

薄層樹脂繊維モルタル舗装を用いた融雪舗装の性能向上の検討

株式会社大林組 正会員 ○西川 直仁
株式会社大林組 正会員 山崎 啓三
株式会社大林組 三小田憲司

株式会社大林組 阿部 和久
株式会社大林組 フェロー 黒岩 正夫
株式会社大林組 原嶋 寛

1. はじめに 積雪地域の道路や市街地で機械除雪や散水融雪の適用が困難な場所における路面雪対策に、電熱線や温水管を舗装に埋設した無散水融雪が用いられるが、無散水融雪はエネルギー消費量が大きく維持管理費用の負担が大きいため、一部の地方自治体では既設の無散水融雪施設を停止する動きもある。再生可能エネルギーである地中熱を利用した無散水融雪は、維持管理費用の低い無散水融雪施設として普及が期待されているが、熱源となる地中熱の温度が他の熱源より相対的に低いため、融雪に用いる熱エネルギーの効率的な利用が重要となる。本稿では、筆者らが開発した薄層樹脂繊維モルタル舗装による地中熱利用融雪システムのエネルギーの削減効果について現場実証試験によって確認した結果を報告する。

2. 試験目的 地中熱を用いた無散水融雪では、舗装内に温水や不凍液を循環させる放熱管を埋設するが、舗装の耐久性を確保するためにコンクリート舗装内に 10cm 程度の深さで放熱管を埋設することが多い。一方、放熱管の埋設深さが深くなるほど融雪に必要な熱を舗装表面に伝えるために必要となる循環液の温度は高くなるため、放熱管の位置は舗装表面に近い方が望ましい。筆者らは樹脂繊維を配合した高じん性のモルタルを薄層で施工して放熱管埋設層とすることにより放熱管上の舗装厚さ（かぶり）を小さくし、舗装へ供給する熱エネルギーを削減することを計画し、これを現場実証試験で確認することとした。

3. 試験方法 現場実証試験は、長野県信濃町の民間駐車場に 30m² の試験区画を 4 区画設置し、そのうち 2 区画の舗装を対象として実施した。各区画の舗装断面を図 1 に示す。樹脂繊維モルタル舗装の材料は、ポリプロピレン製の短繊維を配合した早強モルタル（以下、樹脂繊維モルタルとよぶ）とし、24 時間で必要圧縮強度が得られる配合とした。舗装の耐久性については、放熱管を埋設した樹脂繊維モルタル層が、同じ厚さの放熱管のない密粒アスファルト層と同等であることを事前に室内試験で確認した。

融雪設備は、試験区画 1 区画あたり能力 10 kW の地中熱ヒートポンプ 1 台と L=50m の地中熱採熱交換器 2 本を組み合わせたシステムとし、ヒートポンプはサンポット社製の GSHP1001 を用いた。また、地中熱交換器は削孔径 115mm の孔に ϕ 25mm の架橋 PE 管 3 本（送り管 2 本、戻り管 1 本）を専用スペーサーで配置して埋め土したコンパクト分岐管方式の地中熱交換器¹⁾とした。

融雪設備の運転中は地中熱交換器からの採熱量、ヒートポンプの消費電力、舗装表面温度等を 1 分間隔で連続計測した。

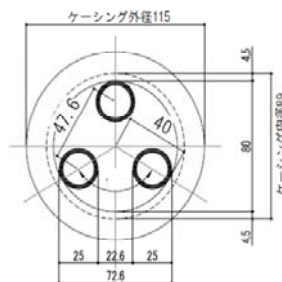
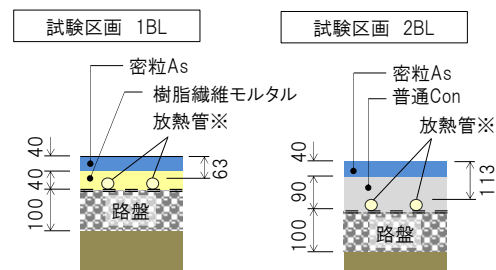


図 3 地中熱交換器断面図



※ 放熱管：架橋PE管 ϕ 13mm@150mm（1・2BL共通）

図 1 試験区画 舗装断面図

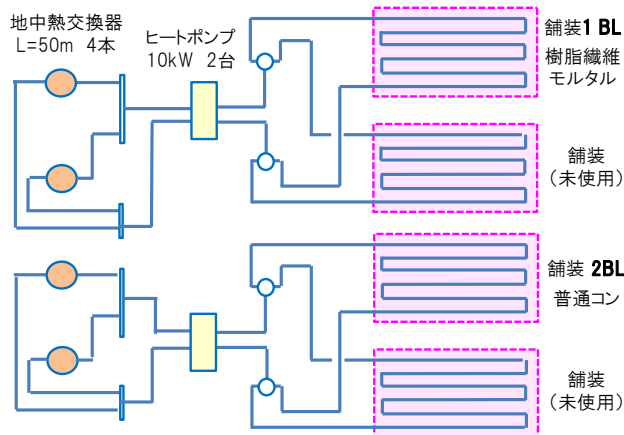


図 2 試験設備 システム系統図

キーワード： 融雪、舗装、地中熱、樹脂繊維モルタル

連絡先： 〒108-8502 東京都港区港南 2-15-2 株式会社大林組技術本部環境技術第二部 TEL: 03-5769-1057

4. 試験結果 現場実証試験の設備は2015年10月～11月に構築し、2015年12月～2016年4月に運転及び測定を実施した。薄層樹脂繊維モルタル舗装の施工状況を写真1に、実証試験の実施状況を写真2に示す。試験期間中は複数の設備運転条件で試験を実施したが、本報では一定の積雪時に1BLと2BLの舗装表面温度が同じになるように運転した。2016年1月29日～2月6日の試験結果について報告する。

