

## 河川水熱利用による市御堂大橋の無散水融雪の性能評価

福井大学大学院 学生会員 ○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 福原輝幸

## 1. はじめに

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、大きな熱容量を持っているため、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、採熱のイニシャルコストは安く、また採熱部と放熱部(道路)の間の距離が短いことから、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. 無散水融雪設備概要

市御堂大橋における無散水融雪設備の概要を 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を結び付ける送水管および無散水融雪舗装(融雪面積 4516m<sup>2</sup>)から成る。円山川から取水した河川水は取水ポンプを用いて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を循環し、自身の熱を放出した(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、無散水融雪舗装は 7 つの融雪ユニットで構成されている。また、循環ポンプは舗装温度を空間的に均一にして凍結を防ぐために、送水方向を 30 分毎に切り替えるように制御される。融雪運転は路面温度が 3℃

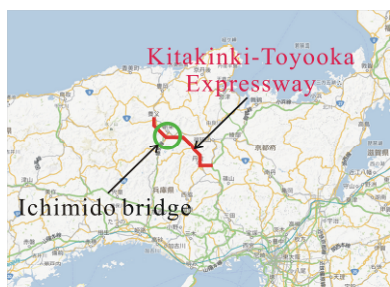


Fig. 1 市御堂大橋の位置



Fig. 2 市御堂大橋

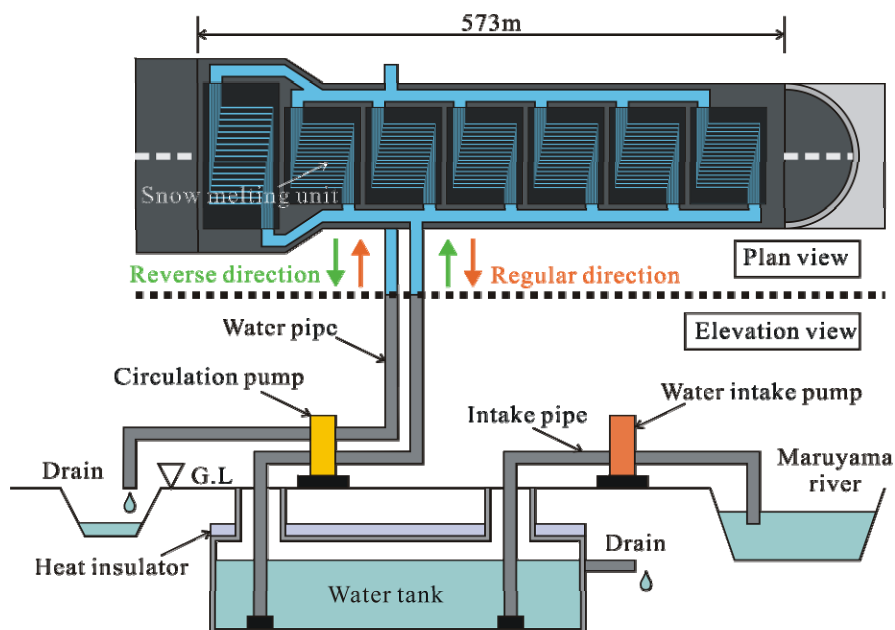


Fig. 3 市御堂大橋における無散水融雪設備の概要

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

以下になると開始し、5℃以上になると停止する。

### 3. 観測方法

河川水温については2012年12月25日～2013年2月19日の期間中、取水口近くに取り付けた熱電対により10分毎に測定された。また、ロードヒーティングの効果を調べるために、2012年12月1日～2013年2月19日の期間中、熱電対により土工部通常舗装および橋梁部融雪舗装の舗装温度を10分毎に測定した。測定位置は土工部で地表面下25mm、橋梁部で地表面下15mmであった。なお、気温は気象庁和田山観測所の1時間毎のデータを用いた。

### 4. 観測結果

#### 4.1. 河川水温

冬の12月から2月にわたる月毎の河川水温をTable 1に示す。測定期間中の平均河川水温は約7.1℃であり、兵庫県養父市で歩道融雪に用いた浄化槽の水温と同程度であった<sup>1)</sup>。月平均最高温度と月平均最低温度の平均温度差は約2.5℃であり、温度変化は小さい。月平均最低水温は5℃以上あり、円山川の河川水熱は融雪あるいは凍結防止に対して有望な熱源である。

