

VII-123 八井谷チェーン着脱場「道の駅ハチ北」における融雪システムの稼働状況 —1998年冬期—

福井大学工学部 正員 福原輝幸*、渡辺 洋*、脇 敬一*
建設省近畿地建 阪本信弘**、石野圭史郎**、森井和弘**

1. はじめに

平成11年3月、国道9号兵庫県村岡町の八井谷地区に「道の駅ハチ北」が完成した。「道の駅ハチ北」の特長は、周辺にスキー場があり、京阪神からスキー客が集中することである。そこで「道の駅ハチ北」では利用客の安全性と快適性に配慮し、全国に先駆けて地中熱利用による融雪システムが導入された。目的は、チェーン着脱場および歩道の融雪である。駐車場で快適にチェーン着脱ができるように、さらに足元を気にすることなく休憩施設へ行けるように、融雪は無散水方式とした。融雪能力を高めるために放熱管を有する舗装体（コンクリートパネル）の骨材には珪石を使用した。融雪面積は1430m²で、このうち駐車場が1120m²、歩道が310m²である。融雪面積が大きいためにボイラーや電熱方式では維持管理費が嵩むこと、および夏期の路面冷却が期待できないこと、さらには環境面に配慮して、図-1に示すような地中熱利用による2種類の融雪のシステムを設計した。すなわち、駐車場は貯水槽集熱システム（RTECS）、歩道は掘削杭熱交換システム（BHES）である。既に筆者らはBHESに関して、予備試験により融雪および路面冷却効果の有効性を確認している^{1),2)}。

そこで本論文は、昨冬初めて稼動したRTECSに注目し、融雪状況および融雪時の貯水槽水温の挙動について考察する。

2. 融雪状況

筆者らは降雪のあった平成11年1月12日～14日に亘り、初年度の融雪状況を調査した。写真-1および写真-2は1月12日における駐車場（チェーン着脱場）および施設周辺歩道の融雪状況を示す。この前夜、約0.4mの降雪があったが、融雪は順調に進行し、チェーン着脱が容易になった。こうして、融雪設備を備えた「道の駅ハチ北」は利用者から好評を得ている。なお写真撮影時、非融雪部の積雪は約0.6mであった。

3. 融雪時の貯水槽水温および地盤温度特性

RTECSの貯水槽は2種類あるが、ここでは図-1中の鋼製集熱槽（内径4.5m、長さ80m）に注目する。循環流量は45m³/hであり、無散水舗装体から帰ってきた水は貯水槽端の下部に入り、80m離れたもう一方の端の上部から出て、再び無散水舗装体へ向かう。このようにして、貯水槽の水は28.3時間で入れ替わる。

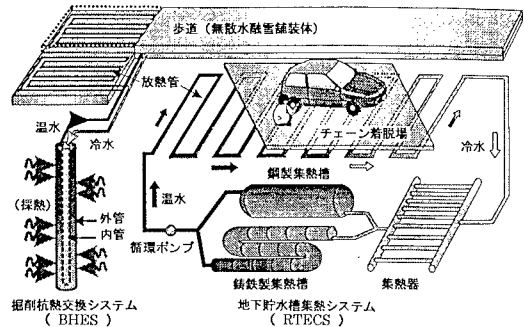


図-1 「道の駅ハチ北」の融雪システム

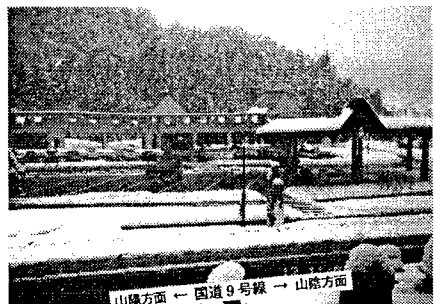


写真-1 貯水槽集熱システムによる駐車場の融雪状況（平成11年1月12日）



写真-2 掘削杭熱交換システムによる歩道の融雪状況（平成11年1月12日）

キーワード：無散水融雪舗装、地中熱、道の駅

* 〒910-8507 福井市文京3-9-1 TEL 0776-27-8595 FAX 0776-27-8746

** 〒668-0025 豊岡市幸町10-3 TEL 0796-22-3126 FAX 0796-24-5267

図-2は貯水槽を垂直に二分する面内（V-面）の水温分布を表す。図中の z/D （ D ：貯水槽内径）は貯水槽内の無次元高さを表し、 $z/D=0$ 貯水槽底部、 $z/D=1$ が頂部に対応する。ただし、 $z/D=0.5$ のデータはV-面に最も近い値が用いられる。融雪前の水温は後の図-4からも判るように、貯水槽上部から下部に向かって低下し、成層化している。平成10年12月31日、平成11年1月3日および4日にシステムは稼動している。稼動とともに無散水舗装体からの低温水が貯水槽下部に流入し、水温は急激に低下するが、その後低下は緩やかになる。この水温低下は上方へ順次伝播しているが、上方に向かうにつれ不明瞭となる。システム停止後、貯水槽下部の水温は急激に上昇し始め、その後上昇は緩慢となる。1月1日から3日に至る2日間で、最下部水温($z/D=0.06$)は約1.3℃上昇する。

