

優良省エネルギー設備顕彰事例①

新設設備部門 (財)省エネルギーセンター会長賞

NH₃/CO₂二次冷媒ループ冷凍システムを使用したスパイラル凍結設備

設備所有者：(株)おおさき町鰻加工組合
設備施工者：八洋エンジニアリング(株)
共立冷熱(株)

建物の概要

名称 株式会社おおさき町鰻加工組合加工場
所在地 鹿児島県曾於郡大崎町菱田194-1
概要 建家 地上1階 構造 S造
延床面積 1,076m²
用途 うなぎ加工場

1. 技術開発の目的と経過

目的：フロンに代わる自然冷媒を使用した省エネの冷凍装置を開発すること

経過：1997年（設計、検討等）

1999年（特許出願）

2000年（試作、試験納入等）

2003年（試運転、引渡し等）

2. 設備・システムの概要

アンモニアと炭酸ガスを組合せた新しい冷凍サイクルを持つ凍結設備（添付資料参照：省略）

3. 着想

アンモニアは冷媒としての性能は非常に優れているが、毒性があり漏洩した場合人体や食品等に危害を与える。一方二酸化炭素は比較的安全であるが汎用の冷凍空調分野で蒸気圧縮式冷凍機の冷媒として使用した場合、効率が悪いという欠点がある。しかし熱を運ぶ媒体としては非常に優れた特性を持っていて、二次冷媒として使用するといろいろな利点がある。本装置は冷凍機の冷媒としてアンモニアを使用し、目的の場所への熱の運搬を二酸化炭素の潜熱を利用して行うことにより、



建物外観

安全で効率の良い冷凍装置になっている。

4. 効果（省エネルギー）

《フロン冷凍機と比較したときの優位性》

オゾン層破壊係数は0であり、地球温暖化係数もフロン類の数千分の一の値であり、地球環境に優しい冷凍装置である。

アンモニアの冷媒性能と二酸化炭素の熱搬送能力の優秀性に加えて、今回採用のカスケードコンデンサの性能および二酸化炭素サイクルに油が一切混入しない構造により、中間熱交換器（カスケードコンデンサ）を有するにもかかわらず、従来の同じ目的に使用しているフロン冷凍機より10～20%程度の高い効率を得た。アンモニア直膨冷凍機と比較して、性能的にも優位になり、安全性は問題なく優位である。

5. 投資回収（省マネー）

産業界の場合、5年後、10年後の環境に対する規制を考えると、今、ノンフロン冷凍機を設置することが環境に配慮した投資として社会的評価を

得ることが可能であることから、効率の良い冷凍装置なら、多少価格差があってもランニングコストの差により数年で取り返せることを理解してもらうことが可能である。

またフロンを使用しないことにより自然環境を守ることは、人類全体でみたときの経済的価値は非常に大きいと考える。

6. 他の建物への応用性

冷蔵冷凍倉庫やスーパーマーケットのオープンケースなど、その他の冷却装置。ビル空調などへの応用も研究中であり、期待が持てる。

7. 仕様または開発製品、システム、部品等の仕様

| 機種 | HA-1.0 | HA-1.5 | HA-2.0 | -35℃の冷凍室温度で連続凍結する時の冷凍機軸動力と冷凍能力 |
|------|--------|---------|---------|--------------------------------|
| 軸動力 | 49.6kW | 99.2kW | 148.8kW | |
| 冷凍能力 | 95.1kW | 190.2kW | 285.3kW | |

※上記の性能表は外気温度32℃湿球温度28℃の時1時間あたりのハンバーグ凍結量約1.0、1.5、2.0トン用凍結装置のものである

8. 工夫した点、発想した点、創作した点、新しい点等

3項記述のとおり環境負荷のないノンフロンを使用し、安全で効率の良い冷凍装置の開発をねらいとした。

9. 環境保全、便利性等

オゾン層破壊や地球温暖化を防ぐために、各業

界でいろいろな努力がなされている。

我々冷凍機業界においても、フロンに代わる自然媒体を使用した省エネルギーの冷凍装置を早急に開発することが、大きな課題となっている。

自然媒体には空気、水、アンモニア、二酸化炭素、炭化水素等があるが、冷媒として使用する場合フロンと比較して、長所も持っているが経済的な問題や物性的な欠点があり、限られた条件の分野を除いて、実用化が難しかった。今回開発した冷凍装置はアンモニアと二酸化炭素を組み合わせることにより、比較的汎用性があり、効率が良く、安全であり、地球環境に優しい構造に仕上がっていると自負している。

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

当面の用途は産業用のフロン大型冷凍機の置き換え需要が主になると考えている。理由は汎用小規模冷凍機との価格差がまだ大きいことと、個人ユーザーの意識がそれほど高くないのが現状であるが、ノンフロン冷媒により自然環境を守ることは、人類全体でみたときの経済的価値は非常に大きいと考えており、設備業界として今後普及促進を積極的に進めていく予定である。

11. 外観、構造図（略）



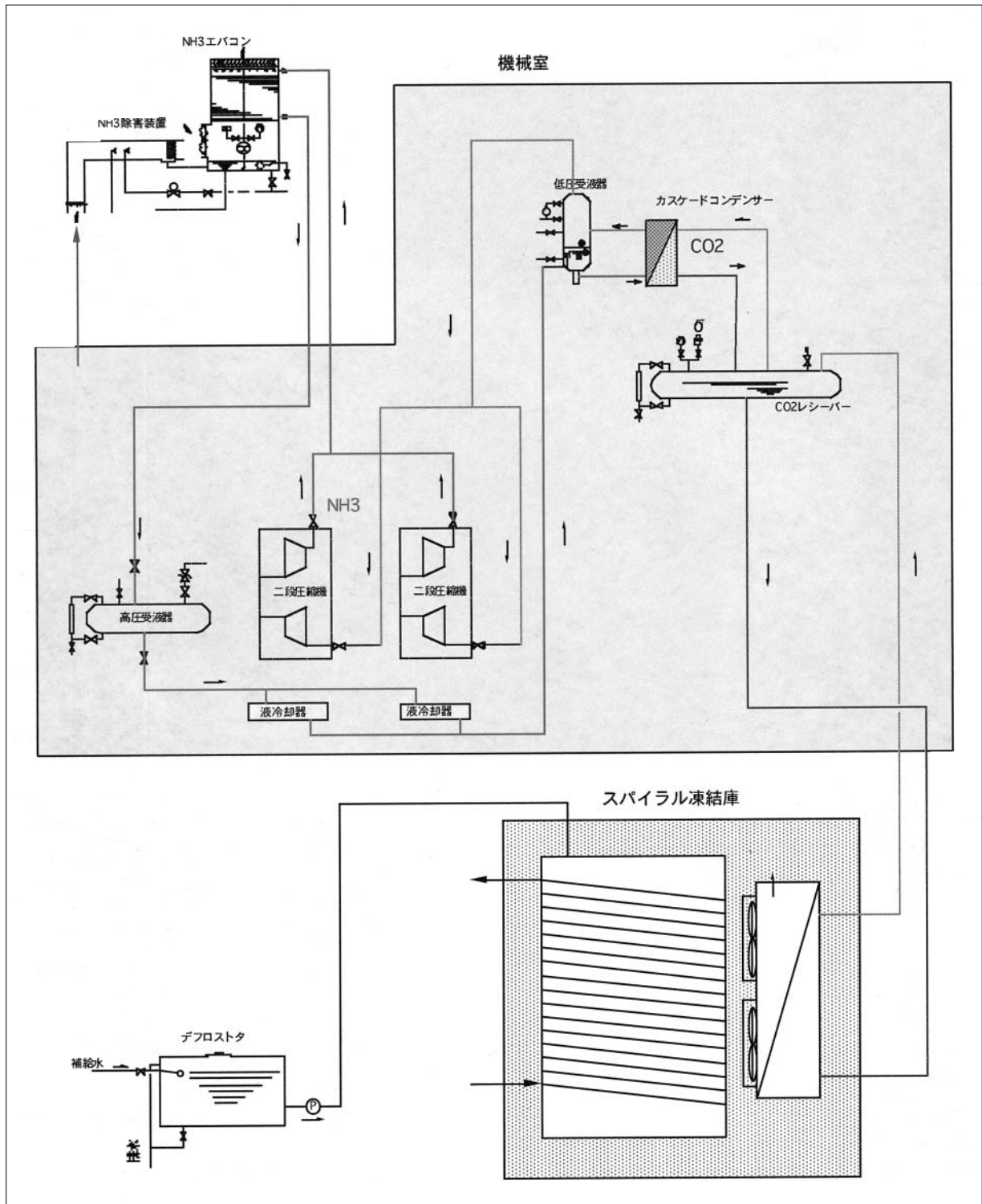
NH3低圧受液器



炭酸ガス受液器



エバコンとNH₃除外装置



実用1号機凍結システム図（うなぎ凍結）

優良省エネルギー設備顕彰事例②

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

2槽式空調システムとヒートクール制御システム 「エアペックス」ツインエコシステム

設備所有者：北九州市立大学
設備施工者：津福冷機工業(株)

建物の概要

名称 北九州市立大学
所在地 北九州市若松区ひびきの1番1号
概要 建家 地上2階 構造 RC造
延床面積 241.9m²
用途 実験棟

1. 技術開発の目的と経過

目的：

従来形の恒温恒湿装置は常に空気を冷やしながら、再度加熱することでコントロールしていました。つまり冷却と加熱を同時に行っており、その分電力消費量を上昇させる要因となっています。エアペックス・ツインエコシステムにおいてはその問題点を解決し、飛躍的に電力消費量を抑えました。恒温恒湿装置は長時間運転をする実験装置におけるニーズが多いことから省電力効果は絶大です。全く新しい発想での恒温恒湿装置を開発しました。

経過：

①開発内容

1. 空気調和装置の配置等の研究
2. 空気調和装置の温度分布、気流分布の研究
3. 制御機器、センサーの研究
4. 冷凍機のインバーター制御の精度研究
5. 冷凍サイクルにおける自動制御機器の研究
6. 湿度制御時の最適水分量の研究
7. 1～6の研究成果を実証するための運転試験、およびデータ収集
8. 再現性試験



