

Ⅶ-36 季節蓄熱方式による八井谷チェーン着脱場の無散水融雪システム ー地下貯水槽蓄熱システムと掘削杭熱交換システムによる無散水融雪ー

建設省近畿地建 正会員 川崎和来*
同上 山下良男*
福井大学工学部 正会員 福原輝幸**

1. はじめに 八井谷チェーン着脱場は国道9号線の兵庫県美方郡村岡町（兵庫県の最高峰水ノ山の麓、標高約340m）に位置し、1997年冬期より暫定供用開始される予定である。この地域は積雪量が多く、冬期には京阪神からスキー客がハチ北高原などのスキー場に集中することにより、チェーンの着脱が必要となる箇所である。一方、夏期は日本海へ向かう行楽客の中継基地となることから、快適で安らぎのある休憩施設（「たまり」空間）の機能が要求される。よって、こうした地域性に加え、利用者のチェーン着脱の快適な作業性を確保するための配慮から、融雪システムには直接路面に水まきをしない無散水融雪システムを採用した。ただし、システム熱源にはエネルギー的な環境保護の観点から、温度レベルは低いものの季節的に安定した地熱を採用し、化石燃料（一次エネルギー）の利用をできるだけ控えた自然エネルギー利用型とした。さらに、公共施設の有する地域性を重視し、多目的な利用ができるような施設・設備作りに留意した。例えば、熱媒体として利用される水を貯留する地下タンクは、災害時の生活用水、防火用水および植樹散水用水の調節池としての利用も考えている。

ここでは、小規模ながら、昨冬現地に実施した無散水融雪システムの融雪実験結果を紹介する。

2. 地熱利用のコンセプト 本システムにおける地熱利用のコンセプトは従来の融雪システム、すなわち地熱を融雪のみの熱源と考える冬期間利用型ではなく、年間の路面温度変化に着目した通年利用型にある。これは季節蓄熱による熱エネルギー利用と結びつく。その理由は2つある。1つは、相対的に地熱は夏期の気温よりも低く、冬期の気温よりも高いからである。夏期には地熱を冷熱源として路面の冷却に、冬期には地温を温熱源として路面の昇温に利用できれば、1つの設備を有効に活用できる。もう1つは、地熱の一方的な抽出は地温の熱的障害をもたらす危険性があるからである。長期的な地熱利用は年間を通した熱エネルギーバランスの上に成り立つものである。

3. 無散水融雪システムの概要 Fig. 1に八井谷における2種類の無散水融雪システムを示した。4900m²の駐車場のうちの1120m²は地下タンク蓄熱（地下貯水槽蓄熱）システムにより、310m²の歩道は掘削杭熱交換（熱交換杭）システムにより、それぞれ融雪される。地下貯水槽（以下、貯水槽）の熱貯蔵効率を比較検討するために、鋼製蓄熱槽（直径4.5m、長さ80m）と铸铁製蓄熱槽（直径2.6m、長さ240m）の2種類とした。さらに、温度レベルの低い地熱を効率的に活用するために、従来の貯水槽蓄熱システム¹⁾に対して、新たにステンレス製の集熱器を貯水槽と無散水舗装の間に設ける。これにより、冬期には無散水舗装内を循環して冷却した水を昇温させ、貯水槽に貯蔵する。また、駐車場の舗装の下部には熱エネルギーを舗装表面（舗装厚3cm）まで効率よく伝えるために、熱伝導率を向上させた珪石骨材入りプレキャスト放熱板（内径1.5cm、放熱管ピッチ10cm、被り厚3cm）が使用される。

熱交換杭は筆者等が採用している2重管（外管内径8.2cm、内管内径5cm）であり²⁾、今回は採熱試験に基づき、長さは100mとし、12本が打ち込まれる。

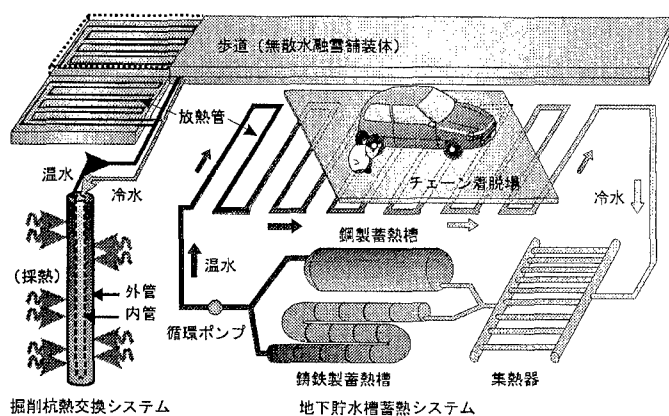


Fig. 1 八井谷チェーン着脱場における無散水融雪システム

キーワード：無散水融雪システム、季節蓄熱、地熱

*〒668 豊岡市幸町 10-3 TEL 0796-22-3126

FAX 0796-24-5267

**〒910 福井市文京 3-9-1 TEL 0776-23-0500 内線 2809

FAX 0776-27-8746

なお、歩道の舗装も珪石骨材入りプレキャスト放熱板(内径1.5cm、放熱管ピッチ10cm、被り厚3cm)が使用される。

4. 無散水融雪実験結果 1996年12月より、試験的に掘削杭熱交換システムによる融雪実験を実施した。その融雪状況を示したものが **Photo. 1** (1997年2月21日)であり、積雪しているのが通常舗装、融雪されているのが無散水舗装である。各舗装の大きさは実際に使用されるプレキャスト放熱板と同じ $2.2 \times 2.7\text{m}$ であり、表面にはアスファルト舗装(厚さ5mm)と同じ熱抵抗を持つ黒色ゴムテープが貼られる。

