

熱電駆動式吸着冷凍機の実証試験

飲料工場における60℃以下の未利用熱エネルギーの活用

Verification experiments for the adsorption chiller driven by heat and electricity

Effectively utilizing thermal energy (unused thermal energy, with ambient temperature of 60 and below) at beverage factories.

(エネルギー応用研究所 環境技術G 機能材料T)

従来、利用困難な60℃以下の低温排熱活用技術として開発中の熱電駆動式吸着冷凍機の実証試験（冷水出力70kW級）を、平成14年8月から愛知県内の飲料工場で実施した。

実証試験では飲料製品の加熱・殺菌工程後に発生する40～60℃の未利用温水を活用して、製品冷却用の冷水（7～15℃、12m³/h）製造を行った。

平成15年8月に運転時間累計が2000時間に達し、冷凍機本体の成績係数は10以上が可能であることなど、実用機として安定性、性能に見通しが得られたので、平成15年内の商品化を進めている。

(Functional Materials Team, Environmental Technology Group, Energy Applications R&D Center)

In August 2002 we conducted practical verification of our new technological development at beverage factory in Aichi Prefecture. The equipment is an adsorption chiller, a device (with refrigerating capacity rating of 70kW) enabling effective utilization of low-heat energy at an ambient temperature of 60 and below. The equipment produce chilled water (12m³/h, at 7-15) for subsequent refrigeration of products, by use of waste heat energy (at 40-60) released at thermal sterilization process. The system's operating hours have accumulated to 2000, and co-efficient of performance (COP) of chiller estimated larger than 10 by August 2003. We have provided enough evidence for its viability in terms of stability and performance, now we are progressing with the system's commercialization.

1 研究の背景・目的

CO₂排出抑制に向けて、未利用エネルギー活用など省エネの重要性が増してきている。日本全国の工場における温水排熱量は、原油発熱量換算でドラム缶1000万本/年に相当し、その大部分が60℃以下の低温排熱である。排熱を活用して冷水を製造する吸収、吸着冷凍機が実用化されているが、70℃以上の温水が必要であり、60℃以下の低温排熱は暖房以外に利用できず、ほとんど捨てられている。

そこで、従来型吸着冷凍機の乾燥工程にメカニカルブースタポンプ（MBP）による冷媒（水蒸気）の吸引・圧縮工程を取り入れた、新しい吸脱着サイクルを提案し、60℃以下の低温排熱による冷水製造が可能な熱電駆動式吸着冷凍機の開発を進めてきた。

平成14年8月から開始した飲料工場での70kW級実証試験について報告する。

2 実証試験の概要

2.1 機器構成と運転方法

熱電駆動式吸着冷凍機（第1図）は、2つのシリカゲル槽（吸着器）と凝縮器の間に水蒸気吸引・圧縮用のポンプ（MBP）が組み込まれており、蒸発器、凝縮器が4つの弁を



第1図 熱電駆動式吸着冷凍機の構成

第1表 実証試験機の仕様（定格）

| 項目 | 単位 | 数値 |
|-------|----|-----------------------------|
| 熱源 | | 55 50 (20m ³ /h) |
| 冷却水 | | 29 33 (40m ³ /h) |
| 冷水 | | 14 9 (12m ³ /h) |
| 冷水出力 | kW | 70 |
| C O P | | 10 |

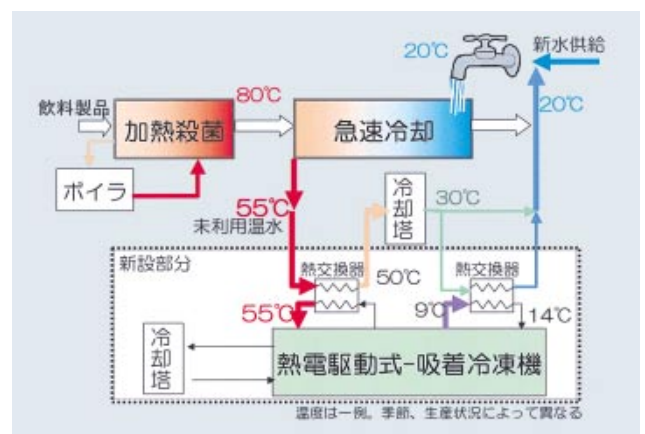
介して接続された構成である。容器内は減圧されており、冷媒である水（水蒸気）のみが循環する。