建物外観

②開発の期間

研究・・・平成13年4月より
納入・・・平成14年2月より

③開発の規模

a.1m³恒温恒湿槽を使用。

現在のパッケージ形恒温恒湿槽における最も主流の商品であり、市場ニーズがもっとも高いと考えられます。

b.14.5m³環境試験室を使用。

室内寸法を変更できるようにしており、プレハブ形恒温恒湿システムのさまざまなパターンの実験をすることができます。

④成果（略）

2. 設備・システムの概要

上記目的を達成するために、下記2点について技術開発を実施し採用しています。

①空気調和装置及び空気調和方法

空調機内部の除湿を行うときにも十分な風景を

確保できるようにし、除湿時に冷凍機を運転しながらヒーターを作動させるという無駄な消費も防止できるようにします。

②冷凍機及びその比例制御方式

直膨方式では実現不可能であったモーター出力0~100%までの全範囲で比例式による冷却制御を可能にし、かつ精密に制御します。

3. 着想

①空気調和機器および空気調和方法について

(イ) 従来の技術

近年、半導体の製造工場、印刷工場、各種の試験室等では、より精密な温度制御が要求されてきています。特に、精密な試験機を使用した試験室では±0.1℃程度の制御が要求されてきています。これらの空調は空調機によって行われています。

従来の一般的な空調機では、除湿の制御はファンの回転数を変化させることによって行っていました。

つまり、モーターの回転数を上げて風速を速くし、風量を大きくすれば、空気が冷却コイル表面と接触する時間が短くなり、単位風量当たりの熱交換量が小さくなるので空気の温度はそれほど低下せず、除湿は起こりにくい。

これに対し、モーターの回転数を下げて風速を遅くし、風量を小さくすれば、空気が冷却コイル表面と接触する時間が長くなり、単位風量当たりの熱交換量が大きくなるので空気の温度が低下し、露点温度よりも低くなると冷却コイル表面に結露が生じ除湿が行われます。

そして、除湿を行うことにより空気の温度が下がりすぎた場合には、冷凍機にあらかじめ備えてあるヒーターによって補償するようにしていました。

(ロ) 本技術が解決しようとする課題

しかし、上記方式には、除湿を行うときにはファンの回転数を下げ、送給する空気の風速を遅くしていたため、風量が不足して空調室の空気の循環をむらなく行うことができず、空調室の内部において温度、湿度の分布を均一に安定させることができないという課題がありました。

さらに除湿によって温度が下がりすぎたとき

にはヒーターで加温する必要があったため、冷却しながら同時に加温もしなければならないというエネルギーの無駄を生じ、ランニングコストが高くなるという課題もありました。

本技術はこれらの課題を解決するもので、空調室内部の除湿を行うときにも十分な風量を確保できるようにして、内部の温度、湿度の分布を均一に安定させることができ、除湿時に冷凍機を運転しながらヒーターを作動させるというエネルギーの無駄な消費も防止できる空気調和装置及び空気調和方法を提供することを目的としています。

(ハ) 課題を解決するための方法

第1は冷凍機と空気制御室を備えた空気調和装置で、空気制御室は冷凍機の熱交換器が設けられている冷却制御室と除湿制御室の2つにわかれ、冷却制御室と除湿制御室に空気を流通させて熱交換器と熱交換させる送気手段と、除湿制御室を流通する空気の風量を調整する風量調整手段とを備えていることを特徴とする空気調和装置です。

第2は圧縮機と凝縮器と蒸発器を備えた直接膨張式の冷凍機と空気制御室を備えた空気調和装置で、蒸発器に送られる冷媒液比例制御を行う冷媒液タンクと圧縮機を作動させる圧縮機制御を行う冷媒ガスタンクとを備えている空気調和装置です。

第3は上記の冷却制御室と除湿制御室に空気を流通させて熱交換を行い、除湿制御室を流通する空気の風量を制御することにより除湿量を調整し、冷却制御室と除湿制御室を通過する空気を混合して空調室に送るようにしたことを特徴とする空気調和方法です。

冷却制御室では空気を流通させて熱交換器と熱交換を行い、主に空気を冷却し、除湿制御室ではシャッター等の風量制御手段によって空気の流れる風速を遅くし風量を低下させて熱交換器と熱交換を行い、空気の冷却と共に除湿を行います。

除湿制御室を流れる空気は風量が少なくなっていますが、冷却制御室と除湿制御室のトータルの風量は同じであるので、除湿制御室で除湿を行わない場合と同様に空調室における空気の

循環が効率よく行われます。このように、空調室の空気の循環を効率よく行い、温度、湿度の分布を均一に安定させるための十分な風量を確保しながら、除湿も行うことができます。また冷却除湿の制御は、風量制御手段によって冷却制御用と除湿制御用の空気を適宜割り振って調整することにより、精密な制御が可能になります。

また、除湿するとき従来のように冷凍機を運転しながらヒーターも作動させて温度を調整するというようなエネルギーの無駄な消費を防止できます。

②冷凍機及びその比例制御方法について

(イ) 従来の技術

冷凍機には直接膨張方式（以下、直膨方式）とチラー方式のものがあり、直膨方式とは蒸発器に冷媒液を送り、コイルの中で膨張気化させてコイルを冷却し、通過する空気と熱交換をして冷却を行う方式です。

(ロ) 本技術が解決しようとする課題

直膨方式は空気と直接熱交換を行う構造であるために、構造が簡単で熱交換にも優れますが、連続運転をしながら冷却の制御を行うためには冷却コイルに常に冷媒を送りこむ必要があります。

しかし、冷凍機の圧縮機を駆動するには一定のトルクを必要とするため、モーター出力が圧縮機を駆動できない範囲においては制御が不可能であり、比例制御が可能なのは出力30%～100%の範囲に制限されていました。

従って直膨方式においては、モーター出力の比例制御だけでは精密な冷却制御が困難でした。

本研究は直膨方式の冷凍機において、従来は困難であったモーター出力0～100%までの全範囲で比例式による冷却制御を可能にして、精密な冷却制御を行うことができる冷凍機及びその比例制御方法を提供することを目的としています。

(ハ) 課題を解決するための方法

第1は、圧縮機と凝縮器と蒸発器を備えた冷凍機で、蒸発器に送られる冷媒液の比例制御を行う冷媒液タンクと、圧縮機を作動させる圧縮

機作動制御を行う冷媒ガスタンクを備えていることを特徴としています。

第2は、

- (1)凝縮器で液化させた冷媒液を冷媒液貯留手段に貯留するステップ
- (2)貯留した冷媒液を比例制御により蒸発器に送るステップ
- (3)蒸発器で冷媒を蒸発させて熱媒体を冷却するステップ
- (4)蒸発器で蒸発した冷媒ガスを冷媒ガス貯留手段に貯留するステップ
- (5)貯留された冷媒ガスの圧力が所定の圧力範囲内にあるときに上記圧縮機を作動させて貯留された冷媒ガスを圧縮し凝縮器で液化するステップ

以上を含むことを特徴とした冷凍機の比例制御方法です。

従来の直膨方式の冷凍機では圧縮機を作動できる最低限度のモーター出力に満たない出力範囲の比例制御はできませんでした。

しかし本技術では、冷却の制御はタンクに貯留されている冷媒液を、電磁弁等の冷媒液比例制御手段により蒸発器に送ることから、モーターによる圧縮機作動には直接的には影響を受けません。

また、圧縮機はタンクに貯留されている冷媒ガスの圧力を感知する圧縮機制御手段によって作動の制御が行われ、順次冷媒液タンクへの冷媒液の補充が行われるため、圧縮機が作動中でも停止状態でも、冷媒液比例制御手段によって、圧縮機を作動できる最低限度のモーター出力に満たない出力範囲の制御を含めた、モーター出力0～100%の範囲における無段階の比例制御が可能となります。

時間的な制約はありますが、圧縮機用モーターの出力を超えた冷媒量も供給可能となりますので、従来の回路より幅広い利用が可能となります。

4. 効果（省エネルギー）

長年活用されてきた従来技術による恒温恒湿装置は冷却と加熱を同時に行い、温湿度制御を行っていません。

しかし、従来方式では冷却した空気を再度加熱するというエネルギー消費上ではムダを発生してしまうという課題がありました。

近年では環境問題から省エネルギーが叫ばれていますが、従来技術では10~20%程度の省エネルギー化しか図れず、全く新しい発想で恒温恒湿装置を開発する必要に迫られてきています。

本恒温恒湿装置は従来技術の最大70%の省エネルギーを達成し、かつ、より高精度な制御を実現します。

日常において長時間運転される実験装置において本装置が導入されれば、社会全体においても大幅な省エネルギーが図れるものです。

5. 投資回収（省マネー）

九州管内での試算によりますと12㎡での人工気象室設備において、年間約500,000円のランニングコストの差になります。設備の償却期間8年とすると約4,000,000万円の差額となり、十分な投資回収が見込めます。また同じ費用で実験をよりたくさん行うことができます。

6. 他の建物への応用性

とくに制限はありませんので、どの建物へもビルトイン可能です。

7. 工夫した点、発想した点、創作した点、新しい点等

①ヒートクール制御システム

設定温度より温度が高い場合は冷却制御のみが作動し、低い場合は加熱制御のみが作動します。また、設定湿度よりも湿度が高い場合は除湿制御のみを作動させ、低い場合は加湿制御のみを作動させます。冷却と加熱、除湿と加湿が同時に稼動することがありません。

同時稼動しバランスさせることで制御していた従来方法に比べ、無駄を省いたことにより最大△70%減というランニングコストの大幅削減を実現しました。

②低圧タンク

低圧タンクを設置することにより、インバータ冷凍機のみでは実現できなかった出力0~30%の範囲までシステムを稼動させることができます。

低出力の範囲が広がったことにより省電力化を図っています。

③2槽式空調機

空調負荷の中で最も負荷の大きい潜熱負荷すなわち除湿の作業を、コイルをわけることによって効率よく行うシステムを採用しています。従来方式では冷却・除湿を一つのコイルで行うため、除湿のみが必要な場合も空気は冷却されてしまい加熱の必要ができたり、冷却のみが必要な場合にも除湿されてしまい加湿する必要がありました。2槽式空調機では冷却・除湿の作業をわけることにより、それぞれの機能を最大限に効率よく行うことができます。

8. 環境保全、利便性等

消費電力量を抑えることによりシステムの環境負荷を下げることに貢献しています。



優良省エネルギー設備顕彰事例④

新設設備部門 (社)日本冷凍空調設備工業連合会会長奨励賞

海水熱源融雪システム

設備所有者：青森市
設備施工者：大青工業(株)