#### 4.2. 舗装温度と気温

Fig. 4は土工部通常舗装における日最低舗装温度 $T_{gp}$ と日最低気温 $T_a$ の関係を示す。 $T_a - T_{gp}$ 関係は線形的であり、Eq. (1)で表される。

$$T_{gp} = 0.9T_a + 1.8 \quad (1)$$

Eq. (1)より $T_a \leq -2^\circ\text{C}$ になると路面凍結の可能性が示唆される。Fig. 5は橋梁部融雪舗装における日最低舗装温度 $T_{bp}$ と日最低気温 $T_a$ の関係を示す。 $T_a - T_{bp}$ 関係も土工部と同様に線形的であり、Eq. (2)で表される。

$$T_{bp} = 0.6T_a + 2.7 \quad (2)$$

Eq. (1)およびEq. (2)より $T_a \leq 3^\circ\text{C}$ で $T_{gp} < T_{bp}$ となる。また、 $T_a \leq -5^\circ\text{C}$ になると橋梁部融雪舗装で路面凍結の可能性が生じると推察される。

以上より、河川水熱を利用した無散水融雪設備を導入した橋梁部では凍結し難いことが分かった。

### 5. おわりに

本研究では冬期における河川水熱を利用した市御堂大橋における無散水融雪設備の性能評価を行った。その結果、以下のことが明らかになった。

Table 1 冬期における月毎の河川水温

|            | 12月 | 1月  | 2月  |
|------------|-----|-----|-----|
| 月平均温度(℃)   | 7.8 | 6.6 | 6.8 |
| 月平均最高温度(℃) | 8.8 | 8.1 | 8.4 |
| 月平均最低温度(℃) | 7.0 | 5.3 | 5.6 |

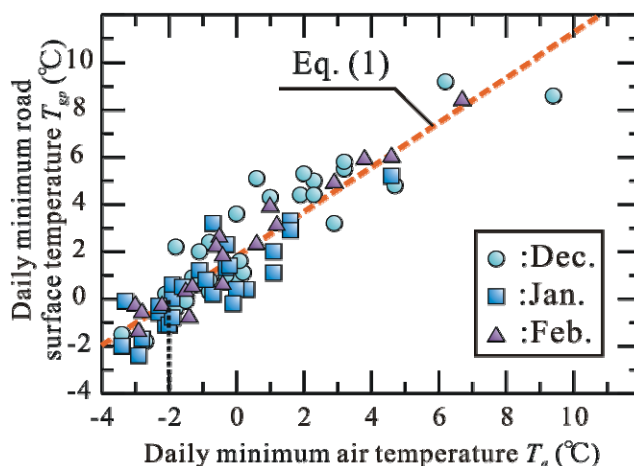


Fig. 4 土工部通常舗装における日最低舗装温度と日最低気温の関係

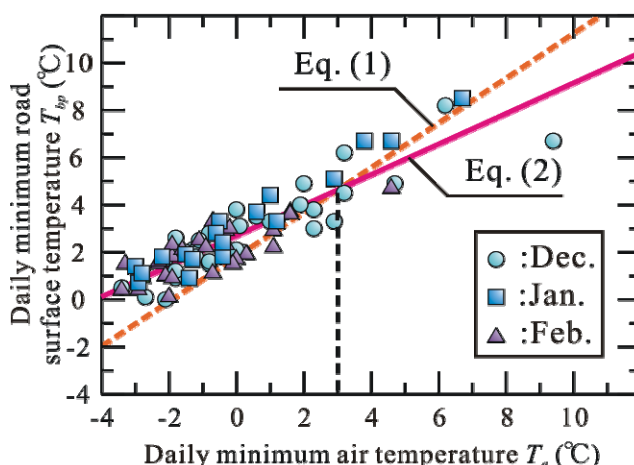


Fig. 5 橋梁部融雪舗装における日最低舗装温度と日最低気温の関係

- (1) 平均河川水温は約7.1℃であり、円山川の河川水熱は融雪あるいは凍結防止に有効である。
- (2) 市御堂大橋において気温が3℃以下の時、橋梁部融雪舗装の日最低舗装温度は土工部通常舗装のそれより高く、河川水熱による路面の加温(凍結防止)効果が確認できた。

### 参考文献

- 1) 山岸俊之, 渡邊洋, 福原輝幸: 浄化槽地中熱採集システムによる歩道融雪(STGHCシステム), 寒地技術論文・報告集, Vol. 21, pp. 847-850, 2005.