

● 一般社団法人 日本冷凍空調設備工業連合会優秀賞 ● 改修設備部門

# 食肉加工処理工場における 個別分散システムによる品質維持と省エネ化

設備所有者：株式会社JA食肉かごしま 南薩工場  
設備施工者：株式会社ダイキンアプライドシステムズ

## 建物の概要

名称 株式会社JA 食肉かごしま 南薩工場  
所在地 鹿児島県南九州市知覧町南別府 22361  
概要 昭和 54 年竣工  
建屋：地上 2 階建て  
延べ面積：13,100m<sup>2</sup>  
構造：鉄骨造・鉄筋コンクリート造  
用途：食肉加工（牛・豚）



株式会社JA食肉かごしま 南薩工場 外観

## 1. システム開発の目的と経過

### 目的

食肉加工処理工場における冷凍冷蔵設備は、食肉の解体、冷却、加工および保管までを担っており、冷凍冷蔵設備における電力使用量は工場全体の約半数を占めている。近年、海外輸出認定工場として食品安全マネジメントシステムに関する国際規格 ISO22000 の取得により庫内温度の低温化、デフロスト時の庫内温度の保持、規定された時間内でのト体品温の冷却など、厳格な温度管理が求められるようになり、電力使用量は増加傾向にある。

本件は、既設冷凍冷蔵設備において、水冷式冷凍機によるセントラル方式から空冷式の DC インバーター冷凍機を利用した個別分散方式へ変更し、省エネ監視設備を新規導入することにより、省エネルギー、省メンテナンス、故障時のリスク低減および製品の品質維持を目的としている。

### 経過

設計期間：平成 27 年 8 月

#### 【一期工事】

工事着手：平成 27 年 9 月 工事完了：平成 28 年 3 月

#### 【二期工事】

工事着手：平成 28 年 4 月 工事完了：平成 29 年 3 月

## 2. 設備・システムの概要

### 既設機器概要

空調方式：セントラル方式  
水冷式コンデンシングユニット  
+ 補機（冷却塔 + 冷却水ポンプ）  
+ ユニットクーラー  
デフロスト方式：散水方式  
使用冷媒：HCFC 冷媒 R22  
馬力：計 656HP

### 更新機器概要

空調方式：個別分散方式  
空冷式低温用エアコン（室外機 + 室内機）  
デフロスト方式：逆サイクルホットガス方式  
使用冷媒：HFC 冷媒 R410A  
室外機：計 83 台 室内機：計 103 台  
馬力：計 846HP

## 3. 着想

### 3.1 リスクの低減

既存水冷式冷凍機利用によるセントラル方式の場合、冷

凍機1台で複数庫を冷却しているため、冷凍機故障時のリスクが大きく、その低減化が課題であった。本設備では、部屋ごとに専用冷凍機を設置し、冷却能力を多く必要とする部屋については複数台の冷凍機を設置する計画とした。

### 3.2 工場を稼働しながらの更新

既設水冷式冷凍機は専用の機械室に設置されており、同じ機械室に新設冷凍機を設置することは困難であることから、別機械室に冷凍機を設置する案、および工場周囲の空きスペースを利用する案があった。今回、水冷式冷凍機から空冷式冷凍機へ変更することで、屋上空きスペース、工場周囲空きスペースを有効利用することとした。この場合は、工場稼働中に冷凍機を設置しておき、客先の長期休暇期間中に配管配線接続と試運転を実施する方法が採用できる利点もある。また、専用の機械室も不要となるため、建設費用の削減化を図ることも可能である。

### 3.3 電気使用量の低減化

既存設備は水冷式冷凍機利用により、冷却水ポンプおよび冷却塔ファンの動力が必要となる。また、冷凍機は一定速圧縮機のため、特に中間期から冬期にかけての負荷低減時における冷凍機の電力削減化ができていなかった。本件では年間負荷を把握し、計画時の試算によりDCインバーター圧縮機を搭載した空冷式冷凍機を利用することで、電力使用量の低減化を図れる結果を得た。

### 3.4 省メンテナンス化

セントラル方式から個別分散方式に変更することで冷凍機は小型化し、専任技術者が不要となる。また、冷凍機の台数が増えることで日常点検が煩雑になることを想定し、省エネ監視設備での冷凍機の運転状態や庫内温度データを一括監視、帳票出力することで省メンテナンス化を図る。

### 3.5 デフロスト方式の変更

デフロスト方式を散水方式からホットガス方式にすることで散水による天井面の再氷結、水の飛散による問題解決を図った。

## 4. 効果（省エネルギー）

冷凍機を水冷式から空冷式へ、デフロスト方式を散水方式から逆サイクルホットガス方式へ変更することにより、補機動力の削減と井水使用量を不要とした。さらに個別分散による運用での省エネおよび部分負荷時の運転効率向上