建物の概要

名称 八甲通り線歩道融雪工事機械設備工事
所在地 青森県青森市新町二丁目～長島一丁目
地内
概要 建家 地上1階 延床面積 1,900m²
用途 歩道融雪

1. 技術開発の目的と経過

(1)目的

我が国は、八方海に囲まれている島国であるが、海水を地域エネルギー源として、熱的に利用されている例は誠に少ない。

「海水熱源融雪システム」は、積雪寒冷地なるが故に、貴重な地域エネルギーのひとつとして海水に着目し融雪に利用するものである。

(2)経過

平成3年 青森市雪対策室に「新たな雪処理対策」プランとして海水熱利用案等を提案

平成4年 北国の暮らし研究会にて「海水熱源利用研究」取り組みが決定

平成5年 実証実験検討

平成6年 システム設計のための海水温度実態調査開始

システム設計検討

通産省「地域エネルギー開発利用モデル事業」の認定を受ける

青森市第二車庫構内にて実証試験開始

平成8年 実証試験終了

平成9年 補足データの収集運転

平成10年 データ解析



整備前状況



整備後状況

平成11年 「八甲通り線歩道融雪工事」に海水熱源利用融雪システム採用

平成12年 海水熱源利用融雪システムの実用稼働開始される

2. 設備・システムの概要

「海水熱源融雪システム」は、海水を熱源とし

たヒートポンプ方式融雪設備である。

本システムは大別して、海水取排水設備とヒートポンプユニットの熱源側と、融雪パイプを埋設した複数の融雪パネルの負荷側とで構成される。概要を図1に示す。

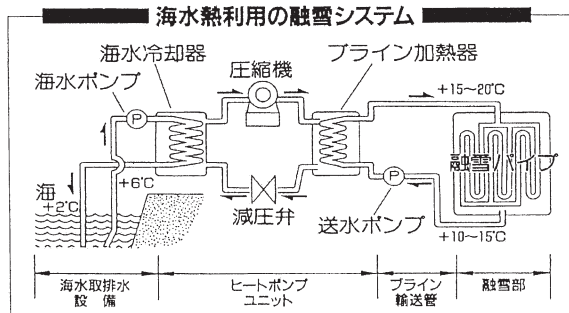


図1

3. 着想

青森市は本州最北端に位置する寒冷地であるとともに、県庁所在地として人口30万都市では有数の豪雪都市である。平年の累計降雪量は8mを超え、平年積雪深は122cmである。

街並みは海岸線沿いに広がりを見せており、特に中心市街地、商店街区は海岸からの距離も近い。そこで、海水を身近に利用できるという地域特性を生かしつつ、さらに地域エネルギー源として海水の持つ熱エネルギーの有効活用に着目した。

平成6年から行った海水温度実態調査により、海岸沿いにおける冬期間の海水温度変化の特徴として、厳冬期、熱がほしい時期は海水温度がまだ

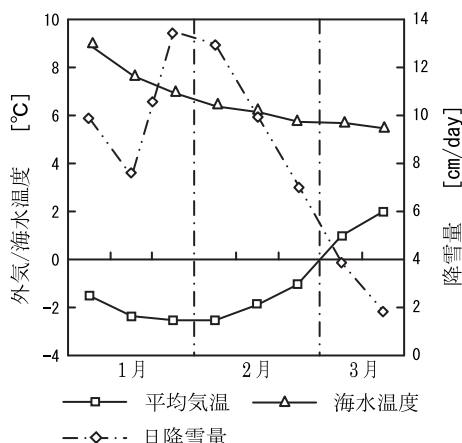


図2 過去10年間の青森地方の気温と海水温度および近年の日降雪量

高く、融雪が不要になる3月中旬に海水温度は最低値を示すことがわかった。

この気温や降雪量と海水温度の1ヵ月半程度のピークのずれ込みこそ、寒冷地における海水熱源ヒートポンプによる融雪システムの優位性の根拠となった。

4. 効果（省エネルギー）

「海水熱源融雪システム」開発にあたり行われた実証試験の計測データから、省エネルギー効果を示す。

(1)石油代替エネルギー節約状況（降雪強度約2cm/Hの降雪状況より）

1) 計測データ値（平成9年2月計測）

| | 開始時刻 | 計測値 | | | | | | 終了時刻 | 運転時間 | 平均値 |
|----------------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-----------|-----|
| | | 8:30 | 9:00 | 9:30 | 10:00 | 10:30 | 10:30 | | | |
| 降雪 | 7:50 | | | | | | | 9:50 | 124 | |
| No1 ヒートポンプ(kW) | 8:12 | 10.70 | 10.90 | 11.30 | 11.50 | 12.40 | 10:46 | 154 | 11.36kW | |
| No2 ヒートポンプ(kW) | 8:12 | 11.30 | 11.10 | 11.30 | 11.50 | 12.40 | 10:52 | 160 | 11.52kW | |
| 海水ポンプ(kW) | 8:11 | 1.82 | 1.78 | 1.78 | 1.77 | 1.77 | 10:52 | 161 | 1.78kW | |
| 同上流量(m³/H) | | 30.40 | 30.60 | 30.40 | 30.30 | 30.40 | | | 30.42m³/H | |
| 同上出入口温度差 | | 4.65 | 4.55 | 4.40 | 4.20 | 4.10 | | | 4.38℃ | |
| No1 熱源側ポンプ(kW) | 8:11 | 1.00 | 0.99 | 0.99 | 0.99 | 0.99 | 10:47 | 156 | 0.992kW | |
| No2 熱源側ポンプ(kW) | 8:11 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 10:52 | 161 | 1.00kW | |
| 負荷側ポンプ(kW) | 8:10 | 4.20 | 4.16 | 4.20 | 4.20 | 4.00 | 10:52 | 162 | 4.152kW | |

機器運転時間平均値・・・159分（2.65Hr）
電力平均値・・・30.808KW（瞬時値平均）
消費電力量・・・WHI=30.808（kW）×2.65（Hr）=81.64kW/159分

2) 海水熱源融雪設備取得熱量 Q1 (kcal)

(m³/H) (kcal/m³h) (°C) (Hr) (kW) (kcal/kW)

$$Q1 = 30.42 \times 1.000 \times 4.38 \times 2.65 + 81.64 \times 860 = 353,084.94 + 70,210.4 = 423,295 \text{ (kcal/159分)}$$

注) 時間当たりの取得熱量

$$q1 = 423,295 / 2.65 = 159,733.9 \text{ (kcal/H)}$$

システム成績係数

$$COP = 423,295 / 70,210.4 = 6.03$$

3) 石油代替エネルギー節約状況

- 消費電力値（159分間）・・・81.64kW
- 取得エネルギー電力換算値・・・ $423,295 \text{ kcal} / 860 \text{ kcal/kW} = 492.2 \text{ kW}$
- 差引エネルギー節約量・・・ $492.2 - 81.64 = 410.56 \text{ kW}$
- 省エネ効果・・・ $410.56 / 492.2 = 83.4\%$

以上より、石油エネルギーの消費は、約83%の低下となる。

(2)石油からの熱取得効率の比較

表1の平成9年2月期1ヵ月間の計測結果から、石油からの熱取得効率を海水熱源ヒートポンプ(η_{oh})の場合と石油ボイラー(η_{ov})の場合とで簡単に比較をする。

発電効率と送電効率とを合わせた効率を0.33、また石油ボイラーの熱取得効率を0.85と仮定する。

ヒートポンプの使用エネルギーは

$$W_{cmp} + W_{ph} = 2.09 \text{ (MWh)} + 0.38 \text{ (MWh)} \\ = 2.47 \text{ MWh}$$

石油消費量換算値は

$$2.47 \text{ (MWh)} / 0.33 = 7.49 \text{ MWh}$$

ヒートポンプ加熱量(Q_{hp})は12.92MWhであるので、石油ボイラーシステムで同じ熱量を供給するとすれば、石油消費量は

$$12.92 \text{ (MWh)} / 0.85 = 15.20 \text{ MWh}$$

と推定され、海水熱源ヒートポンプの石油消費量換算は石油ボイラーのおよそ1/2となる。

図3にエネルギーフローを示す。

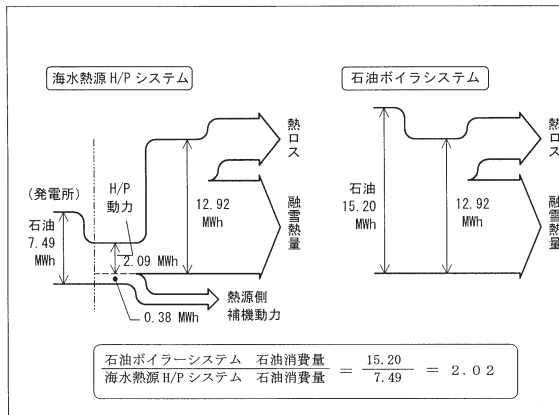


図3 エネルギーフロー

表1 エネルギー収支および効率 (平成9年2月計測)

| エネルギー収支 [MWh] | |
|---------------------------------------|-------------------|
| Qhp: ヒートポンプ加熱量 | 12.92 |
| Qmp: 融雪パネルへの供給熱量 | 14.17 |
| Qsm: 理論融雪負荷 | 2.00 |
| 消費電力量 [kWh] | |
| Wcmp: 圧縮機入力電力量 (Wcch: クランクケースヒーター) | 2091.4 (238.8) |
| Wph: 熱源機側ポンプ | 384.4 |
| Wsl: 負荷側ポンプ | 462.9 |
| 効率 | |
| η_{hp} : ヒートポンプ単体効率 | 6.98 |
| η_{sys} : 熱源システム効率 | 5.22 |

5. 投資回収 (省マネー)

某公共工事計画において、適用可能と判断された5工法の融雪システムについて、インシヤルコストに20年間のランニングコストを加算したトータルコストの比較した資料の一部を下記に示す。コスト比較条件は次の通りである。

- ・対象面積は14,000㎡とする。
- ・ランニングコストは、設備運転に使用する電気代、燃料代とする。
- ・ランニングコストを算出する期間は、主要な設備の耐用年数を20年に設定したものである。

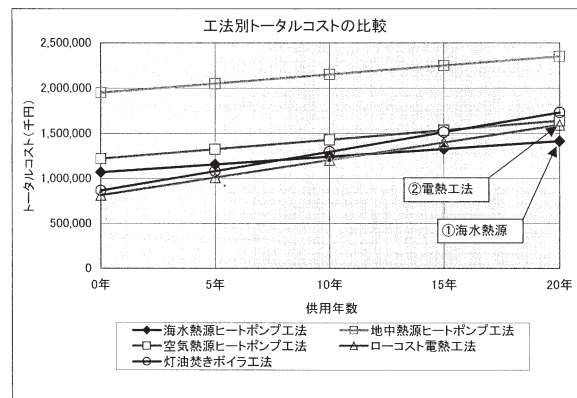


図4

6. 他の建物への応用性

「海水熱源融雪システム」は海水の熱エネルギー利用という性質上、その適用範囲は海岸部に限定される。融雪地域が海岸から遠距離の場合は熱輸送コストの増加と共に経済性が低下する。その維持費における限界値は1.7kmと推定される。

