

循環加温ヒートポンプ「Q-ton circulation」の開発

地球温暖化の抑制に大きく貢献する低GWP冷媒 (R454C) を日本で初めて採用

Development of the "Q-ton Circulation" Circulation Heating Heat Pump

First Application in Japan of Low-GWP Refrigerant (R454C) that Greatly Suppresses Global Warming

(エネルギー応用研究所 生産技術G 業務環境T)

(Business Energy Efficiency Team, Production Engineering Group, Energy Applications Research and Development Center)

当社は三菱重工サーマルシステムズ(株)と共同で、空気熱源で高効率な循環加温ヒートポンプ「Q-ton circulation」を開発した。本開発機は、地球温暖化係数(GWP)が従来の約10分の1となる冷媒R454Cを日本で初めて採用して環境負荷を大幅に低減するとともに業界初となる外気温度マイナス20℃条件で75℃の温水取り出しを可能とした。

In collaboration with Mitsubishi Heavy Industries Thermal Systems, LTD., we have developed the "Q-ton Circulation" circulation heating heat pump that is highly efficient and uses air as the heat source. With the equipment that was developed, it became possible to greatly reduce the load on the environment by using R454C refrigerant for the first time in Japan, which has a Global Warming Potential (GWP) that is about one-tenth that of conventional ones, and became possible to intake 75°C water at an ambient temperature of -20°C, which is an industry first.

1 開発の背景と目的

機械部品工場の切削加工後の脱脂工程や部品洗浄工程などの生産プロセスでは、温水を作るため化石燃料を使用した蒸気ボイラが広く使われている。最近では優れた効率により省エネに貢献するヒートポンプが用いられるようになってきているが、従来のヒートポンプにはGWPがCO₂の約1,430倍から2,090倍の冷媒が使用されており、フロン排出抑制法の施行に伴い、地球温暖化への影響を低減する観点から冷媒の低GWP化が求められていた。

そこで、低GWP冷媒を採用し環境負荷の低減を図るとともに、高いエネルギー効率と外気温度マイナス20℃でも75℃の温水取り出しを実現する循環加温ヒートポンプの開発を行った。

り、欧州で先行導入されているGWPの規制値150をクリアした(第2図)。

2 開発機の概要

開発機「Q-ton circulation」の外観を第1図、仕様を第1表に示す。開発機は、生産プロセスで需要の多い40～75℃の温水利用をターゲットとし、高効率な循環加温を実現している。また、マイナス20℃の外気温度でも75℃の温水供給を可能としており、寒冷地の生産プロセスにも対応可能である。以下、特長や開発のポイントについて述べる。



第1図 「Q-ton circulation」の外観

3 開発機の特長

(1) 日本で初となる低GWP冷媒の採用により環境負荷を大幅に低減

地球環境にやさしい低GWP冷媒のR454C (GWP : 146) を日本国内で初めて採用し、環境負荷を大幅に低減した。GWP値は現在ヒートポンプで広く使われている冷媒 (R410AやR134a) の10分の1から14分の1であ

第1表 開発機的主要仕様

商品名	Q-ton circulation
定格加熱能力 ^{※1}	40kW (最大50kW)
定格COP ^{※1}	3.3
定格流量 ^{※1}	6.88m ³ /h
熱源	空気熱源
出口水温 設定範囲	40～75℃
流量範囲	1.72～9.00m ³ /h
使用範囲	外気温度：-20℃～43℃
外径寸法 高さ	2,048mm
外径寸法 幅	1,350mm
外径寸法 奥行	720mm
製品重量	395kg
冷媒	R454C (GWP=146)
法定冷凍トン ^{※2}	3トン未満

※1 外気温度25℃ (相対湿度70%)、温水入口温度60℃、温水出口温度65℃条件
 ※2 法定冷凍トン3トン未満のため高圧ガス保安法適用除外

(2) 業界初となる外気温度マイナス20℃で75℃の高温出湯を実現

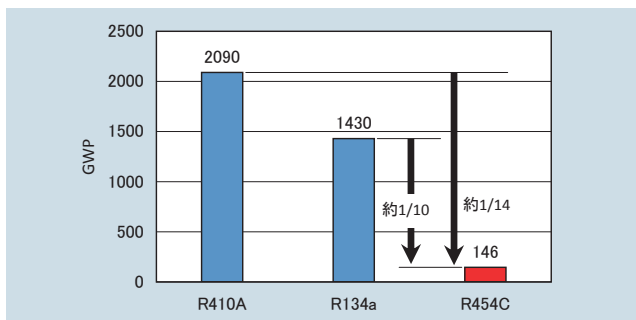
外気温度マイナス20℃から43℃の広い範囲で75℃の温水供給を可能とし、工場で求められる年間での加熱運転を可能とした。

