

優良省エネルギー設備顕彰事例⑤

新設設備部門 (社)日本冷凍空調設備工業連合会会長優秀賞

天井コイル式超低温自動冷蔵庫

設備所有者：(株)南食品
設備施工者：八洋エンジニアリング(株)

建物の概要

名称 株式会社 南食品第2工場
所在地 静岡県焼津市大島1979-1

1. 技術開発の目的と経過

目的：超低温冷蔵庫の省エネ化、在庫管理のコンピュータ化及び流通の合理化

経過：平成15年 設計・検討等

平成16年2月～6月 施工

平成16年7月1日 試運転・引渡し等



建物外観

2. 設備・システムの概要

箱パレットの搬出搬入をコンピュータによって制御される天井走行クレーン及びコロコンベアによって自動化し、入口準備室を小さくして浸入外気の量を少なくして負荷を減らした。また、カスケードコンデンサを介して冷凍機のサイクルと天井コイルのサイクルを隔離し、天井コイルのサイクルの冷媒に油を混入させないようにした。このことで油によるコイルの閉塞や熱伝達率の低下を防止して、効率の良い天井コイル式冷蔵庫を実現した。

3. 着想

冷蔵庫は多くの電力を使用する。冷蔵庫の温度が低くなれば低くなるほど多くの電気を消費する。超低温冷蔵庫の電気使用量は非常に大きなものである。超低温冷蔵庫の電気の消費量を少なくするためには、無駄な熱負荷をできるだけ小さくすることと冷凍装置の効率をよくすることを両立させる必要がある。荷物の搬入による負荷以外の

負荷の主なものは、

- (1)外壁からの侵入熱負荷
- (2)侵入外気による熱負荷
- (3)フォークリフトやパレットの出入りによる熱負荷
- (4)デフロストによる熱負荷
- (5)電気器具等による庫内発生熱負荷

の5つがある。これらは冷蔵庫を自動化することにより、

- (1)建物の高さが高くなり立方体に近づくため容積あたりの外表面積が減り、外壁からの侵入熱が減る。
- (2)入口準備室の容積が小さくなって、進入外気が少なくなり、熱負荷が減る。
- (3)フォークリフトの出入りが少ない分、熱負荷が減る。
- (4)進入外気が少ないため、天井コイルを使用でき、デフロスト負荷がないかまたは非常に少ない。
- (5)通常、庫内に人が入らないので電灯をつける

必要が無い。天井コイルを使用するためクーラーファンが要らない。など、

(1)~(5)の理由で、自動倉庫にして、天井コイル方式を採用すれば熱負荷が大幅に減ることが分かっている。

4. 効果（省エネルギー）

省エネルギー効果を使用・運転データ、独自に計算した結果などを記載する。

運転データ 2004年10月の実績 (kW/月)

NH ₃ 冷凍機	10869.2
R-23冷凍機	7664.8
エバポレーターコンデンサー	1759.9
ジャケット冷却ポンプ	211.2
天井コイル循環液ポンプ	833.1
合計	21338.1

以上のように10月の電力消費量は21338.1kW/月と、3千トンクラスの同じような使用方法の超低温冷蔵庫の1/3以下の電力消費量となった。

省エネルギー効果の理由

1. 普通、超低温冷蔵庫1000トン当たり約10kWのクーラーファンが付く。クーラーファンが無くなったことによる直接の省エネ効果が約30kW。蒸発温度-70℃/凝縮温度35℃のNH₃・R-23の二元冷凍機の成績係数は約1.0であるから、クーラーファンの発生熱を取るために30kWの冷凍機が必要となる。クーラーファンが無くなった事により合計約60kWの省エネとなる。
2. 利点の(1)~(5)の外壁からの進入熱の減少、進入外気の減少、フォークリフトの持ち込む熱の減少、デフロスト負荷の減少、照明負荷の減少等で60~90kWくらいの負荷が減少している。
3. 本冷蔵庫の実負荷が55kW程度であり、負荷そのものが従来の冷蔵庫の1/3くらいになっていて、クーラーファンの30kWが消費電力に加わるので、従来の冷蔵庫では3倍以上の電力を消費すると考えられ、実績と一致する。

5. 投資回収（省マネー）

初期投資は通常の冷蔵庫と比較すると割高になるが、省人、省エネルギーによるランニングコス

トの差及び収容容量の差で回収できる。同じ規模の冷蔵庫と比較した場合、敷地面積が1/3以下になるため用地費も含めると投資総額は殆ど変わらない。入庫、出庫、在庫の管理が一括してコンピューター管理でき、事務や物流の合理化を可能にすることもメリットである。

6. 他の建物への応用性

効果は多少少なくなるが、温度の高い一般の冷凍冷蔵庫についても応用できる。また総投資額が殆ど変わらず、上記のようなメリットがあることが認められてくれば、超低温貯蔵をするほうが有利な冷凍食品はたくさんある。例：イクラ、ウニ、甘エビ、鱒、鯖、等