青森市の市街地は、海岸沿いに広がりを見せており、海岸から1.7km以内に中心市街地や商店街区のほとんどが包含される。今後整備が予定されている商店街区の快適空間整備事業に本システムを組み入れることにより、さらに高度なアメニティ空間の確保がなされると考えられる。

また、北海道から山陰まで積雪寒冷都市は、日本海に数多く点在している。

本システムの有効性から、海水温度がさらに高いと思われる津軽西海岸以南においては、より高効率な条件で利用できると容易に推定できる。

7. 工夫した点、発想した点、新しい点等

ヒートポンプユニットの熱源側と融雪パネルの負荷側は、省エネ運転を行うため次のような制御方式を採用した。

1) 熱源側ヒートポンプ運転台数制御方式

ヒートポンプ運転台数判定は

①A制御

電動弁開数と設定値とを比較して2台のヒートポンプ台数を制御時間毎に制御

②B制御

ヒートポンプ出口温度と設定値とを比較して2台のヒートポンプ台数を制御時間毎に制御

③C制御

ヒートポンプの入出力温度差が設定値より小さいと1台で、設定値より大きいと2台で制御時間毎に運転制御

上記A制御～C制御の条件で台数制御を行っている。

2) 負荷側融雪パネルの制御方式

融雪部は18箇所の融雪パネルに分割し、各パネル毎に流量調整を行う。

融雪パネルのブライン出口温度により、三方弁の開度を段階的に制御し流量調整を行い、融雪パネルには必要な熱量のみを供給しヒートポンプの負荷を軽減する制御を行っている。

8. 環境保全、便利性等

海水の熱エネルギーと電力の使用により融雪を行うので、「海水熱源融雪システム」から直接のCO₂排出はない。

この電力使用も、「3.効果」で示した「石油代替エネルギー節約状況」および「石油からの熱取得効率の比較」から、投入動力当たり取得熱量が極めて多いので、発電におけるCO₂排出および環境負荷の軽減に繋がる。

海水熱源利用というエネルギーのクリーン度、投入動力当たり取得熱量の多さが「海水熱源融雪システム」の大きな特徴である。



ヒートポンプ機械室全景



機械室内部

優良省エネルギー設備顕彰事例⑧

新設設備部門 (社)日本冷凍空調設備工業連合会会長佳作

物流センター氷蓄熱利用冷蔵庫冷却設備

設備所有者：名糖運輸(株)
設備施工者：(株)日立空調システム

建物の概要

名称 名糖運輸株式会社 関西物流センター
所在地 大阪府摂津市一津屋3-21-1
概要 建家・地上2階 構造・S造
延床面積・4,690m² 用途・冷蔵庫

1. 技術開発の目的と経過

目的：

物流センターの冷蔵庫冷却設備において、ランニングコストを下げるため、夜間に作った氷蓄熱を利用し、昼間電力を低減した冷却設備を開発した。

経過：

平成12年2月 冷蔵庫の引合い
平成12年3月 見積・氷蓄熱システム提案書提出
平成12年11月 工事着工
平成13年3月 竣工引渡し

2. 設備・システムの概要

- 1)2階建冷蔵庫(2室×2階=4室)をマルチタイプ冷凍機による直膨冷却方式で、室温+5℃に冷却する設備。
- 2)氷蓄熱専用の冷凍機で夜間製氷した氷を利用して、昼間に冷凍機出口冷媒液を過冷却し、昼間の冷却能力を20%以上増加させるシステム。
非蓄熱方式では、冷凍機の馬力が208HP必要なところを、今回の蓄熱方式では160HPで済み、契約電力を少なくすることができる。
- 3)冷蔵庫延床面積 3,783m²



外観

4)主要機器

- ① 空冷マルチタイプ冷凍機 20HP ~8台
- ② 氷蓄熱ユニット(外融式・直膨方式 10HP×2台) ~2基
- ③ 天吊冷却器 ~46台
- ④ 冷水ポンプ ~2台

3. 着想

- 1)冷媒液を過冷却する方式を採用すれば、5℃以下の冷蔵庫でも氷蓄熱(取り出し冷水温度2~5℃)が利用できる。
- 2)夜間の冷蔵庫負荷が昼間の負荷より20%少なくなるので、夜間に別の冷凍機を使用して製氷すれば昼間の冷凍機を26HPから1ランク下の20HPに下げることができる。
- 3)夜間製氷用冷凍機40HPの電力が増えても、事務所部分の電力が減少し、昼間より外気温度が

低く、凝縮圧力が下がるため、冷凍機の消費電力も減少するので、昼間より契約電力が上がることはない。

- 4) 契約電力の減少及び夜産業用蓄熱調整契約の蓄熱によりランニングコストが削減できる。
- 5) 製氷する時は、冷蔵庫冷却用冷凍機より蒸発温度が少し高く、外気温度も低いいため、昼間電力を夜間電力に移行した分、成績係数が上がる。

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。

- 1) 氷蓄熱方式を採用することにより、電気の契約電力を47kW低減できる。
- 2) 製氷用冷凍機を外気温度の低い夜間に、蒸発温度も少し高く運転するため、年間電気使用量を約3%省エネルギー運転できる。
- 3) 契約電力の削減及び産業用蓄熱調整契約の蓄熱割引により、年間の電気代が約160万円/年削減できる。

【ランニングコスト比較表を参照。】

5. 投資回収

氷蓄熱方式は、非蓄熱方式とのイニシャルコストの差額を約6年で回収できる試算になる。

冷蔵庫冷却設備コスト比較表

| | 氷蓄熱方式 | 非蓄熱方式 | 差 額 |
|----------|----------|----------|---------|
| イニシャルコスト | 6700万円 | 5750万円 | 950万円 |
| ランニングコスト | 1490万円/年 | 1650万円/年 | 160万円/年 |

6. 他の建物への応用性

生産工場の製品冷却用冷蔵庫・冷凍庫は夜間でも負荷が下がらないため、使用できないが、単段圧縮冷凍機を使用する冷蔵保管庫・冷凍保管庫及び低温冷房室には使用できます。

特に庫内温度が低いほど省エネ効果が高くなります。

7. 仕様または開発製品、システム、部品等の仕様

| 機器名称 | 形 式 | 仕 様 | 台数 |
|---------|------------------|--|-----|
| 冷凍機 | KX-M20AM3 | 単段圧縮・空冷一体形 スクロール式 圧縮機：7.4KW×2台 冷却能力51.2KW (TE-5℃、外気35℃CDB) 【過冷却時能力61.4KW】 | 8台 |
| 冷却器1 | 天吊・横吹き形 | オフサイクルデフロスト | 8台 |
| 冷却器2 | 天吊・横吹き形 | オフサイクルデフロスト | 10台 |
| 冷却器3 | 天吊・両吹き形 | オフサイクルデフロスト | 14台 |
| 冷却器4 | 天吊・両吹き形 | オフサイクルデフロスト | 14台 |
| 氷蓄熱ユニット | SRI-40D-S | 静止形・外融式・直膨方式 圧縮機：10HP×2台 | 2基 |
| 冷水ポンプ | JOV40×32B4-60.75 | 70ℓ/min×14mH×0.75KW | 2台 |
| 液過冷却器 | プレート式熱交換器 | | 8基 |

8. 工夫した点、発想した点、創作した点、新しい点等

- 1) 契約電力の低減と産業用蓄熱調整契約の蓄熱割引によるランニングコストの低減
- 2) 冷蔵庫の負荷バランスが崩れた場合に冷媒液の過冷却度を変更することにより、冷却能力を変更できる。

9. 環境保全、利便性等

氷蓄熱による、昼間電力の夜間電力への移行による電力平準化及び省エネルギー。

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

- 1) 単段圧縮機を使用する冷蔵保管庫・冷凍保管庫及び低温冷房にはほとんど適用できる。
- 2) 冷媒液過冷却により30%程度能力増加できるため、冷凍機能力が不足した場合の対策にも使用できる。

3)競合システムとの比較
冷蔵庫向け氷蓄熱システム

| 方式 | 概要 | イニシャルコスト | ランニングコスト |
|-------------------------------|--|----------|----------------------------|
| 今回方式 【冷媒液過冷却】（静止形・外融式・直膨式） | 冷凍機の冷媒液を過冷却することにより昼間の冷却能力を約30%上げることができる。冷媒配管サイズは冷媒循環量は同じため、過冷却前と同サイズでよい。夜間電力への移行率は少ない。消費電力が一番少ない | 安い | 少し高い |
| カプセル方式（静止形・カプセル形・ブライン式） | ブラインチラーユニットで夜間カプセル内の蓄冷材を凍らせて昼間に冷熱を取出す方式。昼間冷凍機を運転しない全蓄熱が可能。消費電力が一番多い（間接冷却のため）蓄熱タンク容量が大きい | 高い | 安い【全蓄熱した場合】 |
| アイスコンデンサ方式（静止形・内融式・直膨式） | 夜間製氷した水で昼間冷凍機の凝縮熱を取る方式で、凝縮圧力を低くできるので、昼間の消費電力が少ない。夜間電力への移行率が大きい。氷蓄熱タンク容量が大きい | 高い | 安い【昼間をアイスコンデンサ方式だけで運転した場合】 |

今回はイニシャルコストの回収が早く、省エネで、システムがシンプルな冷媒液過冷却方式を採用した。

4)以後納入実績

同様なシステムを下記の物件に施工した。

①協同乳業株式会社東海工場殿

着工・竣工：2001年7月着工、2001年9月竣工

建物概要：冷蔵庫床面積 2,400m² (蓄熱系統)

