

CS-69

地熱エネルギー活用による施設暖房・給湯システム

－ 掘削杭熱交換方式による地熱利用の事例紹介 －

ミサワ建設技術（株） 正 員 林 拓男

ミサワ建設技術（株） 正 員 森山和馬

1. はじめに

地下深層からの貫入熱（地熱）を岩盤中の掘削杭により採取するシステムを利用した熱供給プラントの事例を紹介する。このプラントは熱エネルギー需要が小規模で分散している所において、エネルギーコストを低減し、石油代替にも役立ち、しかも設備保全が容易である。ここで紹介するのは、広島県世羅郡世羅西町にある“クアパルクせらにし”と呼ばれる多目的健康増進施設（1993年4月完成、同町管理）の事例である（Fig. 1を参照）。建築面積は1046m²であり、施設は浴室、談話室、更衣室、事務所およびロビーで構成される。ここは風光明媚な明神山がある自然環境保全地域であることから、人工的な施設と環境保全や生態系との調和が望まれた。従って、施設の運営に必要とする多量の熱源についても、同様な配慮が問題であった。先ず熱源を確保するために泉源掘削が行われ、その結果18℃の冷泉を得た。次に、この冷泉を利用した施設の冷暖房・給湯システムを検討した。その際の命題は、できるだけ安価でかつ環境に優しいシステム作りであった。

これに対して、以下で紹介するような掘削杭熱交換方式と地熱ヒートポンプを組み合わせた冷暖房・給湯システムが導入された。

2. システムのエネルギーフロー

地熱ヒートポンプシステムは温泉水や蒸気を利用する方式とは違って、掘削杭熱交換方式（BHES）により地熱（冷熱）を安定的に取り出し、この熱源を基にヒートポンプ（以下では、地熱ヒートポンプと呼ぶ）で温水（高熱）を作り出すシステムである。BHESにより抽出された地熱が、如何なる経路を経て冷・暖房および給湯の熱源に成り得るのかをFig. 2に示す。地熱は冬期でもほぼ14℃と安定しており、この安定した地熱を地熱ヒートポンプに供給することで約80℃の温水が生成され、タンクに貯蔵される。その温水はプール・浴槽および床暖房に、サウナの加温やシャワーに、また空気調和機を通じて施設内の温湿度管理にそれぞれ利用される。

一方、室内冷房は地熱ヒートポンプから冷房タンクを経由して行われる。なお、空気調和機および暖房タンクの余剰熱を地熱に還元することで、未利用エネルギーの活用と地熱の安定供給を図る。

3. システムの稼働状況

本システムが化石燃料の節約にどの程度貢献できるのかを試算する目的で、地熱ヒートポンプが生産する熱量 E_t （電力換算）に相当する石油量 Q_t 、地熱ヒートポンプの稼働に使用された電力 E_e に相当する石油量 Q_e および純粋に地熱により生産された熱量 E_p （ $=E_t-E_e$ ）に相当する石油量 Q_p （ $=Q_t-Q_e$ ）の月別変化がFig. 3に示される。期間は平成5年4月から平成6年3月までの一年である。月毎に稼働時間が異なるために、 Q_t は約17000ℓ から24000ℓ の範囲にある。 Q_e は Q_t に比例して変化するが、4600ℓ から6500ℓ の量で済むことになる。年間を通して言えば、 Q_t のうち27%が Q_e に、残りの73%が Q_p に相当する。すなわち、地熱