7. 仕様又は開発製品、システム、部品等の仕様

天井コイル：エロフィンコイル（SUS）20A 85m×40系統二段×0.9m²/m=3060m²

カスケードコンデンサ：NH₃/R-23（SUSプレート熱交換器全溶接タイプ） R-23/R-23（SUSプレート熱交換器ブレード溶接タイプ）

液ポンプ：-80℃仕様（R-23用・SUS製）

8. 工夫した点、発想した点、創作した点、新しい点等

ここで、着想の項の(1)~(5)の利点は自動倉庫になれば必然的に得られる結果であるが、超低温冷蔵庫に天井コイルを使用するために克服しなければならない大きな問題が3つあった。

問題点(1)天井コイルに付く霜は非常に少ないがつかないわけではない。ついた霜を20mの高さで-60℃の環境で除霜しなければならない。

問題点(2)冷媒に冷凍機油が含まれていると、天井コイル内に冷凍機油が蓄積して、冷却効率が悪くなる。-60℃の天井コイル内の冷凍機油を排出することは殆ど不可能である。

問題点(3)通常使われている天井コイル材の場合、天井コイル内に大量の冷媒が必要になり、今回の設備で試算すると10トン近く必要であった。フロン23はフロン22と比較して非常に高価な冷媒であり、10トン

ものフロン23冷媒を使用する冷凍設備は経済的に成り立たない。

問題点(1)に対する解決法：自動倉庫用の天井走行クレーンの上部に天井コイルに近接するように団扇を付ける。超低温で天井が高く進入外気の量が少ないため、天井コイルに付く霜が乾燥したパウダースノーのような状態であり、ごくわずかの風で霜を落とすことができる。【図1参照】

問題点(2)に対する解決法：二元冷凍機の低圧側のフロン23と天井コイルを循環するフロン23の間にカスケードコンデンサーを介在させ、天井コイル内に冷凍機油がまったく入らないようにした。【図2参照】

問題点(3)に対する解決法：20Aのステンレス管にピッチ10mm、フィン高さ20mmの科尔ゲートフィン管を製作して天井コイルとした。1系統85m×40系統の天井コイルで冷媒充填量は約800kgで十分となった。



図1 天井コイルと自動クレーン

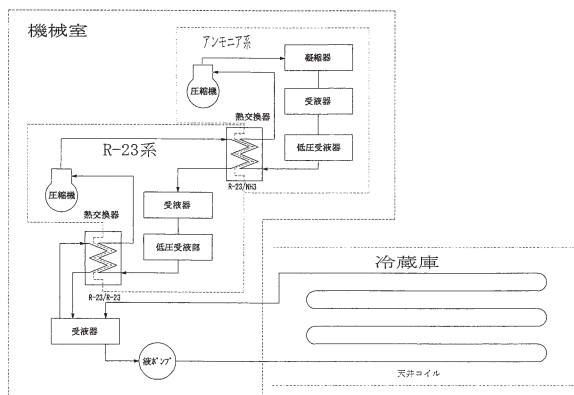


図2 冷凍システム回路図

9. 環境保全、便利性等

超低温冷蔵庫で消費する電力を1/3以下にすることができた。また在庫管理がコンピュータで正確にできるようになって、無駄な荷捌きを減らし、入出荷や配送および流通の合理化をすることができ、省エネにつながっていると思う。

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

超低温冷蔵庫は現在のところ鯉、鮪用が殆どで、数十万冷凍トン程度しかないが、電気消費量が劇的に下がることになると、超低温で保管したい物は他にもたくさんあるので市場は広がる可能性がある。-60℃の条件で自動化する技術と、天井コイル内にまったく油を入れない技術は初めてのことで、特許出願済みで競合はない。まだ1号機を納入して4ヵ月しか経たないが順調に運営されている。

電力消費量比較表

	A社冷蔵庫 2004年竣工	B社冷蔵庫 1999年竣工	
冷蔵システム	二元冷凍ループ 満液天井コイル式	二元冷凍 直膨ファンクーラー式	
主たる業務	鯉加工	鯉加工	
収容能力 (トン)	3000	1600	
高元側	実出力 (Kw/Hr)	38.6	26.0
	稼働時間 (Hr/月)	281.6	1178.0
	消費電力 (Kw/月)	10869.8	30628.0
低元側	実出力 (Kw/Hr)	27.6	20.6
	稼働時間 (Hr/月)	277.8	1178.0
	消費電力 (Kw/月)	7667.3	24266.8
周辺機器	定格出力 (Kw/Hr)	10.0	
	消費電力 (Kw/月)	2816.0	
合計	消費電力 (Kw/月)	21353.0	54894.8

周辺機器 今回、B社冷凍機のクーリングタワー等の周辺機器の電力量調査がなされていなかったため無いものとして計算している。
A社冷凍機の周辺機器の電力量は定格で計算した。

結論 B社の収容能力をA社と同じ（3000トン）に換算して比較する。

	(kW/月)
A社	21353.0
B社	102927.8

上の表の値となりA社冷蔵庫の消費電力はB社の約1/5（20.7%）となっている。