設備概要：冷凍機 132HP

製氷用冷凍機 40HP

氷蓄熱槽 2基

②名糖運輸株式会社東海物流センター殿

着工・竣工：2002年12月着工

2003年 3月竣工

建物概要：冷凍・冷蔵庫床面積 5,700m²

設備概要：冷凍機 330HP

製氷用冷凍機 80HP

氷蓄熱槽 2基

③名糖運輸株式会社越谷配送センター殿

着工・竣工：2003年1月着工、2003年4月竣工

建物概要：冷凍・冷蔵庫床面積 4,200m²

設備概要：冷凍機 330HP

製氷用冷凍機 80HP

氷蓄熱槽 2基

【味覚歳時記】

大根と豚肉の煮物は魯山人が生みの親

大根のおいしい季節です。それならやはり大根と豚肉の煮ものです。この料理、魯山人の星岡茶寮の名物料理「ししだいこん」がヒントとのこと。それを聞いただけで、ハクがつきます。大根を厚さ2センチの輪切りに。皮を厚めにむいて食べにくいほど太いのは半分に切る。煮くずれ防止に面取りをする。豚のバラ肉の固まりを、大根より小ぶりのぶつ切りにする。熱くした中華鍋で、バラ肉に焼き色がつくまで炒める。そこへ、大根を入れて材料がかぶるぐらいに水を注ぐ。日本酒と少量の砂糖と中華スープの素で調味する。最初は強火で。アクをすくいながら。アクが止まったらふたをして弱火で20分間ほど煮て、濃口醤油をごく少量ずつ数回注いで味を調べ、さらに20分間ほど煮る。鍋のまま冷まして味を含ませる。温めなおして食べる（森須滋郎『食卓のマジック』新潮社刊による）。焼酎のお湯割が合いそうです。神話的超名物料理の大衆版、です。



添付資料1. ランニングコスト比較表(高圧電力Aの場合)

| 項目 | A(水蓄熱・過冷却方式) | | | B(非蓄熱・直膨方式) | | |
|------------|----------------------|---------|----------------|-------------------------------|---------|----------------|
| | 夏期(7~9月) | 中間期 | 冬期(12~3月) | 夏期(7~9月) | 中間期 | 冬期(12~3月) |
| 熱負荷 | 外気温度 | 33.6 | 28.0 | 10.8 | 33.6 | 28.0 |
| | 外気導入量 | 694 | 694 | 694 m ³ /h | 694 | 694 |
| | 壁体負荷 | 52,240 | 41,836 | 9,879 Kcal/h | 52,240 | 41,836 |
| | 隙間風負荷 | 13,206 | 8,179 | 1,226 Kcal/h | 13,206 | 8,179 |
| | 入庫物負荷 | 252,364 | 252,364 | 146,371 Kcal/h | 252,364 | 252,364 |
| | 人・照明・ファン | 34,505 | 34,505 | 34,505 Kcal/h | 34,505 | 34,505 |
| | クーラーファン負荷 | 16,512 | 16,512 | 16,512 Kcal/h | 16,512 | 16,512 |
| 稼働8h負荷 | 368,827 | 353,396 | 208,493 Kcal/h | 368,827 | 353,396 | 208,493 Kcal/h |
| | その他16h負荷 | 321,116 | 310,712 | 172,762 Kcal/h | 321,116 | 310,712 |
| 冷凍機能力 | 359,824 | 368,768 | 377,712 Kcal/h | 445,824 | 453,600 | 467,840 Kcal/h |
| | 冷凍機能力(過冷却時) | 431,789 | 442,522 | 4,154,832 Kcal/h | | |
| 使用 | 運転日数 | 休みなし | 休みなし | 休みなし | 休みなし | 休みなし |
| | 運転時間 | 24 | 24 | 24 h/d | 24 | 24 |
| 費用 | 冷凍機 | 188.0 | 176.0 | 164.0 KW | 248.0 | 232.0 |
| | 【冷凍機(最大値)】 | 198.4 | 198.4 | 198.4 KW | 261.6 | 261.6 |
| | クーラーファン | 19.2 | 19.2 | 19.2 KW | 19.2 | 19.2 |
| | 水蓄熱ユニット | 34.0 | 34.0 | 34.0 KW | | |
| | 冷水ポンプ | 1.5 | 1.5 | 1.5 KW | | |
| | 契約電力 | 219.1 | 218.1 | 219.1 KW | 267.2 | 267.2 |
| | 給水 | 0.0 | 0.0 | 0.0 M ³ /h | 0.0 | 0.0 |
| 使用量 | 電気使用量 | 392,391 | 547,240 | 149,594 KWh | 439,947 | 618,946 |
| | 夜間使用量 | 31,280 | 51,680 | 20,858 KWh | 0 | 0 |
| 費用 | 電気使用料金 | 11.07 | 10.06 | 10.06 円/KWh | 11.07 | 10.06 |
| | 夜間使用料金 | 4.49 | 4.50 | 4.50 円/KWh | 4.49 | 4.50 |
| | 電気基本料金 | 1,260 | 1,260 | 1,260 円/KW | 1,260 | 1,260 |
| | 給水料金 | 250 | 250 | 250 円/m ³ | 250 | 250 |
| ランニングコスト | 年間費用= 14,870,268 円/年 | | | ランニングコスト 年間費用= 16,484,225 円/年 | | |
| 設備費 | 内容 数量 金額(K¥) | | | 内容 数量 金額(K¥) | | |
| | 1. 機器設備工事 | 1式 | | 1. 機器設備工事 | 1式 | |
| | 空冷マルチ冷凍機(20HP) | 8台 | | 空冷マルチ冷凍機(26HP) | 8台 | |
| | ユニットクーラー | 46台 | | ユニットクーラー | 46台 | |
| | 水蓄熱ユニット(20HP) | 2台 | | | | |
| | 冷水ポンプ | 2台 | | | | |
| | 機器架台・基礎工事 | 1式 | | 機器架台・基礎工事 | 1式 | |
| | 機器搬入据付工事 | 1式 | | 機器搬入据付工事 | 1式 | |
| | | | | | | |
| | 2. 配管工事 | 1式 | | 2. 配管工事 | 1式 | |
| | 3. 盤以降二次側電気工事 | 1式 | | 3. 盤以降二次側電気工事 | 1式 | |
| | 4. 現場雑工事・現場仮設工事 | 1式 | | 4. 現場雑工事・現場仮設工事 | 1式 | |
| 5. 試運転調整費 | 1式 | | 5. 試運転調整費 | 1式 | | |
| 6. 諸経費 | 1式 | | 6. 諸経費 | 1式 | | |
| イニシャルコスト合計 | 67,000 K¥ | | イニシャルコスト合計 | 57,500 K¥ | | |

詰将棋解答

【正解手順】1三角 同香 3四金 1四玉
1五歩 同玉 1三龍 同桂 1六香(9手詰)

【解説】初手に3四金と1五角は1四玉で続かない。
1三角が名手、同桂は1五金まで。1三同香に3四金と迫り、1四玉に1五歩の突き捨てが軽手で龍を切って玉頭から香打ちまで。
9手一組の高級手筋である。

詰解

黒1のツギが好手です。白2、4も肝要の手順で以下黒7までコウが正解です。
黒1で4だと、白1または2で黒死になり失敗です。また白2で4だと、黒1、白2、黒1で黒活きとなり失敗です。

優良省エネルギー設備顕彰事例③

改修設備部門 (社)日本冷凍空調設備工業連合会会長優秀賞

高性能エアカーテン「サーモシャッター」による 大型冷蔵・冷凍倉庫の荷捌室低温化

設備所有者：東京水産ターミナル(株)
設備施工者：(株)前川製作所

建物の概要

名称 東京水産ターミナル(株)大井埠頭冷蔵倉庫4号棟、5号棟
所在地 東京都大田区東海5丁目3番地5号
概要 建家 地上5階
構造 RC造
延床面積 51,152m² (4号棟)、55,106m² (5号棟)
用途 冷凍倉庫



東京水産ターミナル(株)4号棟 (44組設置)

1. 技術開発の目的と経過

目的：

冷蔵・冷凍倉庫の間口における冷気漏洩、暖気侵入を遮断し、換気負荷を減少させ、設備動力の低減、設備投資の縮小、庫内温度の安定化を可能とする高効率のエアカーテンを開発する。

経過：

平成10年 (設計、検討等)

エアカーテン単体性能試験 (風速、風量、風向等)

平成12年 (試作、試験納入等)

冷蔵庫設置による実証試験 (庫内、庫外温度変化の把握)

平成14年 (試運転、引渡し等)

遮断性能向上のための改良試験

平成15年東京水産ターミナル株式会社殿 (4、5号棟) に納入、稼動



門柱型サーモシャッター

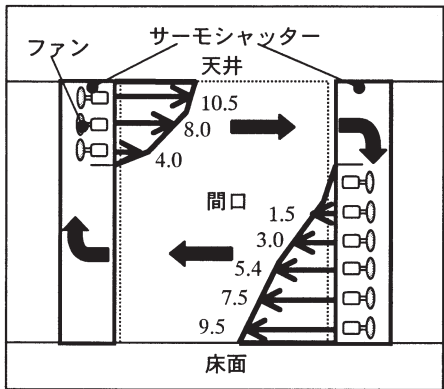
食品工場等には多くの開口部が存在し、消費者の多品種・少量の取り扱い形態により、開口部の開いている頻度と時間が増えつつある。これにより、開口部においては庫外からの暖気侵入、庫内からの冷気漏洩が起きやすく、冷却設備のインシヤル・ランニングコスト増加が懸念され、食品の品温上昇による品質劣化や有害菌増殖の発生することが危惧されている。

そこで今回、暖気侵入、冷気漏洩を遮断するための「産業用高性能エアカーテン」(以下サーモ

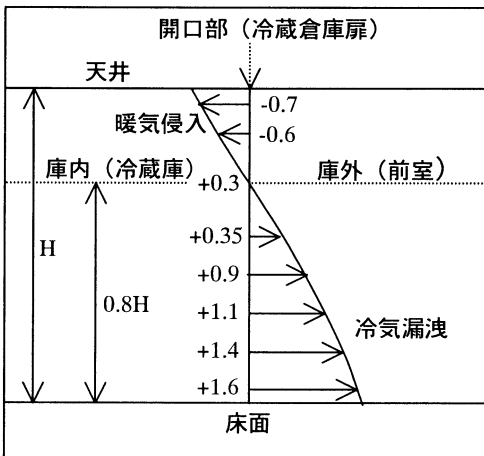
2. 設備・システムの概要

内容説明、構造、特徴等

冷蔵・冷凍倉庫、物流センター、食肉センター、



第1図. 設置概略図 (庫外から見た場合)
 ※矢印は風向、数値は風速 (m/s) を示す
 ※→ は環境空気の流れを示す



第2図. 開口部からの暖気侵入・冷気漏洩傾向
 ※矢印は風向、数値は風速 (m/s) を示す

シャッター)の開発を行った。サーモシャッターは第1図のように2本組の門柱で構成され、各門柱にはファンが内蔵されている。右側の下吹出部から吹き出した空気は左側の下吸込部から吸い込まれ、左側の上吹出部から吹き出した空気は右側の上吸込部から吸い込まれるような、空気を循環させるシステムである。図中右側の下吹出部から吹き出した空気は、庫内からの冷気漏洩を遮断する効果を要し、図中左側の上吹出部から吹き出した空気は、外気からの暖気侵入を遮断する効果を要する。特に、第2図で示すように冷気漏洩速度は、床面に沿って最大値を示し、以後高くなるにつれて減少することから、第1図に示すように、サーモシャッターの吹き出し風速もそれに対応し、床面付近を最も速くし、以後高くなるにつれて減少

