

優良省エネルギー設備顕彰事例④

新設設備部門 (社)日本冷凍空調設備工業連合会会長奨励賞

海水熱源融雪システム

設備所有者：青森市
設備施工者：大青工業(株)

建物の概要

名称 八甲通り線歩道融雪工事機械設備工事
所在地 青森県青森市新町二丁目～長島一丁目
地内
概要 建家 地上1階 延床面積 1,900m²
用途 歩道融雪

1. 技術開発の目的と経過

(1)目的

我が国は、八方海に囲まれている島国であるが、海水を地域エネルギー源として、熱的に利用されている例は誠に少ない。

「海水熱源融雪システム」は、積雪寒冷地なるが故に、貴重な地域エネルギーのひとつとして海水に着目し融雪に利用するものである。

(2)経過

平成3年 青森市雪対策室に「新たな雪処理対策」プランとして海水熱利用案等を提案
平成4年 北国の暮らし研究会にて「海水熱源利用研究」取り組みが決定
平成5年 実証実験検討
平成6年 システム設計のための海水温度実態調査開始
システム設計検討
通産省「地域エネルギー開発利用モデル事業」の認定を受ける
青森市第二車庫構内にて実証試験開始
平成8年 実証試験終了
平成9年 補足データの収集運転
平成10年 データ解析



整備前状況



整備後状況

平成11年 「八甲通り線歩道融雪工事」に海水熱源利用融雪システム採用
平成12年 海水熱源利用融雪システムの実用稼働開始される

2. 設備・システムの概要

「海水熱源融雪システム」は、海水を熱源とし

たヒートポンプ方式融雪設備である。

本システムは大別して、海水取排水設備とヒートポンプユニットの熱源側と、融雪パイプを埋設した複数の融雪パネルの負荷側とで構成される。概要を図1に示す。

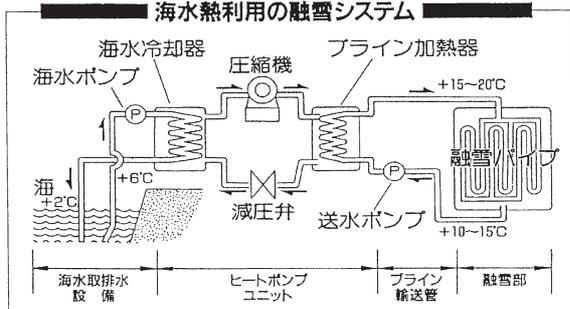


図1

3. 着想

青森市は本州最北端に位置する寒冷地であるとともに、県庁所在地として人口30万都市では有数の豪雪都市である。平年の累計降雪量は8mを超え、平年積雪深は122cmである。