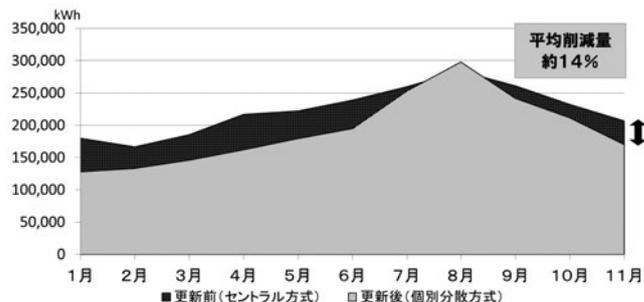


表1 更新前と更新後の電力使用量の比較

により更新前と比較し、約14%の省エネとなった(表1)。

電力使用量 ▲ 356,000kWh/年

水使用量 ▲ 29,200m<sup>3</sup>/年の削減

## 5. 投資回収(省マネー)

A: 本設備の投資金額

本設備は老朽化に伴う更新工事であることから、投資金額は冷凍機増容量分190HP(既設容量846HP-更新容量656HP)と、新たに加えた省エネ監視設備の投資金額の合計とする。

冷凍機増容量分190HP: 93,000千円  
 省エネ監視設備金額: 15,000千円  
 合計: 108,000千円

B: 年間削減金額

電力料金削減額: 6,600千円/年  
 井水使用料削減額: 500千円/年  
 保守費用削減額: 12,000千円/年  
 合計: 19,100千円/年

投資回収年数は、A/Bより5.7年となる。

## 6. 他の建物への応用性

食肉加工処理工場に限ったことではなく、いまだに多くの工場、倉庫において過去にセントラル方式が採用され、更新されずに現存している。今後、それぞれのニーズに応じた品質維持・管理は当然のこと、優れた省エネ性、環境性、簡易メンテナンス性を求められる中、空冷式で高効率なDCインバーター圧縮機を搭載した個別分散方式の採用は有効な手段と考えられる。

## 7. 仕様又は開発製品、システム、部品等の仕様

### 7.1 空冷式低温用エアコンの採用

採用した冷凍機の特徴は以下のとおりである。

#### ①逆サイクルホットガスデフロスト方式

従来の、給水タンクやポンプ等の給水設備を必要とす

る散水方式を逆サイクルホットガスデフロスト方式にすることで、給水設備を不要とした。さらに霽による結露や再氷結、水の飛散が無くなり衛生面も改善された。

### ②エコマイザーサイクル

冷却運転においては、エコマイザーサイクルを搭載し、中間ガスインジェクションによる低温領域での運転効率を大幅にアップさせた冷凍機を採用している（図1）。

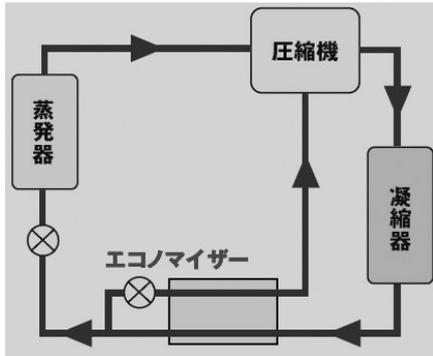


図1 エコマイザーサイクル

### ③リアクタンс DC インバーター搭載

圧縮機には、リアクタンс DC インバーター圧縮機を搭載し（図2）、定格時での効率アップだけでなく、年間を通じて運転時間の長い中間期、冬期の低負荷時で特に高い効率での運転が可能になる。