次に、**Fig. 2** には1997年1月20日から22日にわたる通常舗装および無散水舗装における積雪深の経時変化を示した。降雪は21日12時頃から始まり、時間降雪深4~6cmの激しい降雪が6時間程度続いた。このため、通常舗装の積雪は著しく、18時で0.25mに達した。一方、無散水舗装でも積雪は確認されたが、18時で0.08mであった。翌日(22日)の9時には夜間降雪により、通常舗装の積雪深は0.3mとなったが、無散水舗装では逆に融雪が完了していた。

Fig. 3 は同日における無散水舗装の出入口温度、両舗装の温度(黒テープの下面温度)、気温および舗装に供給される熱エネルギーフラックス密度(単位時間、単位面積当たりの熱流束)の経時変化である。21日は未明に暖気が流れ込み、昼頃から強い寒気変わったために、気温(--)は20日と違って特異な挙動を呈する。図中の矢印で示すように21日の昼頃からの降雪により、入口温度(■)および出口温度(▲)は共に低下し、両者の温度差は広がる。よって、熱エネルギーフラックス密度(○)は降雪前の約 0.1KW/m^2 から降雪後には約 0.22KW/m^2 に上昇する。さらに、降雪前の無散水舗装の温度(▽)が通常舗装の温度(▼)に比べて約 10°C も高いことは注目に値する。熱エネルギーフラックス密度が低い場合でも融雪が可能となることは、降雪前の余熱運転(降雪前に舗装を高い内部熱エネルギーレベルに保つこと)に起因すると考えられる。また、融雪や凍結防止による熱エネルギー損失のみならず、20日12時頃には舗装からの採熱が認められ興味深い。さらに、通常舗装では20日の6時前後で氷点下となり、凍結の危険性が示唆される。地下貯水槽蓄熱システムと掘削杭熱交換システムの融雪能力に大きな差異はないと推察され³⁾、チェーン着脱場(駐車場)の融雪効果も本実験結果に類似すると予想される。

5. おわりに 1997年の冬に暫定供用開始される予定である八井谷チェーン着脱場の無散水融雪システムについて、事前に性能評価を行った。その結果、昨冬の降雪程度であれば概ね良好な融雪が期待できることが判った。今後さらに実験を重ね、無散水融雪に必要な季節蓄熱や熱移動に関するデータを提示したい。

参考文献

- 1) 渡邊、福原、川崎: 地下貯水槽季節蓄熱方式による融雪システムの熱的特性 ― 地下貯水槽と地盤との間の熱伝達特性 ―、土木学会第51回年次学術講演会概要集、VII-256, pp. 512-513, 1996.
- 2) 大木、福原、森山、高橋: 掘削杭熱交換方式による地熱利用と路面融雪システムに関する一考察、土木学会第51回年次学術講演会概要集、VII-255, pp. 510-511, 1996.
- 3) 福原、渡邊: 地盤季節蓄熱による路面温度制御の試み、地下水技術第37巻第11号、pp. 40-46, 1995.



Photo. 1 2月21日の融雪状況(10時)

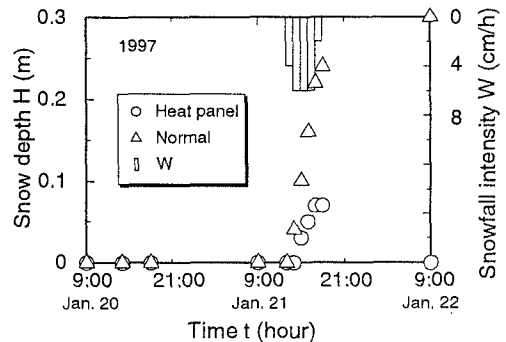


Fig. 2 積雪深および降雪強度の経時変化

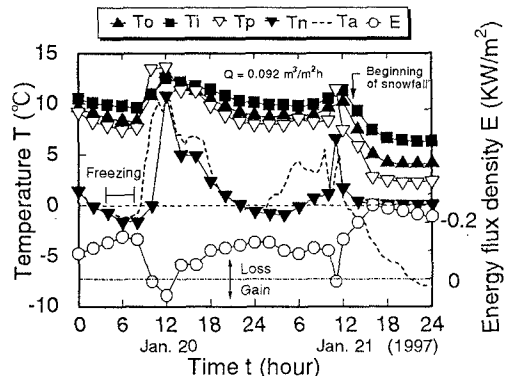


Fig. 3 舗装の温度および熱エネルギー的特性