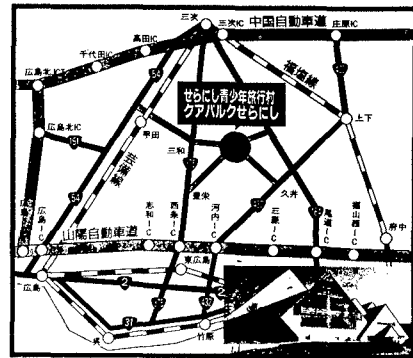


Fig. 1 クアパルクせらにし周辺地図

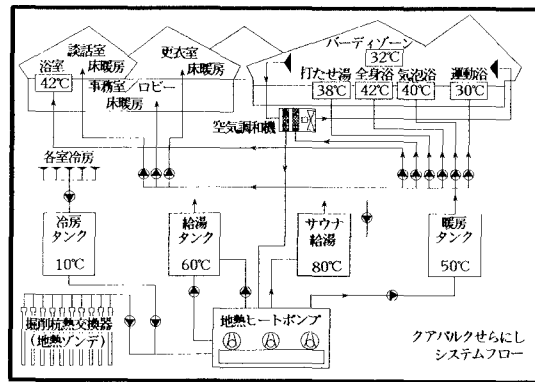


Fig. 2 システムのエネルギーフロー

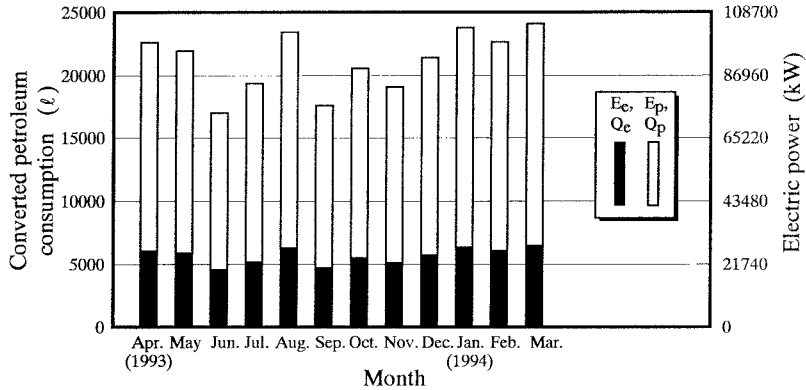


Fig. 3 石油換算量と電力換算量

ヒートポンプが生産する熱量の内、73 %が純粹に地熱から生まれた熱量となる。総合エネルギー調査会の2010年における長期エネルギー需給見通し（新規施策追加ケースの石油依存度47.7 %）を考慮しても、本システムによる自然エネルギーの利用効率は極めて高いと考える。

4. 経済的考察

最後に、本システムの稼働に伴う経済効果を検討するために、ボイラー、ヒートポンプ、電気ヒーターの熱源に対する燃料消費量および料金を比較したものがTable 1である。表中右端の欄は、熱源器機の単位エネルギー消費量(1Mcal)当たりの価格(円)である。本システムの料金は5.5であり、従来の空冷式のヒートポンプのそれ(7.0)と比べると約80 %の節約、電気ヒーターや都市ガスボイラーに比べると約30 %の費用で済む。重油の料金(4.9)は最も安価であるが、2酸化炭素の排出による環境悪化が心配される。ちなみに、Fig. 3を基にクアパルクせらにしの1年間に渡る冷暖房および加温に関する経費を本システムと電気および重油によるボイラー方式とで比較したものがTable 2である。本システムのランニングコストは、夜間電力を利用することにより重油ボイラー方式に比べて約10 %減少し、年間40万円の電気代が節約できると同時に、石油換算量65000 l（ドラム缶330本分）に相当する一次エネルギーの削減も生む。

5. おわりに

掘削杭熱交換方式と地熱ヒートポンプを組み合わせた冷暖房・給湯システムを多目的健康施設に適用し、その稼働状況をエネルギー的観点から整理してみた。その結果、環境に優しい本システムは経済的にも優れていることが示された。なお、BHESは岩盤への熱エネルギー貯蔵機能もあるので、季節変動するエネルギー需給変動の調整にも役立つ。従って、現在BHESは夏期のアスファルト舗装の流動化防止や冬期の路面融雪・凍結防止¹⁾およびハウスの温度管理にも利用されている。

最後に、このシステム作りに当たり通産省の補助（地域開発エネルギー開発利用モデル事業）を受けた。また、データ収集に当たり世羅西町役場企画課にお世話になった。記して謝意を表します。

参考文献

- 1) 森山和馬、林 拓男、福原輝幸、渡辺 洋、足立克己：掘削杭熱交換方式による地熱利用と路面融雪システム、第50回土木学会年次学術講演会概要集、1995。

Table 1 エネルギー消費量とコストの比較

System	Energy source	Unit cost (yen)	Energy consumption per 1Mcal	Electricity charge per 1Mcal (yen)
Boiler	Kerosene	40 / l	0.15 l	6.0
	Heavy oil	35 / l	0.14 l	4.9
	Town gas	69 / m ³	0.25 m ³	17.3
Heat pump	Electricity (Air heat)	17.2 / kWh	0.41 kW	7.0
	Electricity (Geothermal heat)	17.2 / kWh	0.32 kW	5.5
Electric heater	Electricity	17.2 / kWh	1.16 kW	19.9

Table 2 ランニングコストと石油換算量

System	Energy consumption	Converted petroleum consumption	Running cost per year (yen)
BHES	Electricity	298,800 kW	68,700 l
Boiler	Heavy oil	132,800 l	4,312,000
	Electricity	3,850 kW	900 l