シリカゲルの乾燥工程において、温水による加熱とMBPによる吸引を併用して、乾燥を完了させ、次工程の水蒸気吸着に利用する。2組のシリカゲルの加熱・冷却、すなわち乾燥と吸着を交互に切り替えて繰り返すことにより、蒸発器で連続して冷水を得る。機器仕様を第1表に示す。本冷凍機は排熱利用を前提としており、冷凍機本体の成績係数（COP）を以下のように定義して性能評価した。

$$COP = (\text{冷水出力}) / (\text{MBP消費電力})$$

2.2 システム構成

実証試験機は、既設の飲料製品の加熱殺菌-急速冷



第2図 実証試験システムの概念図

却工程のラインに組み込んだ（第2図）なお、図中の各所の温度は一例である。

飲料製品は80 前後で加熱・殺菌され、その後、30 以下に急速に冷却させる必要がある。この冷却装置には20 程の新水（井水と上水）が供給される。加熱殺菌後の飲料製品を冷やした水は55 の未利用温水となり、これまで利用用途が無かった。この温水を冷凍機の熱源として利用し、急速冷却水（水温20 前後）に再利用することで新水（上水）供給量の削減（節水）を図った。



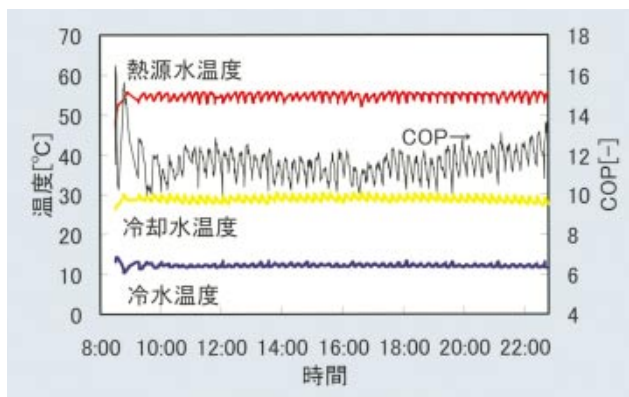
第3図 実証試験機の外観図 (L5,000×W2,000×H4,000)

3 試験結果

3.1 安定性

第4図に夏季1日の運転の様子を示す。実証機は熱源温水が40 以上になると稼動する。起動後10～15分で冷水供給が開始され、その後、55 の温水を熱源として、安定した温度で冷水供給を続けている。この日の運転実績は冷水出力76kW、平均COP11で200t以上の節水効果があった。

平成14年8月下旬から運転を開始し、トラブル・故障などの発生はなく、平成15年8月に運転時間累計が



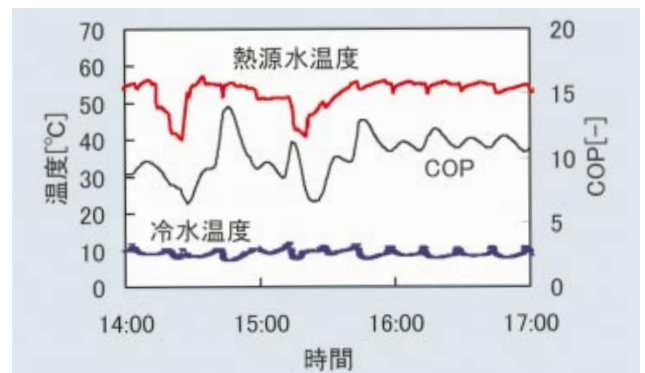
第4図 夏季一日の運転の様子

2000時間に達した。

3.2 排熱の温度変動

工場の生産状況によって排熱の温度、量などが変化する事象は、実証試験先に限らず多くのケースで想定される。熱源の水温が一時的に低下した場合、MBPの負荷（消費電力）が大きくなり、COPが低下する傾向が見られるが、MBPにより冷媒水蒸気の循環量は確保されるため、冷水製造は継続され、温度（出力）への影響は少ない（第5図）。

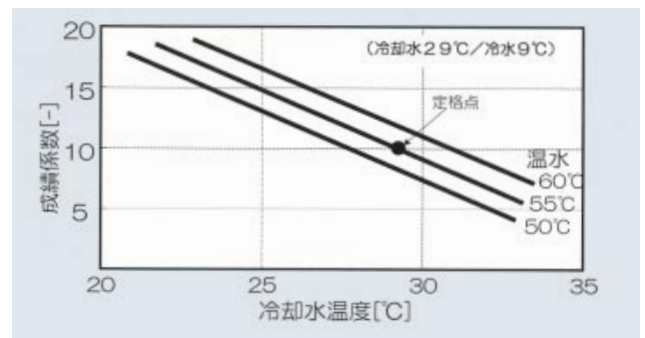
こうした排熱温度、量の変動に対して、安定した冷水供給が可能なおも従来型と異なる熱電併用の利点である。



第5図 排熱温度変動時の様子

3.3 冷却水温度の評価

本冷凍機の冷却水温度と成績係数の相関性を第6図に示す。50～60 の温水を利用する場合、冷凍機本体の成績係数が10以上で運転可能である。



第6図 冷却水温度と成績係数

4 今後の展開

実フィールドにおいて、これまで利用困難であった、50～60 前後の温水排熱と電気を効率的に活用して、冷水供給が可能であること確認した。2000時間の運転実績が得られ、実用機として安定性や性能に見通しが得られたので、平成15年内の商品化を進めている。

製造・販売元（株）前川製作所（東京都江東区）



執筆者／金森道人
Kanamori.Michio@chuden.co.jp