

群杭効果による融雪のための季節間蓄熱実験

福井県 雪対策・建設技術研究所 正会員 ○宮本重信 福井大学工学部機械工学科 竹内正紀
 福井大学工学部機械工学科 永井二郎 福井大学工学部機械工学科 五十嵐俊介

1. はじめに

筆者らは多数の熱交換杭を比較的密な間隔で多数設置すると、熱交換杭の熱拡散の場が相互に干渉する群杭効果で、杭周りの土が一体の巨大な蓄熱槽として機能し、夏の蓄熱は冬まで拡散されずに保存できると考えた¹⁾。この杭群と路面上の融雪面を繋いだ図-1に示す融雪システムでは、夏に循環ポンプを運転するだけで、夏の熱を地中に保存できる。既に、熱収支に基づく数値シミュレーションで、杭を1.5m～2.0mほどの間隔で多数設置すると効果的で、従来の地中熱交換杭の長さを半減できるとした²⁾。ここでは福井市と札幌市で夏の熱を保存しての実験結果を示す。

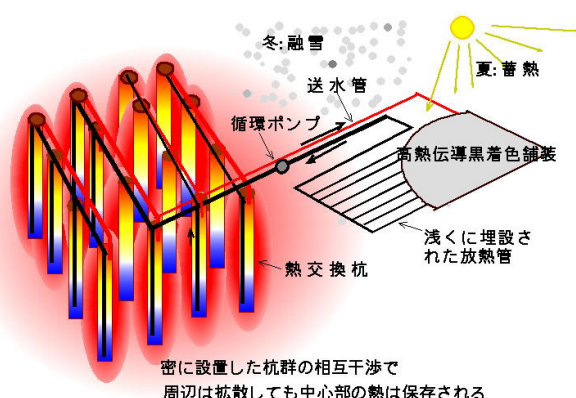


図-1 群杭による季節間地中蓄熱の融雪

2. 福井市内での実験と結果

福井市内に内径127.8mm、外径139.8mm、長さ18mの鋼管杭を1.65mの間隔で5行5列25本の杭を熱交換杭として設置した。循環ポンプで、融雪面からの熱媒体（水）を杭の底までポリ管で送り、底で杭内に出し、杭頭部に周囲から集熱しながら送る。杭頭部からはポリ管で再び融雪面に送る。融雪（集熱）面には面積155.5の鋼繊維補強着色コンクリート舗装を用いた。また融雪面の放熱（集熱）管には鋼管内径16.1mmを15cm間隔に、かぶり40mmで設置した。蓄熱運転は、かぶり50mmの放熱管と放熱管の中間路面温度が杭頭から深さ60cmの水温より、7～9月は8℃高くなるとポンプの運転を開始し、放熱管出口水温と入口水温の差が5℃以下で運転を停止した。10～11月は、それぞれ開始は5℃、停止は3℃、12～3月では開始3℃、停止1℃とした。融雪の運転は、画像処理型積雪センサーで路面積雪の条件で、凍結抑制は路面温度が0.5℃未満でポンプを