街並みは海岸線沿いに広がりを見せており、特に中心市街地、商店街区は海岸からの距離も近い。

そこで、海水を身近に利用できるという地域特性を生かしつつ、さらに地域エネルギー源として海水の持つ熱エネルギーの有効活用に着目した。

平成6年から行った海水温度実態調査により、海岸沿いにおける冬期間の海水温度変化の特徴として、厳冬期、熱がほしい時期は海水温度がまだ

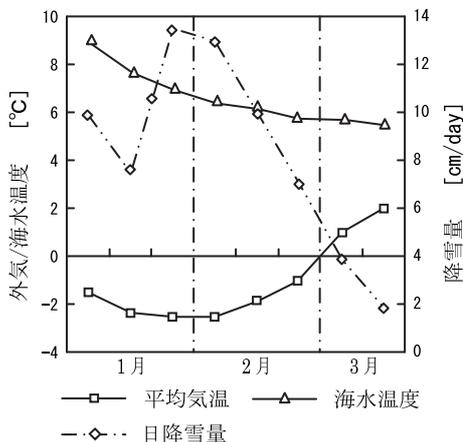


図2 過去10年間の青森地方の気温と海水温度および近年の日降雪平均値

高く、融雪が不要になる3月中旬に海水温度は最低値を示すことがわかった。

この気温や降雪量と海水温度の1ヵ月半程度のピークのずれ込みこそ、寒冷地における海水熱源ヒートポンプによる融雪システムの優位性の根拠となった。

4. 効果（省エネルギー）

「海水熱源融雪システム」開発にあたり行われた実証試験の計測データから、省エネルギー効果を示す。

(1)石油代替エネルギー節約状況（降雪強度約2cm/Hの降雪状況より）

1) 計測データ値（平成9年2月計測）

	開始時刻	計測値						終了時刻	運転時間	平均値
		8:30	9:00	9:30	10:00	10:30	10:30			
降雪	7:50						9:50	124		
No1 ヒートポンプ(kW)	8:12	10.70	10.90	11.30	11.50	12.40	10:46	154	11.36kW	
No2 ヒートポンプ(kW)	8:12	11.30	11.10	11.30	11.50	12.40	10:52	160	11.52kW	
海水ポンプ(kW)	8:11	1.82	1.78	1.78	1.77	1.77	10:52	161	1.78kW	
同上流量(m³/H)		30.40	30.60	30.40	30.30	30.40			30.42m³/H	
同上出入口温度差		4.65	4.55	4.40	4.20	4.10			4.38℃	
No1 熱源側ポンプ(kW)	8:11	1.00	0.99	0.99	0.99	0.99	10:47	156	0.992kW	
No2 熱源側ポンプ(kW)	8:11	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	10:52	161	1.00kW	
負荷側ポンプ(kW)	8:10	4.20	4.16	4.20	4.20	4.00	10:52	162	4.152kW	

機器運転時間平均値・・・159分（2.65Hr）

電力平均値・・・30.808kW（瞬時値平均）

消費電力量・・・WHI=30.808（kW）×2.65（Hr）=81.64kW/159分

2) 海水熱源融雪設備取得熱量 Q1 (kcal)

(m³/H) (kcal/m³h) (°C) (Hr) (kW) (kcal/kW)

$$Q1 = 30.42 \times 1.000 \times 4.38 \times 2.65 + 81.64 \times 860 = 353,084.94 + 70,210.4 = 423,295 \text{ (kcal/159分)}$$

注) 時間当たりの取得熱量

$$q1 = 423,295 / 2.65 = 159,733.9 \text{ (kcal/H)}$$

システム成績係数

$$COP = 423,295 / 70,210.4 = 6.03$$

3) 石油代替エネルギー節約状況

・消費電力値（159分間）・・・

$$81.64 \text{ kW}$$

・取得エネルギー電力換算値・・・

$$423,295 \text{ kcal} / 860 \text{ kcal/kW} = 492.2 \text{ kW}$$

・差引エネルギー節約量・・・

$$492.2 - 81.64 = 410.56 \text{ kW}$$

・省エネ効果・・・

$$410.56 / 492.2 = 83.4\%$$

以上より、石油エネルギーの消費は、約83%の低下となる。

(2)石油からの熱取得効率の比較

表1の平成9年2月期1ヵ月間の計測結果から、石油からの熱取得効率を海水熱源ヒートポンプ(η_{oh})の場合と石油ボイラー(η_{ov})の場合とで簡単に比較をする。

発電効率と送電効率とを合わせた効率を0.33、また石油ボイラーの熱取得効率を0.85と仮定する。

ヒートポンプの使用エネルギーは

$$W_{cmp} + W_{ph} = 2.09 \text{ (MWh)} + 0.38 \text{ (MWh)} \\ = 2.47 \text{ MWh}$$

石油消費量換算値は

$$2.47 \text{ (MWh)} / 0.33 = 7.49 \text{ MWh}$$

ヒートポンプ加熱量(Q_{hp})は12.92MWhであるので、石油ボイラーシステムで同じ熱量を供給するとすれば、石油消費量は

$$12.92 \text{ (MWh)} / 0.85 = 15.20 \text{ MWh}$$

と推定され、海水熱源ヒートポンプの石油消費量換算は石油ボイラーのおよそ1/2となる。

図3にエネルギーフローを示す。

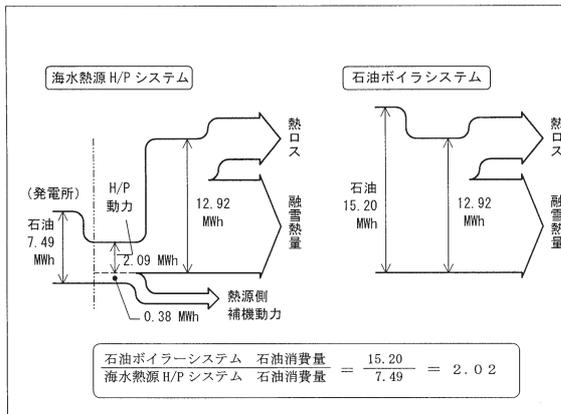


図3 エネルギーフロー

表1 エネルギー収支および効率 (平成9年2月計測)