気象庁アメダス（信濃町）による試験期間中の外気温と日降雪量を図4に示す。試験期間中の外気温はほぼ一貫して0℃以下であり、試験前半には時間1～3cmの断続的な降雪があった。

放熱管循環液の送り温度を、1BL（樹脂繊維モルタル舗装）を22℃、2BL（普通コンクリート舗装）を25℃に設定し、図5に示すように1BLと2BLの舗装表面温度が同じとなるようにした。

試験期間中の地中熱採熱交換器からの採熱量と融雪舗装での放熱量を図6及び図7に示す。1BLでは、ヒートポンプの日中の稼働率が低下している期間だけでなく、平常運転時においても、2BLより少ない地中熱採熱量でほぼ同じ放熱量が得られていることがわかる。

ヒートポンプ本体の消費電力と成績係数（COP）を図8及び図9に示す。COPはヒートポンプ採熱量を消費電力で

除した値であり、COPが高いほど効率が高い事を示す。ヒートポンプ本体の消費電力は1BLの方が平均で約30%小さかった。平常運転時のヒートポンプのCOPは1BLが6.0、2BLが4.4であり、低温の循環液（エチレングリコール40%）で熱供給した1BL舗装の省エネルギー性の優位が明らかであった。

5. まとめ 樹脂繊維モルタルを用いた薄層舗装に放熱管を埋設した地中熱融雪システムの現場実証試験を行った結果、従来の普通コンクリート舗装に放熱管を埋設する場合と比較して融雪舗装に送る循環液温度を低くし、消費エネルギーを削減できることを確認できた。本舗装は、地中熱以外の熱源による融雪システムにも適用が可能である。また、本舗装は大規模なプラントや打設時の締め固め作業が不要であり、養生期間が短い等、施工性の面でも多くの利点を持つ舗装であり、今後、適用を広げてゆきたい。

参考文献

- 1) 三小田・原嶋 (2015) オフィスに導入したコンパクト分岐管方式地中熱ヒートポンプシステムの運転実績, 平成27年度空気調和・衛生工学会大会学術講演論文集



写真1 施工状況(1BL)



写真2 現場実証試験状況

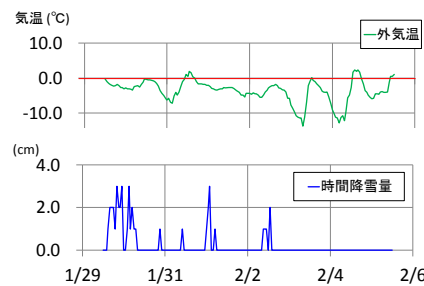


図4 気象条件

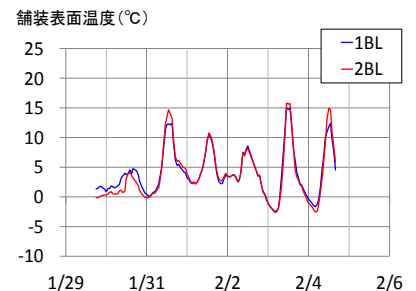


図5 舗装表面温度

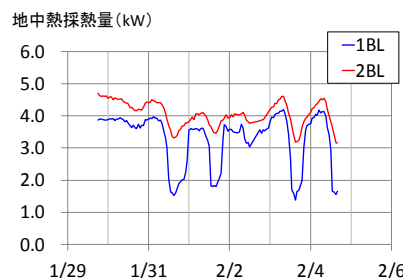


図6 地中熱採熱量

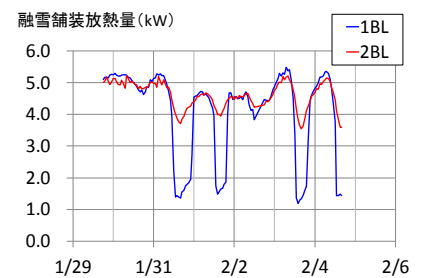


図7 融雪舗装放熱量

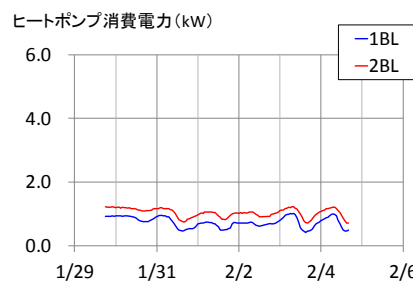


図8 ヒートポンプ消費電力

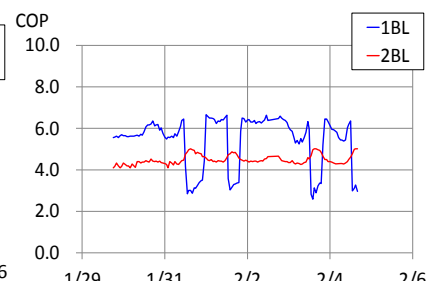


図9 ヒートポンプCOP