させるような分布である。また、さらに高くなるにつれ気流の動きは逆になり、庫外から庫内への暖気侵入が増加する傾向にあることから、サーモシャッターの吹き出し風速もそれに対応し、天井付近を最も強くするような分布である。また、開口部の空気を循環させることにより、循環空気温度は庫内と庫外の間温度を形成することから、結露やもやの発生を少なくすることが可能となった。

以上の特徴を有するサーモシャッターを東京水産ターミナル株式会社殿の4、5号棟冷蔵倉庫1階荷捌室トラックブースに設置した。設置仕様を下記に示す。

●4号棟

平面寸法：190m×55m、低床式

間口寸法：W2700×H4000

間口部：44面（サーモシャッター44組）、オーバースライダーによる開閉

冷却方式：水冷ブライン方式（セントラル方式）

冷却負荷：582.7kW

除湿対策：冷却、除湿、洗浄機能付エアクーラー

粉塵対策：静電式空気清浄機

接車部：エアバリアー型接車シェルター方式

●5号棟

平面寸法：200m×55m、高床式

間口寸法：W2700×H3000

間口部：43面（サーモシャッター43組）、オーバースライダーによる開閉

冷却方式：水冷ブライン方式（セントラル方式）

冷却負荷：470.2kW

除湿対策：冷却、除湿、洗浄機能付エアクーラー

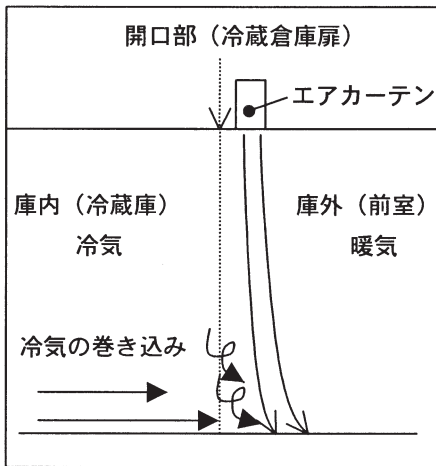
粉塵対策：静電式空気清浄機

接車部：エアバリアー型接車シェルター方式

3. 着想

第2図で示した開口部における庫外からの暖気侵入、庫内からの冷気漏洩を遮断する手段として、吹き降ろしエアカーテン（以下エアカーテン）、のれん等を採用している冷蔵・冷凍庫が多いが、遮断効率は低いのが現状である。第3図に示すように、最も冷気漏洩速度の高い床面付近については、エアカーテンからの到達風速が冷気漏洩速度よりも低く、遮断効率の低下を招くことになる。

また、エアカーテンの風向は一方方向に貫流させることから常に外気が取り込まれやすく、貫流温度が高くなり、漏れた空気との接触で結露やもやが生じやすい。特に、冷氣漏洩速度が高い床面付近では、温度の高い貫流空気が接触するため床面付近には結露が発生しやすく、安全、衛生の面から問題が生ずる。



第3図. 従来型エアカーテン

そこで、天井付近の暖気侵入を遮断し、さらに床面付近の冷氣漏洩を遮断することが可能な空気流を形成することが、遮断効率を高くする手段であることを着想した。

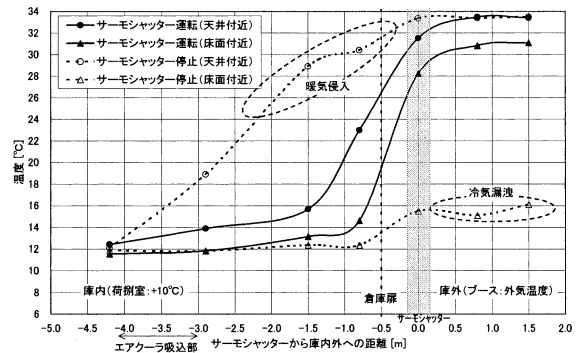
4. 効果 (省エネルギー)

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。

使用・運転・計算等 条件

サーモシャッターの遮断効果を確認するため、東京水産ターミナル株式会社殿の4、5号棟冷蔵倉庫1階荷捌室において、庫内や庫外の温度計測を実施した。第4図には、荷捌室間口1箇所における庫内から庫外の温度分布を示す。横軸は計測位置を示し、サーモシャッターを基準として庫内、庫外側への距離を示している。グラフ中の温度データは天井付近 (●、○) と床面付近 (▲、△) を示し、倉庫扉を開放してから定常状態達成時の温度である。グラフ中の実線 (●、▲) はサーモシャッター運転時、点線 (○、△) は停止時である。

サーモシャッター運転時と停止時を比較すると、停止時は、庫外側に庫内からの冷氣漏洩、庫



第4図. サーモシャッター運転・停止時の庫内外温度分布

内側に庫外からの暖気侵入が見られる。この測定結果から、サーモシャッター設置により、低温倉庫内の温度を目標温度に維持することが可能であり、サーモシャッターの遮断効果が確認された。

遮断効果を示す指標として、遮断効率を下記に定義する。

T_{room} : サーモシャッター運転時の庫内温度

T_{sout} : サーモシャッター運転時の庫外温度

ΔT_s : サーモシャッター運転時の庫内外温度差

$$\Delta T_s = T_{sout} - T_{room} \dots (1)$$

T_{room} : サーモシャッター停止時の庫内温度

T_{out} : サーモシャッター停止時の庫外温度

ΔT : サーモシャッター停止時の庫内外温度差

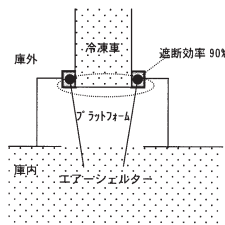
$$\Delta T = T_{out} - T_{room} \dots (2)$$

遮断効率Pは、 Δ

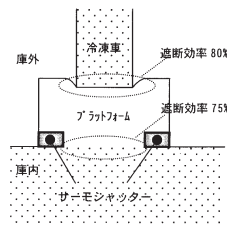
$$P = \left[1 - \frac{\Delta T}{\Delta T_s} \right] \times 100 \dots (3)$$

測定結果を元に上記計算方法を用いて遮断効率を求めると、天井付近の遮断効率は75.2%であり、これは庫内への暖気侵入を75.2%遮断したことになる。また、床面付近の遮断効率は76.5%であり、これは庫外への冷氣漏洩を76.5%遮断したことになる。さらに、天井付近と床面付近の遮断効果を平均すると75.9%であり、これは換気負荷を75.9%遮断したことになる。

サーモシャッターの遮断効率は非常に高いことが実証され、換気負荷減少により庫内の冷却負荷低減及び省エネルギー効果が高いことは明らかになった。そこで、冷蔵倉庫荷捌室の換気負荷遮断方式として一般的に使用されているエアシェルター方式と、サーモシャッターを併用したエアバリアー方式の遮断効率を比較し、省エネルギー効果の検証を行った。従来の荷捌室トラックブー



第5図. エアージェルター方式
遮断効率90%



第6図. エアバリヤー方式
遮断効率95%

スには第5図に示すようなエアージェルター方式が多く採用され、遮断効率は90%（外気と直接、接する面積率で算出）である。これに対し、今回は第6図に示すようなエアバリヤー方式にサーモシャッターを併用し、庫外とプラットフォームの遮断効率80%（外気と直接、接する面積率で算出）とサーモシャッターの遮断効率75%（計測値）により遮断効率は95%である。

使用・運転・計算等結果（…%/h、日、月、年、…円/…、…kW/…、…kcal/…等）

東京水産ターミナル株式会社殿の4、5号棟冷蔵倉庫1階荷捌室トラックブースにサーモシャッターを設置した結果、約75%の遮断効率を達成した。そこで、本方式のサーモシャッターを併用したエアバリヤー方式と、従来方式であるエアージェルター方式で比較検討した省エネルギー試算結果を以下に示す。

●4号棟

| | 本方式 | 従来方式 | |
|-------------|------------|-----------------------|----------------------|
| 熱負荷量（※1） | 582.7kW | 806.7kW | |
| 設備動力 | 冷凍機 | 55kW×2台+37kW×2台=184kW | 55kW×5台=275kW |
| | 冷却器 | 0.6kW×36台=21.6kW | 0.6kW×50台=30kW |
| | ジェルター動力 | 1.4kW×44ジェルター=61.6kW | 0.6kW×44ジェルター=26.4kW |
| 消費電力量/日（※2） | 1,562kWh/日 | 2,058kWh/日 | |
| 省エネルギー量 | 496kWh/日 | — | |
| 省エネルギー率 | 24% | — | |

※1. 熱負荷量は、換気負荷から求めたものである。換気負荷は、開口面積及び遮断効率を考慮した温度差差圧による換気空気量計算（冷凍空調便覧）より算出した。
 ※2. 消費電力量は、夏場の条件（外気温度33℃、湿度80%）であり、冷却設備稼働率を80%、接車率（ジェルター使用率）を50%とした。

●5号棟

| | 本方式 | 従来方式 | |
|-------------|------------|----------------------|----------------------|
| 熱負荷量（※1） | 470.2kW | 607.2kW | |
| 設備動力 | 冷凍機 | 37kW×4台=148kW | 37kW×5台=185kW |
| | 冷却器 | 0.6kW×36台=21.6kW | 0.6kW×46台=27.6kW |
| | ジェルター動力 | 1.0kW×43ジェルター=43.0kW | 0.6kW×43ジェルター=25.8kW |
| 消費電力量/日（※2） | 1,257kWh/日 | 1,463kWh/日 | |
| 省エネルギー量 | 206kWh/日 | — | |
| 省エネルギー率 | 14% | — | |

※1. 熱負荷量は、換気負荷から求めたものである。換気負荷は、開口面積及び遮断効率を考慮した温度差差圧による換気空気量計算（冷凍空調便覧）より算出した。
 ※2. 消費電力量は、夏場の条件（外気温度33℃、湿度80%）であり、冷却設備稼働率を80%、接車率（ジェルター使用率）を50%とした。