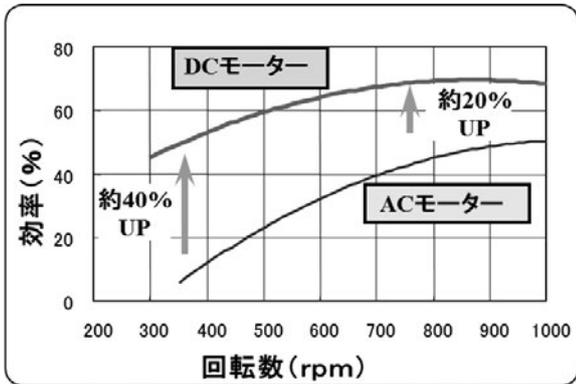


図2 DC圧縮機モーター特性

## 7.2 省エネ監視システム

主な特徴としては通常の中央監視機能（発停や状態監視、トレンドログ）に加えて、専用通信 DIII-NET を直接制御することで冷凍機内の制御情報を利用可能にした。

これにより同時デフロストの防止や設定温度変更の他に蒸発温度変更など用途に合わせた設備での制御を組み合わせることが可能となる。

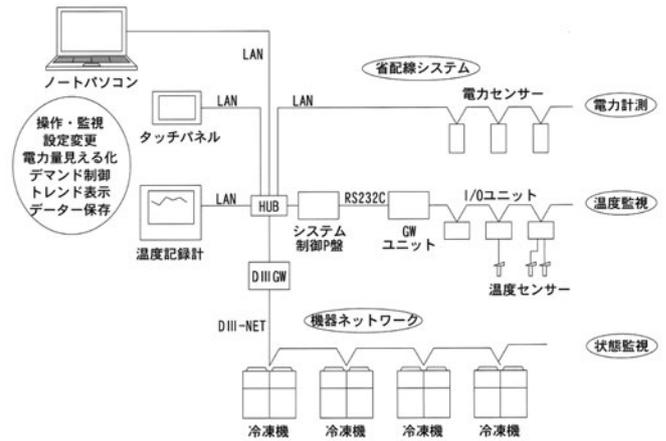


図3 省エネ監視システム図

後述するが、運用する時間帯に合わせた機器の制御連動やデマンドによる能力抑制などに威力を発揮している。これを当社独自の制御システム、ZU：NOS（ズーノス）により実施している（図3）。

## 8. 環境保全、便利性等

低温用エアコンの個別分散設置と一室あたりの複数台設置により、故障時の製品への影響を低減している。さらに、圧縮機を複数台搭載しているため、1台故障しても運転を継続するのでより安心である。また、将来の更新時も工事が容易になる。冷媒は、R22 から高効率でオゾン破壊係数0のR410Aを採用し、エコマイザーサイクルにより冷媒保有量は従来比で約80%の大幅な削減ができた。

## 9. 工夫した点、発想した点、創作した点、新しい点等、設備の特徴

枝肉は、菌や微生物の繁殖を防ぐためにも速やかに冷却しなければならない。また、庫内温度が不安定で、冷却時間が長くなると肉の色合いの変化により製品価値が低下する恐れがある。そのため、庫内温度とト体の温度は厳格に管理されている。

今回、負荷に応じた DC インバーター制御で圧縮機の発停回数を限りなく抑え、庫内温度を安定させたことにより製品品質の向上が期待される（図4）。

また、DC インバーターを搭載した冷凍機と中央監視システムにより、負荷に応じて冷媒循環量を制御することで、年間を通じて最適な蒸発温度で制御することが可能になった。これにより、ト畜数や季節による負荷の変動に対する最適運転を可能とし、庫内温度の振れ幅を極力抑えることができた。さらに、中間期から冬期にかけての低負荷時に

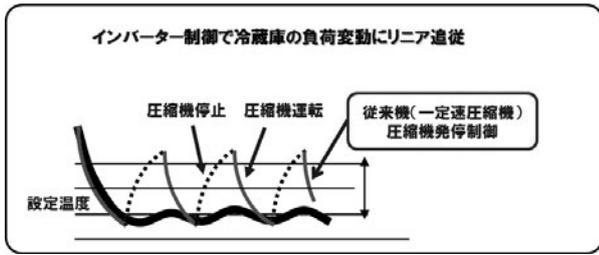


図4 インバーターによる冷却能力制御

においては冷媒循環量を減少させることにより、効率的な省エネ運転が可能となった。

次に、庫内温度を乱す原因の一つに除霜時の庫内温度上昇がある。この温度上昇を防ぐため、DCインバーターによる適切な容量制御と、比較的低温のホットガスにコントロールすることにより、庫内の温度上昇を抑えている。

今回、枝肉入庫時は洗浄後の濡れたト体および扉開口部からの侵入外気による霜付での能力低下やデフロスト回数増が課題となったが、新規導入した中央監視システムにより、入庫初期は蒸発温度を上げて霜付を抑え、庫内の水分をドレン化したことで解決させた。

#### 10. 市場性、販売状況、適用市場の大きさ、競合品又はシステムとの比較、販売実績（国内、外）等

食肉加工工場は全国に約200カ所あり、冷媒R22を使用した大型冷凍機によるセントラル方式が数多く現存している。今後も更新時においては、生産量を維持することが要求されるため、計画する場合に、省エネだけでなく施工面からも本個別分散方式は有効な手段と考えられる。

#### 11. 概観、構造図



写真1 豚枝肉冷蔵庫



写真2 牛枝肉冷蔵庫



写真3 牛製品保管庫（既設機器（庫内側面）、更新機器（庫内中央））



写真4 低温用エアコン室外機