、実証試験を行った結果から、空気温度を最高80℃、風量最高950 L/min/m²までの間で調整し、165 W/m²から最大で650 W/m²までの放熱量を得られることが確認できた。また、温度-送風量-放熱量の相関図を作成することにより今後、様々な幅広い温度の排熱に対応する空気熱媒体融雪施設の検討が可能となり、歩道沿道のビルや公共施設等からの排気熱有効利用による融雪施設の普及が期待される。

7 あとがき

今後さまざまな熱源を利用した空気媒体融雪施設の普及の可能性はあるが、設計方法等が存在しない状況である。そのため、試験施工などを通じて「路面・消融雪施設等設計要領」への反映を図る必要がある。最後に本検討の実施にあたり調査等に御協力頂いた多数の関係者、試行現場を提供頂いた金沢河川国道事務所に感謝する。

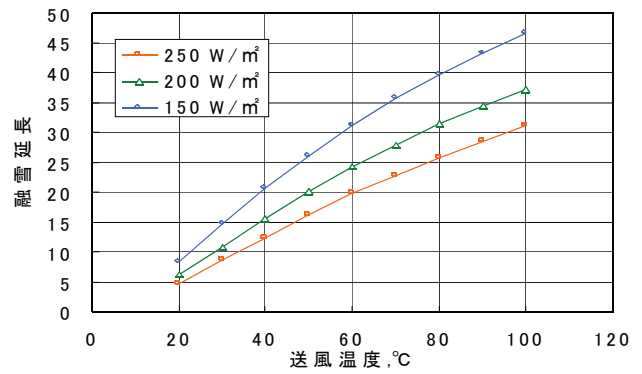


図-8 融雪可能延長試算結果

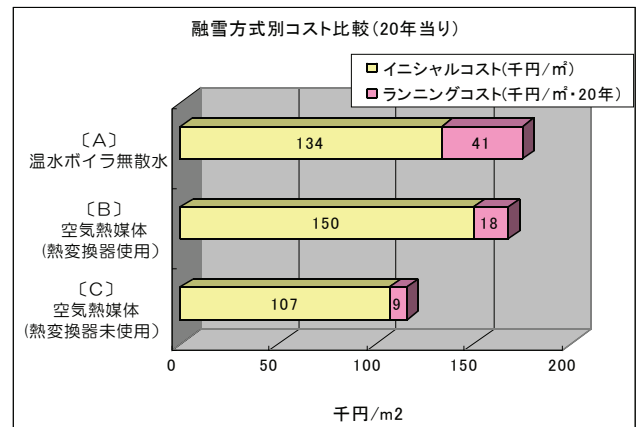


図-9 インシヤル・ランニングコスト比較結果