

防火水槽熱融雪システムの性能に関する一考察

(株)平成建設 正会員○青山恵理 寒地土木研究所 正会員 藤本明宏
 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
 福井大学 正会員 齊田 光 (株)ホクコン 非会員 谷口晴紀

1. はじめに

近年, CO₂ 削減のために自然エネルギーを用いた無散水融雪システムが注目されている. 無散水融雪舗装は, 舗装内に埋設された放熱管に温かい熱輸送流体を流すことで舗装を温め融雪する. 従来, 自然エネルギーを用いた無散水融雪舗装は, ランニングコストは安い一方で, インニシャルコストが高いため, 普及の妨げとなっていた. そのため筆者らは, インニシャルコストを抑えるために既存の地中埋設型防火水槽に着目し, その流体熱を利用した無散水融雪システムを福井大学医学部附属病院(福井県吉田郡永平寺町)の歩道に全国で初めて導入した¹⁾.

本研究では, 平成 24 年度冬期において当該システムの融雪性能評価を行ったので, その結果の一部を報告する.

2. 防火水槽熱融雪システムの概要

Fig. 1は防火水槽熱融雪システムの概要および熱輸送流体の流れを示す. 当該システムは, 防火水槽(幅7.2m, 奥行き3.4m, 高さ2.4m, 土被り厚0.5m), 行き(または戻り)送水管(119m)および無散水融雪舗装(幅1.6m, 面積135.4m²)から構成される. 無散水融雪舗

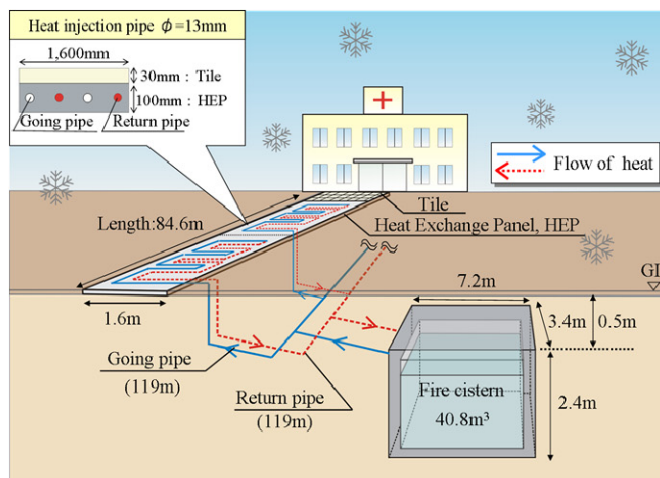


Fig. 1 防火水槽熱融雪システムの概要

装は厚さ30mmの化粧タイルおよびその下にある厚さ100mmの熱交換パネルから成る. 放熱管は熱交換パネル内(地表から深さ55mmの位置)に, 送水管は地表から深さ0.53mの地盤にそれぞれ埋設されている.

当該システムは, 夏期に路面で吸収された太陽熱を回収することで路面冷却を行うと同時に, 回収した熱を防火水槽および周辺地盤に蓄熱し, 冬期の融雪に利用する. このような季節蓄熱によって, より安定的な融雪性能が期待できる.

3. 野外観測

2012年12月31日から2013年1月11日まで実施した野外観測結果の一部を紹介する. 野外観測では防火水槽, 行き(および戻り)送水管および放熱管の水温, 地盤温度, 舗装温度を既設の熱電対により, 融雪状況を定点カメラにより, それぞれ10分毎に調べた.

4. 野外観測結果

4.1 融雪状況

Fig. 2は融雪状況の一例を示す. 1月10日23:00の普通舗装上には約30mmの積雪が観られたが, 無散水融雪舗装上に積雪はなかった. また, Fig. 2中の左上の

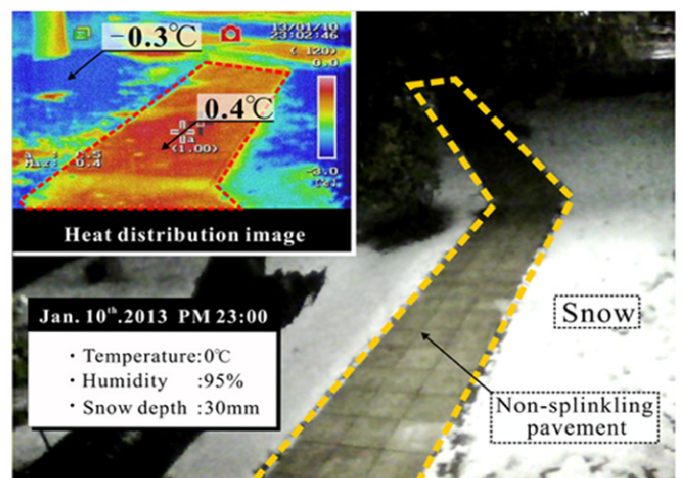


Fig. 2 2013 年 1 月 10 日の融雪状況

キーワード: 無散水融雪舗装, 防火水槽熱, 野外観測, 供給熱フラックス, 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

熱分布画像で示すように、筆者らの観察の範囲内では無散水融雪舗装上で凍結は生じなかった。

4.2 気象

Fig. 3は気温 T_a ($^{\circ}\text{C}$)および時間降雪強度 I_s (mm/h)²⁾の経時変化を示す。 T_a (図中■)は1月1日13:00に最高(5.9°C)となり、1月1日4:00に最低(-0.3°C)となった。主な降雪は1月1日1:00~12:00であり、 I_s (図中○)は1月1日4:00に最大 50mm/h となった。なお、観測期間における累積降雪深は 200mm であった。