注）上記計算は、トラックブースに冷凍・冷蔵コンテナが接車する場合の試算結果である。間口におけるフォークリフトによる荷役作業は考慮していない。間口におけるフォークリフトによる荷役作業を考慮した場合、エアージェルター方式は消費電力が増大するが、エアバリヤー方式はほとんど変化がない。

5. 投資回収（省マネー）

夏期条件における省エネルギー試算の結果を基に、年間ランニングコストの試算した結果を以下に示す。本方式は設備コストも従来方式に比べ約14%低減可能となった。

●4号棟

| | 本方式 | 従来方式 |
|------------|-----------|---------|
| 年間ランニングコスト | 3,792千円 | 4,748千円 |
| 削減額、率 | 956千円、20% | — |
| 設備コスト（※） | 5,280千円 | 6,160千円 |
| 削減額、率 | 880千円、14% | — |
| 冷凍機削減台数 | 1.6台 | — |
| クーラー削減台数 | 14台 | — |

※ 設備コストとは、エアバリヤー、エアージェルターそれぞれの本体価格、設置費、付帯資材費、付帯工事費を含む。

●5号棟

| | 本方式 | 従来方式 |
|------------|-----------|---------|
| 年間ランニングコスト | 3,023千円 | 3,410千円 |
| 削減額、率 | 387千円、11% | — |
| 設備コスト（※） | 5,160千円 | 6,020千円 |
| 削減額、率 | 860千円、14% | — |
| 冷凍機削減台数 | 1.0台 | — |
| クーラー削減台数 | 10台 | — |

※ 設備コストとは、エアバリヤー、エアージェルターそれぞれの本体価格、設置費、付帯資材費、付帯工事費を含む。

6. 工夫した点、発想した点、創作した点、新しい点等

本開発装置の特長を下記に示す。

①高遮断効率

サーモシャッター設置等の庫内外の温度計測から得られる遮断効率は約75%であり、従来型の吹き降ろしエアカーテンよりも高い遮断効率である。

②門柱型空気循環方式

温度差のある間口に対し門柱型に設置し空気を循環させることにより、天井付近の暖気侵入を遮断し、さらに床面付近の冷氣漏洩も遮断すること

が可能である。また、庫内と庫外の間温度帯を形成することにより、間口付近の結露やもやの発生を抑えることが可能である。

③既設間口への設置

既設の冷蔵・冷凍倉庫間口への設置も可能である。

④設備動力（ランニングコスト）低減

換気負荷（冷氣漏洩、暖気侵入による換気熱）が75%遮断され、消費電力を低減することが可能である。

⑤設備投資（イニシャルコスト）縮小

新規に設立する冷蔵・冷凍庫について冷却負荷が減少するため、冷却設備を縮小することが可能である。

⑥除霜回数

暖気侵入を遮断し中間温度域を形成することにより、庫内の着霜が減少可能となる。よって除霜間隔を長くすることができるため庫内負荷が減少し、除霜回数を減らすことが可能である。

⑦衛生配慮、製品の品質向上

開口部の全面が空気膜で高効率に遮断されるため、庫内温度を均一にすることができ、平均外気温度が30℃前後にもなる7～9月の夏季3ヵ月間に対しても、生産あるいは荷捌き・配送される食品の品質保持と、消費者へのより安心な食品提供が可能になる。

⑧開口付近の安全性

開口付近の結露やもやの発生を抑えることが可能となり、人、フォークの出入りに対して安全性が高まる（滑りづらい、見通しが良い）。

7. 環境保全、便利性等

CO₂、NO_x、SO_x等の排出制御、取り扱い易さ、応用性等

サーモシャッターは、食品工場等の設置に配慮し、ステンレス鋼で構成されている。また、サーモシャッター内のファンは、吹き出し面を外すのみで交換可能でありメンテナンス性が良い。

サーモシャッターの応用性として、除湿機能を設けた仕様を検討している。さらに、高性能エアカーテンの応用性として、食品工場等の間口に防虫仕様、塗装工場等の間口に防塵仕様、その他施設に対し防煙、防臭仕様が挙げられる。

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

東京水産ターミナル株式会社殿の4、5号棟冷蔵倉庫1階荷捌室トラックブースに、それぞれサーモシャッターを44組、43組設置させていただいた。さらに現在、東京水産ターミナル株式会社殿の1、2、3号棟に計約80組の設置工事をさせていただいている。現在サーモシャッターは、国内31社で約70組が稼動中であり（平成15年12月現在、東京水産ターミナル株式会社殿は除いた台数）、新設、既設の冷蔵・冷凍倉庫への設置が今後も見込まれる。また、海外4社6組の設置も決定している。全国の冷蔵・冷凍倉庫は3600～3700もあることを考慮すると市場性は非常に大きいと考えられる。

既設の冷蔵・冷凍倉庫間口には、従来型の吹き降ろしエアカーテンを設置しているが、遮断効果が明確に得られないものも多く、カタログ値で50～60%と示されている。また、結露やもやの発生が非常に多い。サーモシャッターと吹き降ろしエアカーテンを比較した場合、庫内の食品の品質保持、設備動力、設備安全面のいずれを挙げても、サーモシャッターの方が優位であると言える。

優良省エネルギー設備顕彰事例⑤

改修設備部門 (社)日本冷凍空調設備工業連合会会長奨励賞

既設ターボ冷凍機のインバータ化省エネシステム

設備所有者：(株)ルネサス東日本セミコンダクタ
設備施工者：(株)日立ビルシステム
(株)日立空調システム

建物の概要

名称 (株)ルネサス東日本セミコンダクタ
群馬デバイス本部
所在地 群馬県高崎市西横手町1-1
概要 建家・地上4階 延床面積・7,929m²
構造・SRC造 用途・半導体製造工場

1. 技術開発の目的と経過

目的：空調設備動力の大幅な省エネを計ることを主たる目的とする。
経過：平成14年 (設計)
平成15年 (試運転、引渡し)

2. 設備・システムの概要

半導体製造工場である当工場には製造ラインで発生する熱負荷冷却用として電動ターボ冷凍機が2台稼働しておりターボ冷凍機の年間消費電力量は約5,200MWhと大きい。

ターボ冷凍機の省エネを計ることは当工場においてエネルギーの効率的利用を計る上での最重要課題の一つとなっており、この問題を解決するため、経年17年の既設ターボ冷凍機2台（電動機出力合計 1,030kW）を対象に、インバータ設備1台を導入した。

ターボ冷凍機の容量制御方式を既設の圧縮機の入口ベーン制御にインバータを付加したシステムとすることにより、年間の空調消費電力の大幅な節減を計ることとした。インバータの出力周波数制御はキーとなるシステム技術で圧縮機の運転特性、冷却水温度、凝縮圧力、設備側負荷等により



建物外観

関数化された値である。システム概略は2台の冷凍機を対象にインバータ1台を導入したもので、当工場向けに725kVA（冷房能力2,521kW×2台用）のインバータを1台導入し、平成15年5月より連続運転に入っている。

本システムの導入により当初の計画どおり14年度同一期間（5月～11月）対比で約568MWhの省エネ効果が得られている。

また本インバータ設備導入は改正省エネ法によるエネルギー原単位削減施策として特に、年間稼働する半導体工場、化学プラント、電算センター設置機等に対して有効な施策となる。

3. 着想

空調用冷凍機は、一般に年間の総稼働時間の99%は部分負荷で運転されている事実に着目した。運転負荷、外気温湿度（冷却水）の変化に追従して圧縮機の回転数、ベーン開度を最適に制御

するシステムに改修することにより、部分負荷での圧縮機の運転効率の向上、年間の総消費電力量の大幅な低減が可能となる。

4. 効果（省エネルギー）

〈使用・運転・計算等条件〉

インバータ導入に当たり、ターボ冷凍機の使用、運転条件は見直しの結果、現状どおりとした。

ターボ冷凍機の仕様を表1に示す。

空調負荷：クリーンルーム（クラス1～100）

表1

| 機器名 | 仕様 | 台数 | |
|------------|-------------|----------------|---|
| ターボ 冷凍機 | 型式 | HS-800H | 2 |
| | 冷凍容量 | 2521kW (717RT) | |
| | 電動機出力 | 515kW | |
| | 冷水温度 入口/出口 | 10℃/5℃ | |
| | 冷却水温度 入口/出口 | 32℃/37℃ | |
| 使用冷媒 | R11 | | |

空調床面積 2,850m²

空調方式：セントラルダクト方式

室内温湿度：温度 23℃±2℃

湿度 40%±5%

〈使用・運転・計算等結果〉

導入後の消費電力を平成14年度の消費電力量と比較し図1に示す。

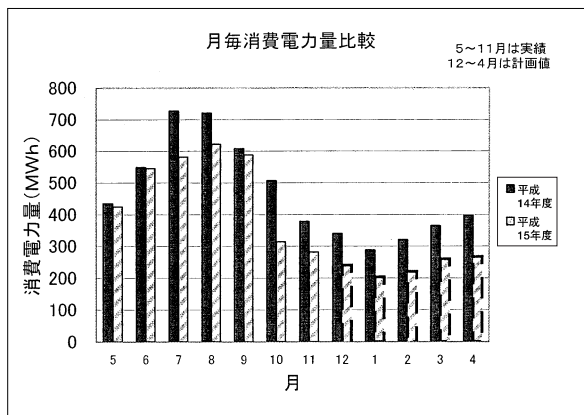


図1 導入効果 (717RT×2台)

〈省エネ効果〉

ターボ冷凍機消費電力の節減は年間1,100MWh (省エネ率 21%) である。

H15年5月～11月の節減実績は568MWhで当初の計画値を若干上回っている。

5. 投資回収（省マネー）

・5月～11月で5,500千円減の実績（ほぼ試算通り）

・単純投資回収年は約3年

6. 他の建物への応用性

冷却水温度が低く冷房（冷凍）負荷が小さいときにインバータ運転での省エネルギー効果が大きいため、半導体工場、化学プラント、電算機センター等、年間運転のターボ冷凍機に有効である。

7. 仕様または開発製品、システム、部品等の仕様

表2 インバータの仕様

| 機器名称 | 仕様 | 台数 | | |
|-----------------|------|-----|-----------|----|
| 725KVA インバータ | 主入力 | 電圧 | 3300V±10% | 1台 |
| | | 周波数 | 50Hz±3% | |
| | | 相数 | 三相3線式 | |
| | 定格出力 | 容量 | 725kVA | |
| | | 電圧 | 3300V±10% | |
| | | 周波数 | 50Hz±0.5% | |
| | 制御範囲 | 定常 | 20～50Hz | |
| | | 始動 | 0～50Hz | |

