

河川水を利用した無散水融雪設備の路面加温効果

日揮プラントイノベーション	正会員	○山元謙侑
福井大学大学院	正会員	寺崎寛章
福井大学大学院	正会員	齊田 光
福井大学大学院	正会員	福原輝幸

1. 序論

積雪寒冷特別地域に属する兵庫県但馬地方は積雪地域と非積雪地域の境界にあるため、ノーマルタイヤ装着の車による交通事故が多発している地域である。そのため、降雪量が少ない地域においても除雪作業や融雪設備の設置などの対策が進められている。

中でも近年、自然エネルギーを用いた無散水融雪設備が注目されている。平成24年度より供用を開始した兵庫県北近畿豊岡自動車道路の円山川に架かる市御堂大橋(兵庫県朝来市和田山)では、全国で初めて河川水熱を利用した無散水融雪設備が導入された(Fig. 1 および Fig. 2 を参照)。河川水熱は地中熱に比べて低熱源ではあるが、大きな熱容量を持ち、安定した熱供給が期待できる。加えて河川水の熱源は地上に存在するため、採熱のインシヤルコストは安くなる。また採熱部と放熱部(道路)の間の距離が短いことから、設備およびランニングコストを抑えることができ、経済性に優れている。

本研究では、冬期の長期観測により河川水熱を用いた

市御堂大橋の無散水融雪設備の性能評価を行ったので、その結果の一部を報告する。

2. 橋梁無散水融雪設備概要

市御堂大橋における橋梁無散水融雪設備概要を Fig. 3 に示す。本システムは取水管、取水した河川水を貯める貯水槽(幅 10m, 奥行 2m, 高さ 2m)、貯水槽と無散水融雪舗装の間の送水管および無散水融雪舗装(融雪面積 4516m²)から成る。

河川水熱の移動は以下の通りである。取水ポンプにより円山川から取水した河川水は取水管を通り貯水槽へ向う。さらに循環ポンプにより河川水は送水管、無散水融雪舗装中の放熱管に送られ、熱を放出した(路面を暖めた)後、円山川に戻される。無散水融雪区間は 573m であり、融雪舗装は 7 つのユニットで構成される。また、循環ポンプは舗装温度を空間的に均一にするために、送水方向を 30 分毎に切り替える(逆にする)ように制御される。現状の融雪運転は路面温度が 3℃以下になると開始し、5℃以上になると停止される。



Fig. 1 市御堂大橋の位置

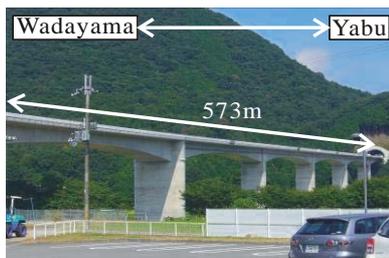


Fig. 2 市御堂大橋全景

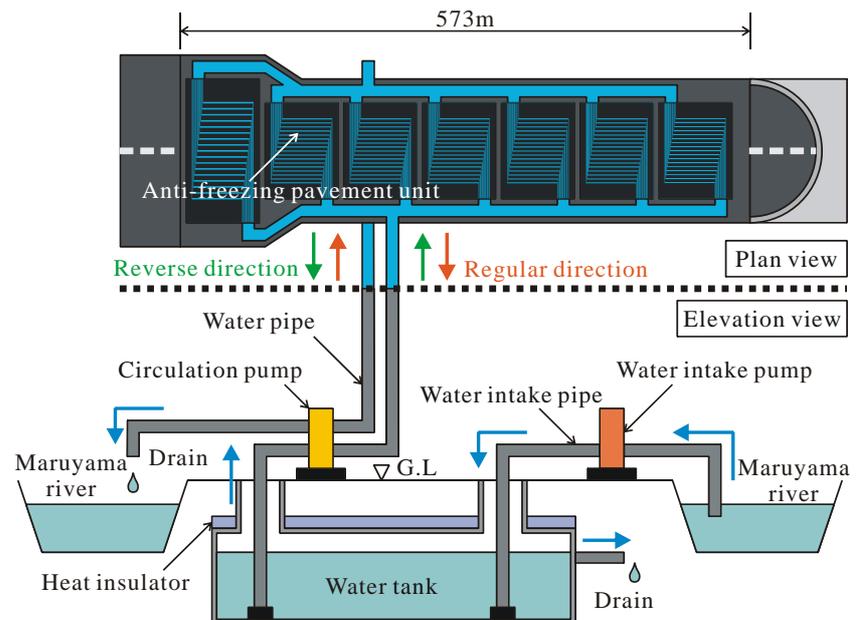


Fig. 3 市御堂大橋における橋梁無散水融雪設備概要

キーワード：河川水，無散水，融雪，路面温度，橋梁，自然エネルギー

連絡先：〒910-8507 福井市文京 3-9-1 福井大学工学部建築建設工学科 環境熱・水理研究室 TEL 0776-27-8595

3. 観測概要

冬期における無散水融雪設備の性能評価のために2013年12月25日16:00~26日10:00にかけて集中観測を行った。その際、車両先端に放射温度センサーを設置し、路面温度分布を測定するサーマルマッピングを2時間ごとに、路面温度可視化のための熱画像撮影を1時間ごとにそれぞれ行った。また、既設のセンサーにより橋梁部の路面温度、流体温度、河川水温および微気象を測定した。なお、期間中、送水方向の切替は中止した。

