

【日本機械工業連合会会長賞】

デュアルコンプレッサー制御式（DCC） 縦型産業用冷凍庫 W1200 タイプ

フクシマガリレイ株式会社
大阪府大阪市

1. 機器の概要

食品工場や配送センターなど幅広い産業の現場で使用される縦型冷凍庫は、省エネへの要求が高い。また冷媒ガスを使用している為、高 GWP 冷媒の使用削減や冷媒封入量の削減が急務となっている。

今回開発した縦型冷凍庫 W1200 タイプは、冷却能力の異なる 2 つの圧縮機を使用するデュアルコンプレッサー制御（以下 DCC）のメイン側圧縮機にインバータ圧縮機を使用するインバータ DCC 方式を採用した。加えてデマンド除霜や筐体防露ヒーター電力量削減により、10 年前に生産した製品と比較すると、49%の省エネ性となる。インバータ DCC 方式採用により、高 GWP 冷媒である R404A から R134a への転換に加え、更にサイクル容積の調整により冷媒封入量が削減でき、地球温暖化防止に貢献している。



図 1 縦型冷凍庫
GRD-124FMD

2. 機器の技術的特徴および効果

2.1 技術的特徴

(1) インバータ DCC 方式

当社リーチインショーケースに採用している DCC（Dual Comp. Control）方式（高効率な圧縮機をメイン側で運転させ、庫内負荷が大きくなった際にサブ側の圧縮機を運転させることで、省エネ性と冷却性能を両立させた当社独自の冷却技術）を更に進化させ、メイン側にインバータ圧縮機を採用することで省エネ性能を大幅に向上させたインバータ DCC 方式を採用した。

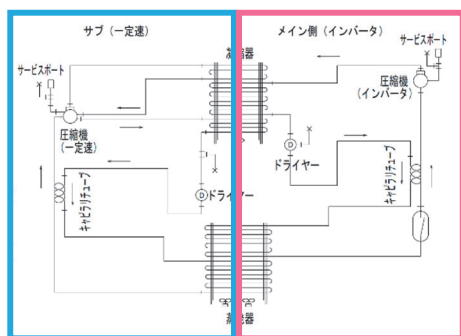


図2 冷凍サイクル図

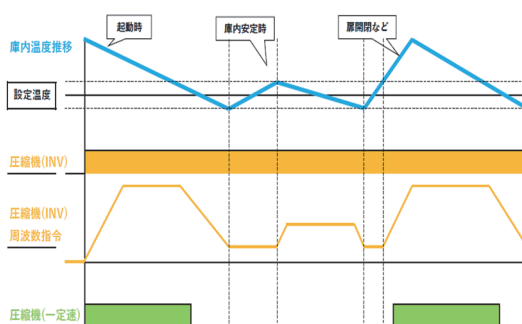


図3 タイムチャート

庫内負荷が小さい場合、インバータ圧縮機のみ運転する事で省エネ運転を行い、庫内負荷が大きくなるとインバータ圧縮機の運転周波数を上げるとともにサブ側の圧縮機も運転させ冷却を行う。

(2) デマンド除霜制御

除霜にかかる消費電力量を減らしつつ、蒸発器着霜での庫内温度上昇による収容物劣化リスクを抑えたデマンド除霜制御を採用した。デマンド除霜制御は、蒸発器の着霜状態を冷凍庫が検知し、除霜ヒーターを通電制御するヒーター除霜を実施するか、除霜ヒーターを通電しないオフサイクル除霜を実施するか判断を行う制御である。

冷凍庫の扉開閉が無い、又は少ない場合、蒸発器の着霜が少ないと判断し除霜ヒーターを通電しないオフサイクル除霜を行う。これにより、除霜ヒーター通電による電力量削減及び、除霜ヒーター通電の熱負荷を冷却する電力量消費を抑制することができる。

冷凍庫の扉開閉が多い場合、蒸発器の着霜が多いと判断し、除霜ヒーターを通電制御するヒーター除霜を行い、蒸発器着霜による収容物劣化リスクを低減する。

この制御により、冷凍庫の扉開閉が多い繁忙時間はヒーター除霜を行い、収容物劣化リスクを低減させ、扉開閉がほとんどない夜間等にはオフサイクル除霜を行うことで、省エネを実現した。