(3) 大幅な省エネの実現

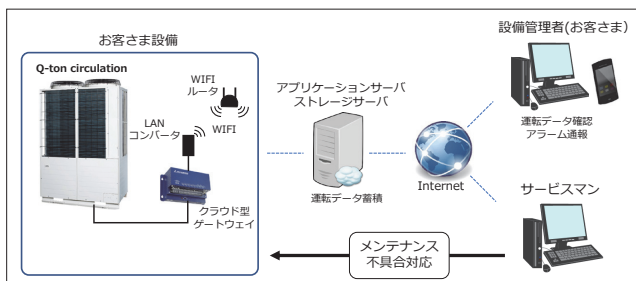
冷凍サイクルの最適化により、循環加温ヒートポンプとして業界トップクラスのエネルギー効率 (COP3.3) を達成した。この結果、ボイラ蒸気による温水製造に比較して、エネルギー消費量を半減した。

(4) IoT技術を活用し迅速なサービスを提供

インターネットを介して遠隔で機器の状態を監視する三菱重工サーマルシステムズのサービス「M-ACCESS (エム-アクセス: Mitsubishi-internet-Access)」に対応予定 (オプション) で、24時間監視により機器の不具合発生時にも迅速なサービスを提供可能である (第3図)。



第2図 GWP値の比較



第3図 M-ACCESSの概念図

4 開発のポイント

(1) 二段圧縮サイクルの採用

R454C冷媒の採用により、75℃の温水供給が可能となるが、冷媒の高温・高圧化により効率が悪化する課題があった。そこで、3次元圧縮機構を有する圧縮機2台を直列に配置する二段圧縮サイクルを採用した。この結果、マイナス20℃の外気条件でも75℃の温水取り出しを可能とするとともに、圧縮機1台あたりの動力を低減させ効率のよいポイントで稼働させることで、高効率な運転を実現した。

(2) 冷凍サイクルの最適設計

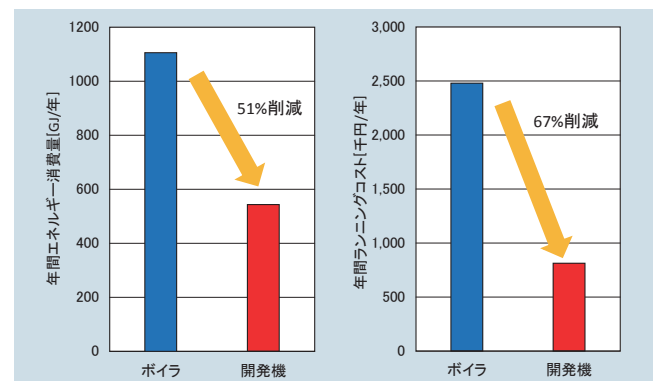
運転条件とR454C冷媒の特性に合わせた配管径を選

定し配管内の抵抗を抑えるよう最適化を行った。また、様々な外気温度と温水出口温度で、高効率運転が可能となるよう、2台の圧縮機回転数を最適化した。

5 導入効果試算

名古屋地区の機械工場での部品洗浄工程を想定し、ガスボイラにより発生する蒸気で温水を加温する従来システムから開発機「Q-ton circulation」へ更新する場合の年間エネルギー消費量とランニングコストを試算し、比較した (第4図)。

その結果、従来システムと比較して、開発機を導入した場合、年間エネルギー消費量は51%削減、年間ランニングコストは67%削減となり、大幅な削減効果が期待できる結果となった。試算条件を第2表に示す。



(a) 年間エネルギー消費量 (b) 年間ランニングコスト

第4図 試算結果

第2表 導入効果の試算条件

地域	名古屋
洗浄槽温度	60℃
加熱負荷	40kW一定
年間稼働時間	3840h (平日のみ16h/日)
蒸気加温システム効率	50%
一次エネルギー換算値	電気: 9,760kJ/kWh ガス: 40.6MJ/Nm ³ (LHV基準)
ランニングコスト	中部電力のガス料金、電気料金メニューを使用

6 まとめ

高い省エネ性と環境性を両立した開発機「Q-ton circulation」は三菱重工サーマルシステムズ (株) から2018年8月より発売予定である。本製品は産業プロセスだけでなく、ホテル、病院、プールなどで使用される温水を加温する業務用ビルでも使用可能である。今後、販売カンパニー法人営業部を通じて生産プロセスや業務用ビルで温水を利用するお客さまを中心に「Q-ton circulation」を提案することで、省エネ実現に向けた取り組みを支援していきたい。



執筆者 / 中山 浩