

日本冷凍空調学会賞 技術賞

冷媒不足検知，冷媒封入アシスト機能搭載 R410A コンデンシングユニット

R410A Condensing Unit with Functions to Detect Refrigerant Shortage, and to Assist Refrigerant Charging

1. はじめに

コンデンシングユニットとは，スーパーで使用される別置型ショーケースや，冷蔵倉庫などで使用されるユニットクーラ（冷却器）と接続される室外機である。コンデンシングユニットは当社，他社を問わず様々なメーカーの冷却器と接続可能であり，冷媒チャージはほとんどが現地で実施される。

経産省の推計によれば，2020年の業務用機器の代替フロンガス排出量は業務用冷凍冷蔵機器の方が業務用空調機器より多く，全体の約60%を占め，コンデンシングユニットを含む業務用冷凍冷蔵機器の代替フロンガス排出量を低減することは大変重要である。

コンデンシングユニットは蒸発温度が $-45 \sim +10^{\circ}\text{C}$ の範囲で使用可能であるが，負荷の容積，配管長，季節，運転状況によって必要冷媒量が最大30%程度変化する場合がある。このような必要冷媒量が大きく変動する状況や当社，他社を問わず様々な冷却器と接続可能であることなどから，最適冷媒量を封入することが難しく，冷媒不足や過充填となる場合が多い。

このような課題に対し，当社は温度効率（当社製品ではサブクール効率と名付けている）を指標とした冷媒不足検知機能を含むプレアラーム機能，適正冷媒の封入を容易にする冷媒封入アシスト機能を世界で初めて搭載したR410Aコンデンシングユニットシリーズを発売した（図1）。本稿では，その概要について説明する。

2. 機能の概要

2.1 冷媒不足の指標～温度効率

コンデンシングユニットの冷媒回路の一例を図2に示

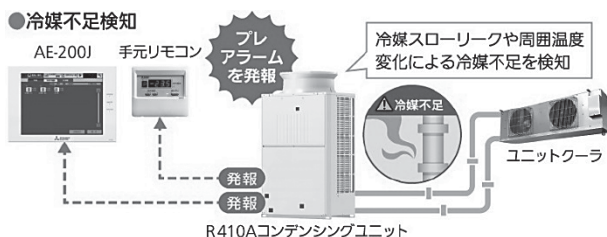


図1 業務用冷凍冷蔵機器システムの一例



佐多裕士* Hiroshi SATA 落合康敬* Yasutaka OCHIAI 齊藤 信* Makoto SAITO 鈴木康太* Kota SUZUKI 池田 隆* Takashi IKEDA

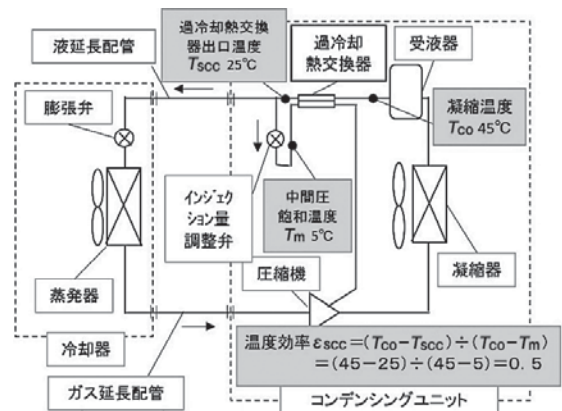


図2 コンデンシングユニットの冷媒回路図の一例

す。今回の冷媒不足検知機能，冷媒封入アシスト機能では，冷媒不足を判定する指標として温度効率を用いる。まず，この温度効率について説明する。冷媒不足となり，受液器に余剰冷媒が無くなると，インジェクション量調整弁の上流の冷媒が液から気液2相状態に変化する。これにより，インジェクション量調整弁での圧力損失が大きくなり，インジェクション量が減少することなどで，過冷却熱交換器出口の過冷却度が適正冷媒量時と比較して顕著に減少する。ただし，過冷却度は運転状態により大きく変動するため，過冷却熱交換器の温度効率 ϵ_{scc} を用いて冷媒不足を判定する。

$$\epsilon_{scc} = \frac{T_{co} - T_{scc}}{T_{co} - T_m}$$

過冷却熱交換器の温度効率は，過冷却熱交換器の性能を示すものであり，過冷却熱交換器で検出される過冷

*三菱電機株式会社
Mitsubishi Electric Corporation
原稿受理 2018年2月20日

却度(凝縮温度 T_{co} -過冷却熱交換器出口温度 T_{scc})を、過冷却熱交換器の最大温度差(凝縮温度 T_{co} -中間圧飽和温度 T_m)で除したものである。

過冷却熱交換器の温度効率は運転条件による変動が小さく、過冷却器の仕様、性能によってほぼ決まるため、しきい値の設定が容易にでき、かつ比較的高いしきい値を設定することができる(図3)。