4.3 路面温度および防火水槽内水温

Fig. 4は、防火水槽内水温 T_{wt} ($^{\circ}\text{C}$)、深さ 45mm における普通舗装温度 T_{pn} ($^{\circ}\text{C}$)および融雪舗装温度 T_{ps} ($^{\circ}\text{C}$)の経時変化をそれぞれ示す。図中の灰色(12月31日16:00~1月1日15:00)は融雪稼働($T_{ps} \leq 3^{\circ}\text{C}$:稼働, $4^{\circ}\text{C} \leq T_{ps}$:停止)を示す。融雪稼働前の T_{pn} (図中▽)と T_{ps} (図中■)の間に差はなかった。その後の融雪稼働の間、 T_{pn} は約 1°C まで低下したが、 T_{ps} は殆ど低下せず、 $2\sim 3^{\circ}\text{C}$ を推移した。また、 T_{ps} は1月1日正午からの気温上昇に追従して上昇したが、 T_{pn} は舗装上の積雪のために上昇は観られなかった。

融雪稼働前の T_{wt} (図中▲)は約 7°C で一定であったが、融雪稼働に伴い 5°C まで低下した。なお、Fig. 4には示していないが、融雪稼働終了後に防火水槽周辺地盤からの熱供給を受け T_{wt} は回復(上昇)した。

4.4 歩道への供給熱フラックス

熱交換パネルへの供給熱フラックス E_{sup} (W/m^2)は、以下の式(1)で求められる。

$$E_{sup} = \rho c Q (T_{in} - T_{out}) / A_p \quad (1)$$

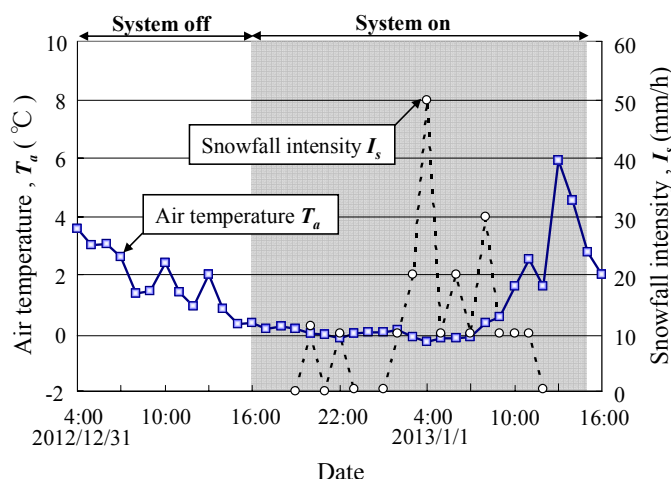


Fig. 3 気温および時間降雪強度の経時変化

ここに、 ρc : 水の体積熱容量($\text{J/m}^3\text{K}$)、 Q : 放熱管循環流量(m^3/s)、 T_{in} : 放熱管入口流体温度($^{\circ}\text{C}$)、 T_{out} : 放熱管出口流体温度($^{\circ}\text{C}$)および A_p : 熱交換パネル1枚の面積(19.2m^2)をそれぞれ示す。

Fig. 4 には E_{sup} (図中◇)の経時変化も併示する。 E_{sup} は融雪稼働開始直後に 105W/m^2 に達し、その後は $70\sim 90\text{W/m}^2$ で推移した。また、12月31日22:00以降の E_{sup} と T_{ps} は負の相関にあり、 E_{sup} は T_{ps} が下がると増大し、舗装が温められることで低下することが分かる。

5. おわりに

本研究では、福井大学医学部附属病院の歩道に導入された防火水槽熱融雪システムの性能を調べるために、野外観測を行なった。その結果、融雪舗装では防火水槽からの熱供給による融雪および凍結防止効果が確認できた。今後は夏期の蓄熱量が冬期の融雪に及ぼす影響を評価する。

参考文献

- 1) 藤本明宏, 福原輝幸, 谷口晴紀, 山田眞大: 防火水槽熱を利用した病院のバリアフリー歩道—平成22年度冬期の融雪・凍結防止状況—, 土木学会第66回年次学術講演会講演概要集, Vol. 66, IV-237, pp. 473-474, 2011.
- 2) 気象庁: 過去の気象データ(福井市)

謝辞

本研究は、平成24年度 公益信託奥村組建設環境技術助成基金(代表 寺崎寛章)を受けたものである。ここに記して謝意を表す。

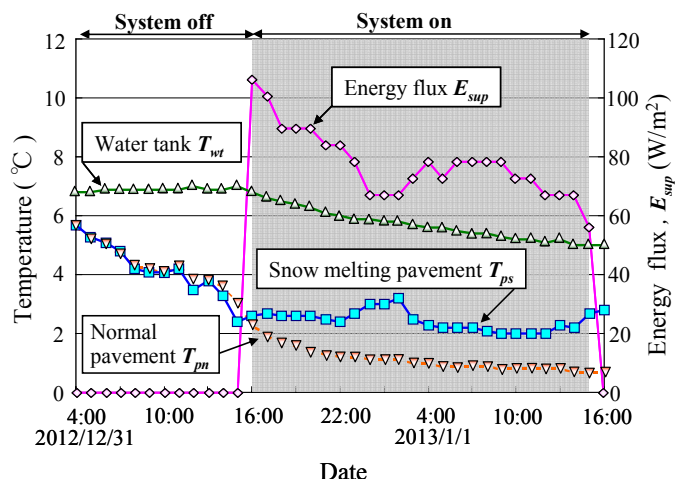


Fig. 4 防火水槽、普通および融雪舗装温度、供給熱フラックスの経時変化