(3) 筐体防露ヒーターの電力量削減

筐体の結露を防止する為の防露ヒーターが筐体枠部に埋め込まれており、結露を防止している。庫内冷氣漏洩を少なくすることで防露ヒーターの通電率が下がり省エネとなる。

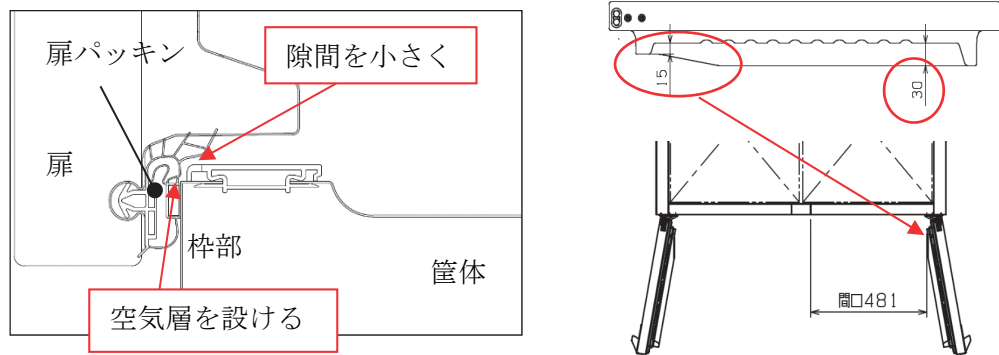


図4 扉廻り

扉パッキンと本体の隙間を小さくするとともに空気層を設けるような扉パッキン形状に変更した。併せて扉裏部の立ち上げ高さを15mmから30mmに高くすることで、筐体枠部への庫内冷氣漏洩を抑制し、防露ヒーター通電率を低減する。扉裏部の立ち上げを高くすることで庫内収容物の出し入れに干渉しないよう、扉ヒンジ側は傾斜を設けつつ高さを15mmとすることで、省エネ性に寄与しながら作業性は前モデルを踏襲している。

2.2 効果

(1) 省エネ性、経済性

JIS B 8630:2009にて測定した製品全体の消費電力量を、10年前の当社製品と比較する。(製品の買い替えインターバルが約10年であるため)

表1 電力量、電気代比較

	旧製品	開発製品
機種名	URD-44FMTA1 (一定測圧縮機)	GRD-124FMD (インバータDCC方式)
年間消費電力量	3,510kWh/年	1,790kWh/年
年間電気代	56,160円/年	28,640円/年

※三相200V：16円/kWh（税込み）で計算

10年前の製品と比較して49%省エネとし、年間電気代を27,520円削減している。

(2) 冷媒封入量削減

冷却効率向上に伴い冷凍サイクル内容積小型化による冷媒封入量の削減を行った。前モデルであるARD-124FMD(2012年より販売)と比較して、R134a年間封入量を706.3kgから588.6kgに削減した。これはCO₂換算で168t/年削減となる。

(GWP R134a : 1,430、CO₂ : 1にて計算)

(3) 庫内収容物の廃棄ロスリスク低減

DCC方式は冷凍サイクルを2系統有しているため、片側の冷凍サイクルに異常が発生したとしても、他方の冷凍サイクルにより冷却が可能である。冷凍能力の低いサブ側の冷凍サイクルだけで運転した場合でも、外気30℃程度であれば、-20℃付近まで冷却が可能の為、完全に庫内収容物が溶けきることはなく、廃棄ロスのリスクを低減させることができる。

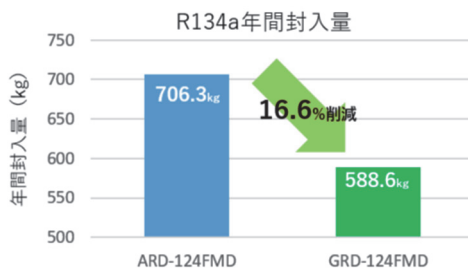


図5 冷媒封入量削減

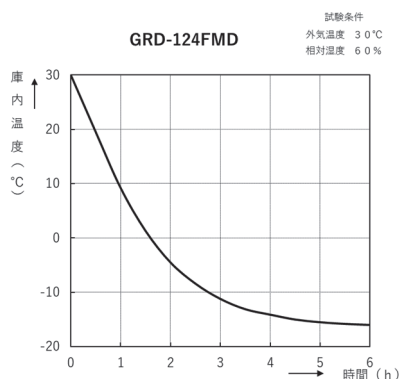


図6 サブ(一定測)側のみで運転した場合の冷却性能

3. 用途

縦型冷凍庫は全国の食品工場や配送センター等の産業用途のほかにも、スーパーマーケットなど様々な場所に納入されている。当技術を当社の他製品にも展開し更なる省エネ性向上を図り、環境負荷低減へ貢献していく。