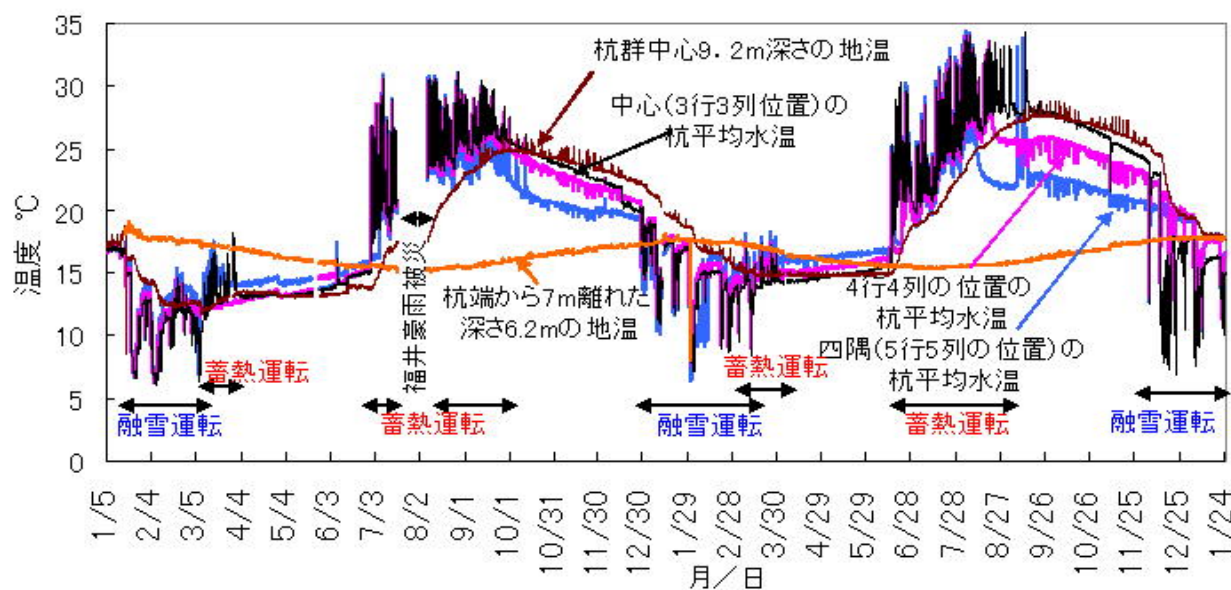


図-2 杭内平均水温、地中温度の変化

キーワード：季節間蓄熱、融雪、群杭、地中熱、熱交換杭、太陽熱

〒918-8108 福井市春日3-303 TEL:0776-35-2412 FAX:35-2445 shi-miya@fklab.fukui.fukui.jp

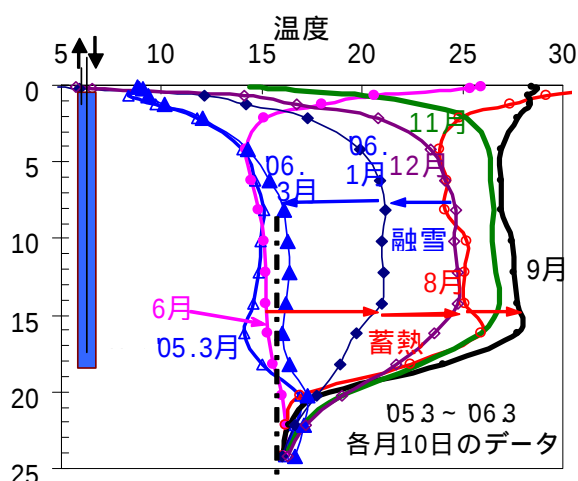


図-3 蓄熱中心点の地温変化（福井市）

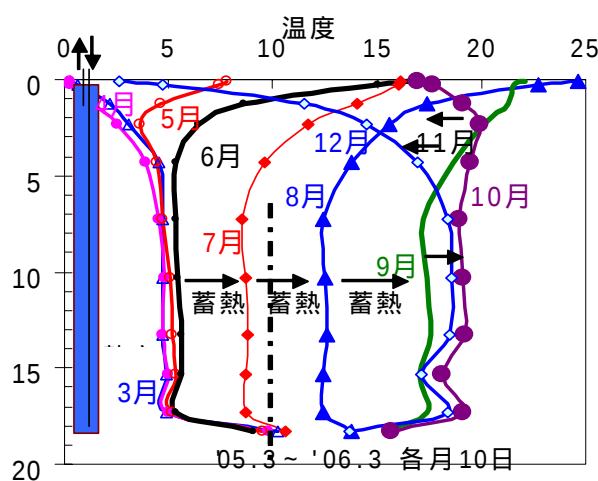


図-4 蓄熱中心点の地温変化（札幌市）

運転し、1.5 以上で停止した。

四隅（1行1列目），中心部（3行3列目），中間（2行2列）の各杭内部の2m，9m，19mの深さに温度センサを設置し，その平均値を杭内平均水温とし，実験期間の'04年1月から'06年3月の変化を図-2に示した．さらに図-2に，杭群周囲から7m離れた地点の深さ6.2mと中心（3行3列目）杭と3行4列の杭との中間地点の深さ9.2mの地盤の温度を示した．融雪運転で杭内水温や杭群内の地温は低下し，3月までの運転でわずかに回復するが，その低下した状態は夏の蓄熱開始まで保持されている．蓄熱が開始されると，急激に杭内水温が，やや時間遅れを伴って地温が上昇している．'05年は，'04年に比べ1ヶ月早い6月の蓄熱開始と福井豪雨被災による約1ヶ月の運転停止がないことから，杭群中心の地温は2.7 高い27.6 に達している．'05年の蓄熱では，1行1列目，2行2列目の杭で途中から循環水が流れなくなった．蓄熱運転停止から12月までの杭内平均水温の低下は1列外側の杭に行くごとに約2～3 大きくなり，温度拡散が中心部では相互干渉で抑制されていることが分かる．中心地盤（3行3列目と3行4列目の2本の杭の中間点）断面の温度変化を図-3に示す．深さ4～16 mでは，同時刻でほぼ一樣温度で，3月に16.5 であったものが蓄熱によって9月には27.6 になり，12月でも24.5 を保持している．融雪後の3月でも福井の自然地温16 に等しくなっている．なお，1シーズンの融雪面積当たり積算熱量は，融雪・凍結抑制で19～23kWh/ ，蓄熱では44～56kWh/ であった．融雪の結果は，自然積雪深95cmのH18豪雪でも融雪面上は一時的な数cmの積雪に止まり十分な融雪であった．

3. 札幌市厚別区での実験と結果

札幌市では，杭を1.5m間隔の6行6列36本に，融雪（集熱）面を147 として，放熱管を10cm間隔にしてほぼ同様の実験を行った．蓄熱地盤中心地盤断面の温度変化を図-4に示す．融雪後の3月から6月までは深さ5mまでは地表の影響で温度が上昇するが，深さ5～18mまでは，札幌の自然地温が約10 であるにも拘わらず，ほぼ一定温度を保持している．6月からの蓄熱運転で10月には19 までになり，12月でも深さ6m～17mでは18.5 となっている．杭底部で地温の低下は杭底から3mほどの範囲であるが，杭頭部では杭頭から6mまでが10月から2ヶ月間に急激に温度低下している．これは福井にも共通して見られる．

4. まとめ

夏の熱を地中に保存しても使用する冬までに拡散し使用出来ないとされてきたが，実験で熱媒体が循環しない杭が見られたにも拘わらず，比較的小規模な方法で，かなり効率的に保存することが実証された．

謝辞 本研究はNEDOのエネルギー使用合理化技術戦略的開発としてなされた．また札幌での実験では(株)日伸テクノの協力を得た．記して謝辞とする．

文献 1) 宮本, 竹内, 永井, 中川, 藤井: 橋梁基礎杭を利用した地中への季節間蓄熱融雪, 橋梁と基礎, pp.13-21, 2006.4
2) 宮本, 竹内, 永井: 専用熱交換杭群による地中への季節間蓄熱融雪 技術融合による地中熱融雪システムのコスト削減と省エネ化の研究開発第8-2章 " NEDO成果報告書, 2005.5