

秋田市におけるB H E S 実証試験と東北地方への適用性検討

ミサワ環境技術株式会社 正会員 林 拓男
同 正会員 ○高田 健二

1. まえがき

積雪寒冷地（特に北陸、東北地方）における道路では、積雪・凍結が交通事故の増大や交通機能低下の誘因となっており、冬期の道路サービスレベルの向上・冬期バリアフリーへの対応が求められている。このため、最近では無散水融雪設備の導入が図られるようになってきたが、増大する設備に必要なエネルギーコストやメンテナンス、環境問題を視野に入れた対応もせまられている。

我々は11年前より、地球環境にやさしい自然エネルギーの中でも安定した熱源である深さ50～150m前後の地中熱に着目した掘削杭熱交換方式（Borehole Heat Exchange System：通称B H E S）による無散水融雪設備を、中国地方から東北地方福島県に及ぶ地域に20ヶ所以上導入・運用してきた。^{1), 2)}

今回は、さらに北側に位置する秋田県の秋田市役所環境部駐車場内にB H E Sを試験的に設置し、気温・各温度データを収集したので、その結果を報告するとともに東北地方へのB H E S適用性を検討した。

2. 無散水融雪システムの概要

B H E Sは図-1に示すように、地下50m～150m前後まで掘削したボーリング孔に杭熱交換器（ポリエチレンパイプ製）を設置し、路面に埋設された放熱管と密閉回路で連結される。その密閉回路の中を不凍液が循環する。冬期の間、路面で冷やされた循環水は杭熱交換器で周囲の地盤から採熱し、温められた循環水は放熱管より路面へ放熱して融雪・凍結防止に貢献する。

本施設設置地域は、地層がシルト質泥岩と非常に軟質な地質であったため、杭熱交換器の設置深度を80mとした。また、その他の仕様・構造を表-1に示す。

3. 実証試験結果

(1) 期間中の地中温度・放熱量の推移

本施設の運転は12月14日より平成15年3月7日まで連続運転で行い、各データの計測を実施した。図-2は、期間中の地中温度と放熱量の推移を示したものである。循環中の杭熱交換器外壁の地中温度は、ある程度循環水温度に支配されるため運転中は参考温度でしかないが、この変化から地中熱の安定性を読み取ることが出来る。地中温度は、最低で5℃程度まで低下したものの、期間を通して安定的に推移した。2月22日から25日の間は循環を停止していたことにより13℃近くまで速やかに回復しており、地中熱の復元性も大きい。

また、気象条件によってばらつきはあるものの、放熱量は100～150w/m²で推移しており、安定的に地中からの採熱が行われていることを示唆している。

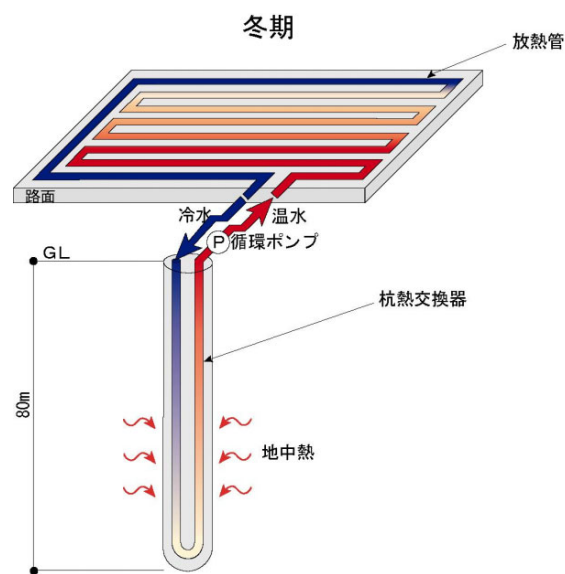


図-1 B H E Sモデル図

表-1 システム仕様

①融雪システムの仕様・規模	
融雪面積	25m ²
杭熱交換器	L=80m×1箇所
循環ポンプ	口径32mm・出力0.4kw
循環流量	40L/min
②放熱舗装版の構造	
舗装構造	コンクリート版（t=150mm）
放熱管材料	SGP-15A
放熱管ピッチ	10cm
放熱管埋設深さ	6cm
③制御システム	
冬期手動連続運転	

キーワード 秋田市、B H E S、融雪、凍結防止、地中熱

連絡先 広島県三次市向江田町 4252 番地の2 TEL 0824-66-2281 FAX 0824-66-2975

(2) 路面凍結に対する効果

図-3 は運転期間中、1 時間ピッチで計測した外気温と路面温度の相関関係を示したものである。

非融雪路面は、外気温度の低下に追従して凍結日が多くなっているのに対し、融雪路面は外気温度が -8°C 程度に低下しても、ほぼ 2°C が確保されており、非融雪路面より約 5°C 高い路面温度レベルで保たれている。

(3) 降雪に対する効果

本施設設置箇所に降雪が認められたとき、融雪効果を確認するため、降雪時に現地にて観測・写真撮影を行った。写真-1 に示す様に、前日からの累計降雪量が 8cm であっても融雪路面は露出している事が確認された。また、他の降雪日にも、 $10\sim 15\text{cm/day}$ 程度の降雪には、融雪効果が発揮されている事が確認され、それ以上の強い降雪が観測された日であっても、路面温度はほぼ 2°C 程度を確保しているため、非融雪路面と比較すると速やかに路面が露出する状況であった。