エネルギー収支 [MWh]	
Qhp: ヒートポンプ加熱量	12.92
Qmp: 融雪パネルへの供給熱量	14.17
Qsm: 理論融雪負荷	2.00
消費電力量 [kWh]	
Wcmp: 圧縮機入力電力量 (Wcch: クランクケースヒーター)	2091.4 (238.8)
Wph: 熱源機側ポンプ	384.4
Wsl: 負荷側ポンプ	462.9
効率	
η_{hp} : ヒートポンプ単体効率	6.98
η_{sys} : 熱源システム効率	5.22

5. 投資回収 (省マネー)

某公共工事計画において、適用可能と判断された5工法の融雪システムについて、インシヤルコストに20年間のランニングコストを加算したトータルコストの比較した資料の一部を下記に示す。コスト比較条件は次の通りである。

- ・対象面積は14,000㎡とする。
- ・ランニングコストは、設備運転に使用する電気代、燃料代とする。
- ・ランニングコストを算出する期間は、主要な設備の耐用年数を20年に設定したものである。

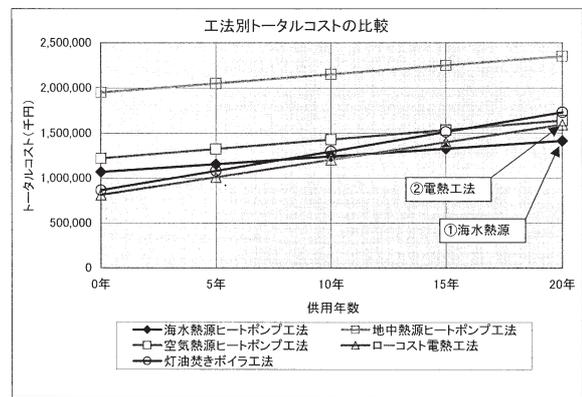


図4

6. 他の建物への応用性

「海水熱源融雪システム」は海水の熱エネルギー利用という性質上、その適用範囲は海岸部に限定される。融雪地域が海岸から遠距離の場合は熱輸送コストの増加と共に経済性が低下する。その維持費における限界値は1.7kmと推定される。

青森市の市街地は、海岸沿いに広がりを見せており、海岸から1.7km以内に中心市街地や商店街区のほとんどが包含される。今後整備が予定されている商店街区の快適空間整備事業に本システムを組み入れることにより、さらに高度なアメニティ空間の確保がなされると考えられる。

また、北海道から山陰まで積雪寒冷都市は、日本海に数多く点在している。

本システムの有効性から、海水温度がさらに高いと思われる津軽西海岸以南においては、より高効率な条件で利用できると容易に推定できる。

7. 工夫した点、発想した点、新しい点等

ヒートポンプユニットの熱源側と融雪パネルの負荷側は、省エネ運転を行うため次のような制御方式を採用した。

1) 熱源側ヒートポンプ運転台数制御方式

ヒートポンプ運転台数判定は

①A制御

電動弁開数と設定値とを比較して2台のヒートポンプ台数を制御時間毎に制御

②B制御

ヒートポンプ出口温度と設定値とを比較して2台のヒートポンプ台数を制御時間毎に制御

③C制御

ヒートポンプの入出力温度差が設定値より小さいと1台で、設定値より大きいと2台で制御時間毎に運転制御

上記A制御～C制御の条件で台数制御を行っている。

2) 負荷側融雪パネルの制御方式

融雪部は18箇所の融雪パネルに分割し、各パネル毎に流量調整を行う。

融雪パネルのブライン出口温度により、三方弁の開度を段階的に制御し流量調整を行い、融雪パネルには必要な熱量のみを供給しヒートポンプの負荷を軽減する制御を行っている。

8. 環境保全、便利性等

海水の熱エネルギーと電力の使用により融雪を行うので、「海水熱源融雪システム」から直接のCO₂排出はない。

この電力使用も、「3.効果」で示した「石油代替エネルギー節約状況」および「石油からの熱取得効率の比較」から、投入動力当たり取得熱量が極めて多いので、発電におけるCO₂排出および環境負荷の軽減に繋がる。

海水熱源利用というエネルギーのクリーン度、投入動力当たり取得熱量の多さが「海水熱源融雪システム」の大きな特徴である。



ヒートポンプ機械室全景



機械室内部