一方、最上部水温($z/D=0.94$)は12月31日から1月1日の間で約0.6℃下がったが、その後(システム停止間)は19.3℃を保った。

図-3は貯水槽を水平に二分する面（H-面）内の水温変化である。図中の r/R （ R ：貯水槽半径）は貯水槽中心からの無次元距離を表し、 $r/R=0$ が貯水槽中心、 $r/R=1$ が貯水槽内壁に対応する。内壁から0.5m内側($r/R=0.89$)の水温は、常にそれ以外の水温より約0.1～0.3℃高いものの、水温は水平面内でほぼ一様に変化するとみなされる。

図-4は、12月31日の融雪前、1月1日の最下部水温が最低に達した時点および1月3日のシステム稼動直前の水温分布である。12月31日の水温は17.8℃～19.7℃の範囲にあり、この時期としては高い。原因としては夏期からの蓄熱効果が考えられる。

1月1日には、底部の急激な温度低下のために $0.3 \leq z/D \leq 0.6$ の間で大きな水温勾配が形成される。一方、 $z/D \geq 0.6$ の水温では下部の温度低下に引き擦られるように全体的に低下する。

1月3日には、 $z/D \leq 0.4$ の範囲で水温上昇が認められ、 $z/D \geq 0.6$ での水温低下は止まる。システム稼動停止に伴う水温上昇は底部に近いほど顕著となることより、底部における地盤から貯水槽への熱移動は明快である。

以上のような低温水流入に伴う水温の挙動は、筆者らが福井大学内の直立型貯水槽内で観察された結果と定性的に一致する³⁾。

4. おわりに

平成10年度冬期、国道9号兵庫県村岡町八井谷地区の「道の駅ハチ北」に、地中熱を熱源とする2種類の融雪システム、すなわち貯水槽集熱システムおよび掘削杭熱交換システムが導入された。その結果、駐車場および歩道とも融雪に関して満足できる結果を得た。また、低温水流入に伴う貯水槽水温の低下、その後のシステム駆動停止に伴う水温回復の挙動が明らかとなった。さらに貯水槽水温の変化は鉛直一次的であることが判った。

参考文献

- 1) 川崎和来ほか：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，土木学会第52回年次講演会，1997。
- 2) 川崎和来ほか：地中熱利用無散水融雪システムによる八井谷パーキング場の路面冷却効果，土木学会第53回年次学術講演会，1998。
- 3) 松村量行ほか：浅層貯水槽と地盤との間の季節的な熱相互作用と採熱特性，第43回水工学論文集，1999。

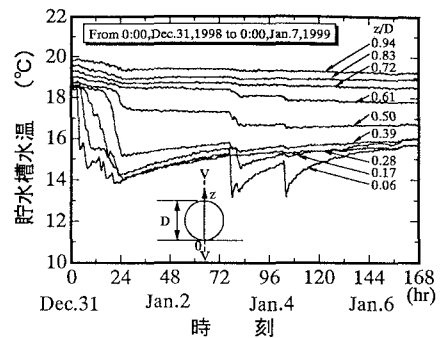


図-2 異なる高さでの貯水槽水温の時系列

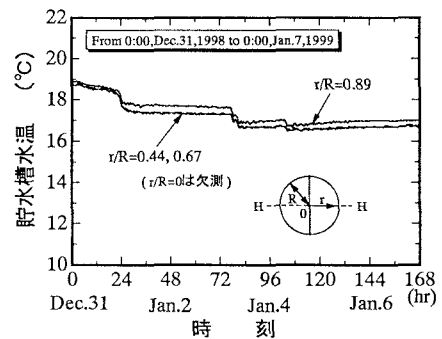


図-3 貯水槽水平面内における水温時系列

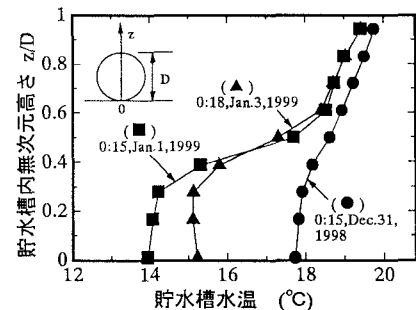


図-4 貯水槽水温鉛直分布