写真-1 融雪状況 (平成15年1月16日7:00)

前日からの降雪量： 8cm 積雪： 11cm 外気温： -3.2°C

4. まとめと今後の課題

この度、東北地方のほぼ中央に位置する秋田県秋田市において、ヒートポンプを用いない地中熱直接循環方式のBHE Sを初めて試験的に導入した。実証試験の結果、同地域にはBHE Sによる融雪・凍結防止効果が発揮できることが確認できた。よって、冬期間秋田市と気象条件の類似した山形県以北から青森県南部まで（図-4 参照）の平地部では、同工法適用により道路の融雪・凍結防止が可能であると推測できる。

しかしながら、BHE Sの適用性については、地盤の熱伝導率などの採熱特性、施設用途、融雪レベルといった諸条件により決定されるため、今後はこれらのパラメータを考慮したBHE S適用性シミュレーションの開発を目指したい。

- 参考文献 1) Tanaka, Moriyama, Hayashi : SNOW-MELTING USING DIRECT GEOTHERMAL ENERGY, PIARC, IV-106, 2002
 2) (財)道路保全技術センター：地中熱利用路面融雪システム BHE S 道路保全技術・技術審査証明 報告書, 1998
 3) (財)気象業務支援センター監修：理科年表 日本の気象 CD-ROM, 丸善株式会社, 2002

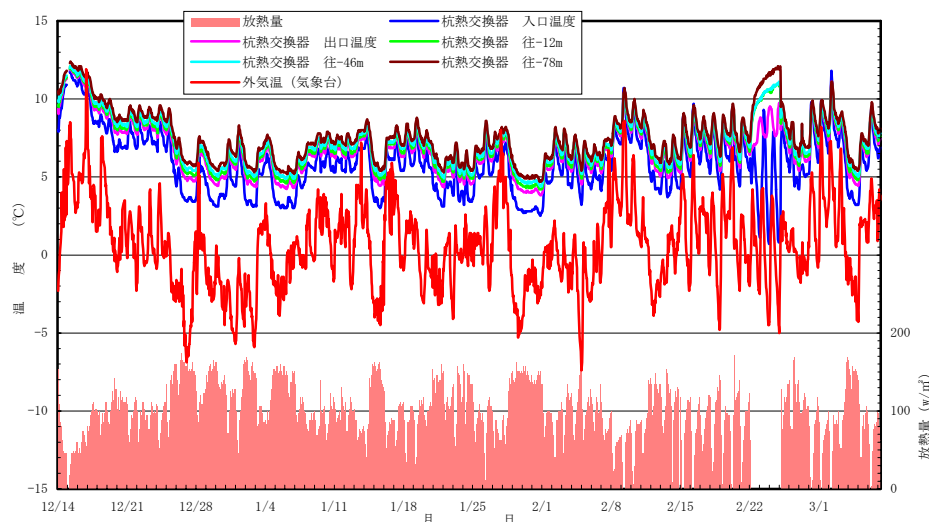


図-2 地中温度と放熱量の推移 (平成14年12月14日～平成15年3月7日)

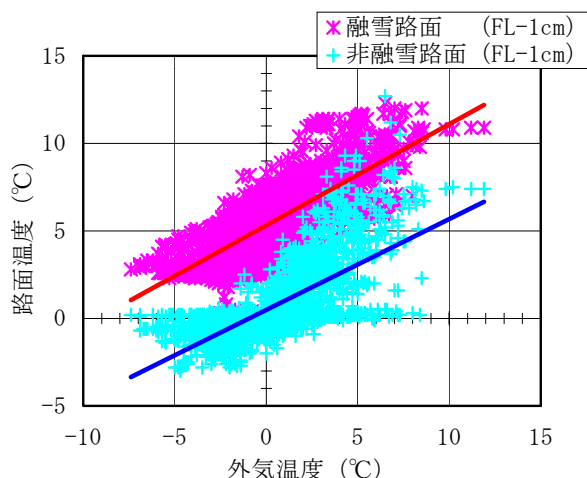


図-3 外気温度と路面温度の関係

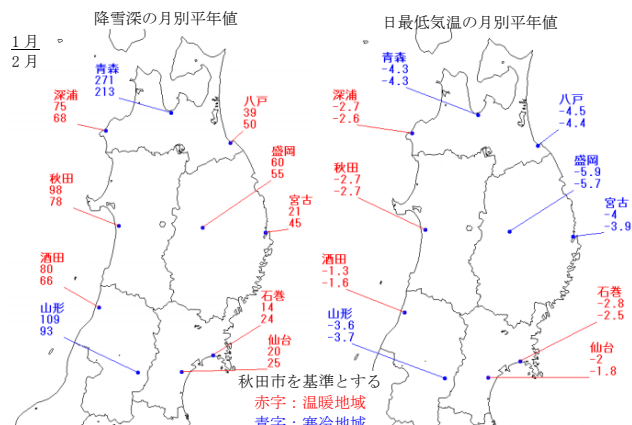


図-4 各主要都市の1・2月の降雪深の平年値と最低気温の平年値 (1971年～2000年までの30年平均値)³⁾