2.2 冷媒不足検知機能

冷媒不足検知機能は、コンデンシングユニットの圧力、温度により算出される温度効率の変化をとらえ、冷媒不足の可能性を検知し発報するものである。特に、従来は庫内温度の上昇で発覚していた冷媒不足の状況を、液管のサイトグラスにフラッシュ(気泡)が発生する前にとらえて、保管物に影響が出る前、冷媒漏えい率が大きくなる前に冷媒不足を検知し、外部に発報することができる。たとえば図4の例では、従来は冷媒漏えい率約55%で庫内温度上昇により警報発報していた状況が、約25%冷媒漏えいした時点で警報発報することができ、冷媒漏えい率を約30%(約半分に)低減できる。

2.3 冷媒封入アシスト機能

冷媒封入アシスト機能は、コンデンシングユニットの基板に現地情報を入力すると、冷媒封入量の目安を自動計算し基板に表示、適正量が封入されるまでアシストする機能で、年間を通じて冷媒不足、冷媒過多となる状況を低減する機能である。

特徴として、必要冷媒量が封入されたかの判定を温度効率 ϵ_{scc} で実施すること、年間を通じて不足にならないように追加する「最終追加冷媒量」を入力された現地情報に基づき算出することが挙げられる。

従来のコンデンシングユニットの冷媒封入方法としては、ユニット液冷媒出口にサイトグラスを設置して、試運転時にサイトグラスを見ながらフラッシュ(気泡)が消えるまで試運転時点での必要冷媒量を封入し、封入冷媒量の10%程度を予備分として追加ジャージする方法をとっていた。

また、R410Aコンデンシングユニットの特徴として、省エネ性を高めるため凝縮液に過冷却を8~20K程度付加しているが、従来のサイトグラスを見ながら封入する方法では、フラッシュは発生していないが過冷却が不足し冷媒不足となり、適正冷媒量が封入されていれば発揮できる省エネ性が発揮できない場合があった。

本機能によって、年間を通じて必要十分な冷媒量を封

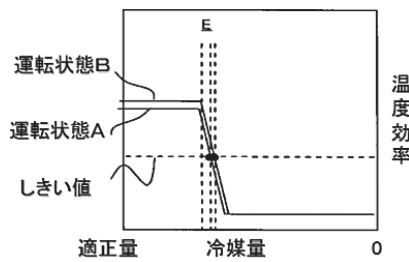


図3 冷媒量と温度効率の関係

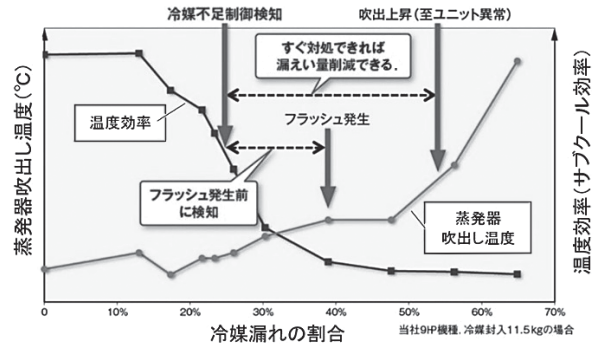


図4 冷媒不足検知による冷媒漏れの検知状況

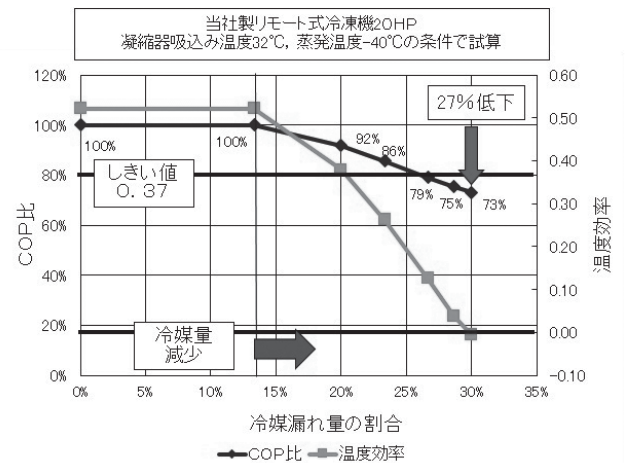


図5 冷媒量に対する温度効率、COPの例

入できれば、フラッシュが発生していない最低の過冷却度(温度効率)の場合と比較して、図5のとおり最大で約27%程度COP(Coefficient Of Performance)低下の抑制が可能となる。

3. おわりに

業務用冷凍冷蔵機器の分野でも地球温暖化係数の小さいCO₂冷媒を用いた製品が発売されているが、設計圧力がR410A冷媒の2倍以上と高く、使用部品の高耐圧化が必要となるなどコストアップが避けられない。

一方、当社はコンデンシングユニットに冷媒不足検知機能、冷媒封入アシスト機能を搭載したモデルを旧モデルとほぼ同等の価格で発売した。今回導入した冷媒不足検知機能、冷媒封入アシスト機能は、冷媒回路に過冷却熱交換器があれば他の冷媒回路にも応用可能であり、幅広い冷媒回路に応用できる。当社では、R410A冷媒よりもGWPが小さい冷媒を検討しており、その冷媒でも本技術は適応可能である。

今後も機器の性能向上はもちろんのこと、据付、メンテナンス、廃棄など、機器のライフサイクル全体での地球温暖化低減技術の向上に貢献していきたい。