4. 観測結果

融雪運転は2013年12月25日17:00~26日7:50にかけて行った。Fig. 4は当該システムに関与する温度の経時変化を示す。ここに、 T_a は外気温、 T_r は河川水温、 T_{hi} は放熱管入口温度、 T_{ho} は放熱管出口温度、 T_{ba} は橋梁部融雪舗装温度および T_{ga} は土工部普通舗装温度を示す。なお、図中の黄色部分は融雪システム運転期間を示す。 T_a は運転開始時に2.8℃であったが、朝方には-1.4℃にまで低下した。 T_r は T_a の影響により運転開始時で9.6℃、その後、単調低下して朝方で7.0℃となった。また、 T_r と T_{hi} は同程度であり、取水管から放熱管入口までにおける熱損失は無視できる。 T_{hi} と T_{ho} の間には約2℃の温度差が生じた。気温の低下とともに T_{ga} は0.7℃まで低下したのに対し、 T_{ba} は2.5℃に留まった。これより、河川水熱による路面温度低下の抑制が確認できた。

Fig. 5およびFig. 6は融雪システム停止時(夕方)および運転時(明け方)のサーマルマッピングと熱画像の結果を示す。前図横軸の0を境に負は土工部を、正は橋梁部を示す。停止時の平均路面温度 \bar{T}_s は土工部で約7.6℃、橋梁部で約6.5℃となり、地盤からの熱供給を受け、土工部の方が橋梁部より高かった。一方、運転時の \bar{T}_s は土工部で約-0.1℃、橋梁部で約0.4℃であり、路面温度は橋梁部の方が土工部より約0.5℃高くなった。熱画像からも融雪システム運転時では橋梁部は土工部より温度が高いことが伺える。

Fig. 7は放熱管出入口水温と流量より計算された放熱管から橋梁部融雪舗装への放熱フラックスの経時変化を示す。観測期間中の平均放熱フラックスは安定しており、約42W/m²であった。

5. 結論

本研究では河川水熱を利用した無散水融雪設備の路面加温効果を調べた。その結果を以下に列挙する。

- 1) 河川水温は最低でも約7.0℃あり、凍結防止に適用可能な温度レベルにある。
- 2) 橋梁部融雪舗装の最低温度(2.5℃)は土工部普通舗装温度のそれ(0.7℃)と比較して1.8℃高く、橋梁部での

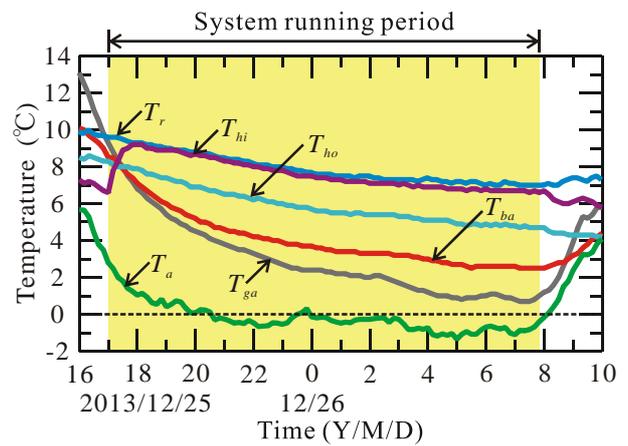


Fig. 4 各位置における温度の経時変化

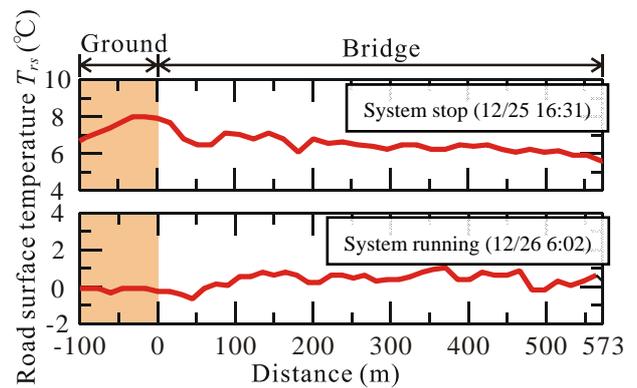


Fig. 5 融雪システム停止時および運転時のサーマルマッピング

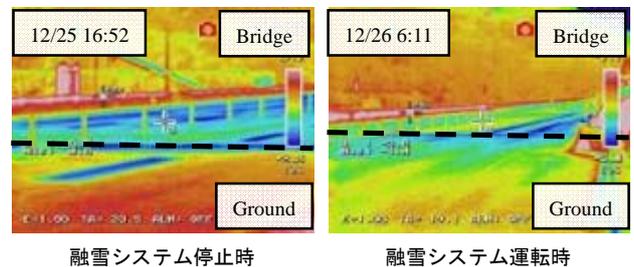


Fig. 6 融雪システム停止時および運転時の熱画像

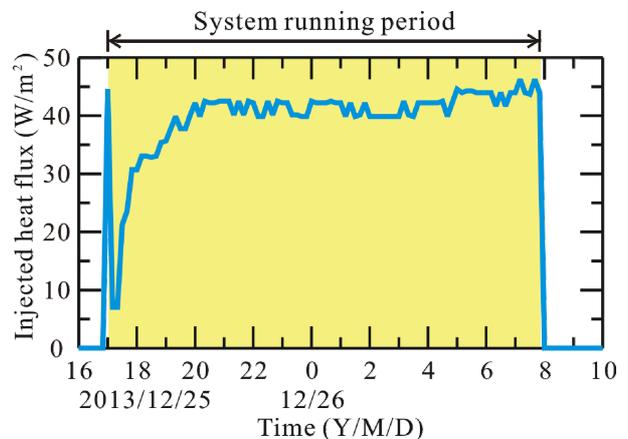


Fig. 7 放熱フラックスの経時変化

路面凍結抑制効果を確認することができた。

- 3) 橋梁部融雪舗装へ供給された河川水熱フラックスは時間的に安定し、約42W/m²であった。