8. 工夫した点、発想した点、新しい点等

1. インバータの周波数は外気温度に連動した冷却水温と、運転中の実際の凝縮圧力により関数化された値とした。

2. インバータは利用率を向上させるため2台の冷凍機に対して兼用盤とした。

また、冷凍機各々の運転時間が平均化するよう対象機選択切替盤を設けた。

3. ターボ冷凍機は冷却水温度が低いほど、省エネ効果が大きい。

インバータ制御ではベーン制御よりさらに冷却水温度が低い状態で運転可能であるため、冷却塔ファン自動発停用の冷却水温度サーモの設定温度を低くした（冷却水温の下限設定を15℃とした）。

9. 環境保全、便利性等

1. 温暖化防止効果

電力の低減量からCO₂の削減量を求めると下記となる。

1,100,000kWh×0.38=418トン/年

備考：CO₂の排出係数 0.38kg/kWhは東京電力2002年度実績データによる。

2. CFC冷媒使用による環境への配慮

既設ターボ冷凍機には環境保全対策として、平成5年高効率回収装置日立SRP-02が付設されている。今回の改修作業に合わせて実施した整備作業においては、冷媒回収時の機内圧を0.01MPaまで吸引し付設レシーバーに99%以上の高効率回収を行っている。

また、本回収装置は抽気装置としても常用可で、抽気に伴う冷媒の大気放出を従来当社比約1/20に低減し、環境保全をはかっている。

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

本システム導入による経済性を評価すると、ターボ冷凍機に使用している電動機の容量が大きく、運転時間が長いほど有効であり、このような使用状況にあるターボ冷凍機すべてに適用可能である。

本システムを導入した改修設備工事は、主に国内の半導体製造工場向け省エネシステムとして数多くの実績がある（ターボ冷凍機の冷房能力の合計としては約25,000kW）。

改正省エネ法によるエネルギー使用量の削減対策としても有効な手段である。

11. 外観・構造図

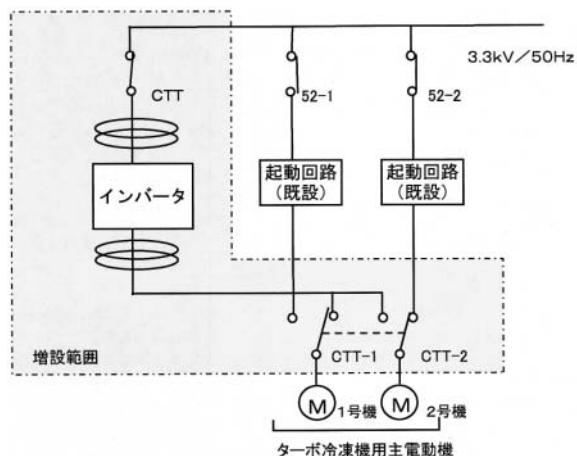


図2 高圧回路改造単線結線図

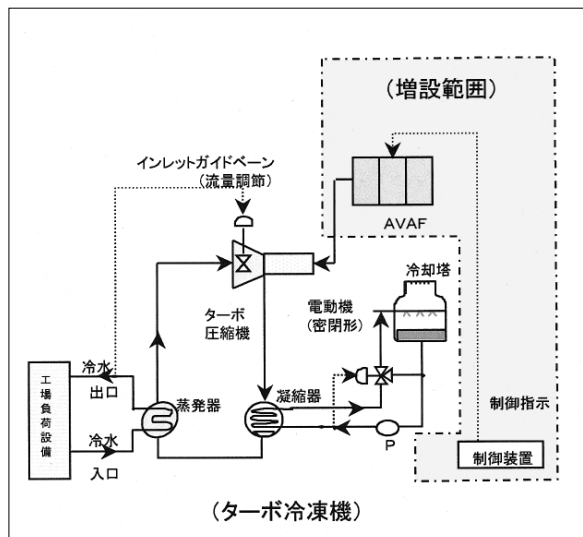


図3 システムフロー図

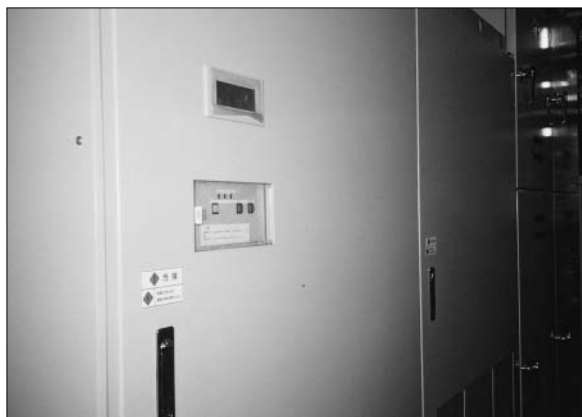


図4 インバータ盤外観



図5 ターボ冷凍機 (717RT) 外観

優良省エネルギー設備顕彰事例⑥

改修設備部門 (社)日本冷凍空調設備工業連合会会長奨励賞

冷凍冷蔵倉庫のクーラーファンのインバーター 回転数制御による省電力運転装置

設備所有者：(株)マルミ 小川冷凍工場
設備施工者：旭調温工業(株)

建物の概要

名称 (株)マルミ小川冷凍工場
所在地 静岡県焼津市石津下島1007番地
概要 建家・地上3階 延床面積・3,545m²
構造・SRC造 用途・冷凍倉庫

1. 技術開発の目的と経過

目的：冷凍冷蔵倉庫において冷却装置（圧縮機やクーラー）の総合冷却効率を高め、冷却装置の運転時間を短縮し、省電力をはかる。

経過：平成6年（設計、検討）
平成10年（試作、試験納入）
平成12年（試運転、引き渡し）

2. 設備・システムの概要

（内容説明、構造、特徴等）

定常運転時にインバーターを接続したクーラーファンの風速に係る最適運用条件を検証・設定（調整）し、発熱量をできるだけ抑制して冷却負荷への影響を低減するとともに冷却効率を高効率に維持して、設備の冷却能力を最大活用することができるので、冷凍機の運転時間を短縮して消費電力の節減と冷凍機の損耗の減少を図ることができる。本装置は、特許を取得している。

3. 着想

従来より、省エネルギーの観点から冷却負荷に影響を与える設備系の原因については、以下①～⑤等の点が指摘されていた。



建物外観

- ①外気（壁、床および天井）からの侵入熱
- ②冷却前の入庫品（被冷却物）
- ③換気
- ④作業員及び庫内照明装置の発熱（量）
- ⑤クーラーファン（ファンモーターを含む）の発熱（量）
特に、定常運転時における上記⑤のクーラーファンの発熱（量）は、設定温度が低ければ低いほど冷却負荷に影響する比率が高くなる傾向がある。その結果、冷凍機の消費電力に占める割合も大きくなるので、省エネルギー運転に関してはマイナス要因となっていた。

クーラーファン（ファンモーター）の回転数すなわち風速に対するクーラーファンの発熱量（以下、発熱量という）及びクーラーの伝熱係数（以下、伝熱係数という）の関係が知られているが、これらの関係は機器の特性データとして個別に取り扱われており、個々の設備について定常運



冷蔵庫省電力運転装置

転時における最適風速を示唆するものではなく、発熱量（回転数毎）と伝熱係数の相関度合いを勘案し、クーラーの正味の冷却能力（冷却熱量から発熱量を差し引いたもの）を評価しようとする試みはなかった。いま、設備運用上の省エネルギーと冷凍機の損耗の減少を目的効果として、実用的な冷却能力（正味の冷却能力）の最大活用を図ろうとすると、現状ではクーラーファンの風速は、最適風速を仮定して、その風速を確保するようにファンを取り付けるとともに、その回転数（風速）を設定している場合が多く、真の最適風速（または風量）が確保されているかどうかは殆ど検証されていない。こうしたなかで、上記⑤の発熱が冷却負荷の変動に大きく効いてくるという実際問題に着目して、注意深く検証を重ねた結果、以下の知見を得るに至った。

定常運転時にクーラーファンの風速が早めの時は、風速を少し下げることによって伝熱係数は殆ど低下せず、発熱量は大幅に減少する。また風速が遅めの時は、風速を少し上げることによって伝熱係数は大幅に上がるが、発熱量はさほど増加しない。

したがって、風速に対する伝熱係数と発熱量の増減変化の相関度合いについて最適運用条件を策定することにより、発熱量を抑制するとともに冷却効率を高効率に維持することができる。

つまり、実設備において発熱量を抑制する方向で伝熱係数を勘案して実証的な最適風速を設定すれば、冷却負荷への影響を低減して設備の冷却効率を高効率に維持することができる。

4. 効果（省エネルギー）

| | | 装置取り付け前 | 装置取り付け調整後 |
|----------------------|----|----------------|----------------|
| 冷蔵倉庫 収容トン数 公称 | 1階 | 1,600トン | 同左 |
| | 2階 | 1,600トン | 〃 |
| | 3階 | 1,600トン | 〃 |
| | 合計 | 4,800トン | 〃 |
| 庫内温度 | 1階 | -45℃ | 同左 |
| | 2階 | -45℃ | 〃 |
| | 3階 | -45℃ | 〃 |
| スクリー ユール 冷凍機 | 1階 | 60kW×2台 | 同左 |
| | 2階 | 42kW×2台 | 〃 |
| | 3階 | 60kW×2台 | 〃 |
| ユニット 実効入力 | 1階 | 3.7kW×2台×2基 | 2.2kW×2台×2基 |
| | 2階 | 2.2kW×2台×2基 | 1.2kW×2台×2基 |
| | 3階 | 3.7kW×2台×2基 | 2.2kW×2台×2基 |
| 年間 使用 電力量 | | 約 2,100,000kWh | 約 1,800,000kWh |
| 年間 使用 電力 料金 | | 約17,400,000円 | 約14,500,000円 |

※装置取り付け調整後のユニットクーラー実効入力の減少は電動機の交換ではなくインバーター制御により実効入力が増小（当該設備の場合）した。

省エネルギー効果の検証方法

省電力運転装置を取り付けて、商用電力運転と省電力運転を1週間交代で5週間行い、記録型積算電力計で、毎日（毎週）の使用電力量を実測し、年間節減電力量を算出した。

省エネルギー効果

年間節減使用電力量

$$2,100,000 - 1,800,000 = 300,000 \text{ kWh}$$

年間節減使用電力料金

$$17,400,000 - 14,900,000 = 2,500,000 \text{ 円}$$

節減率は14.5%

5. 投資回収（省マネー）

478万円（省電力運転装置設備費）

250万円（年間節減使用電力料金）

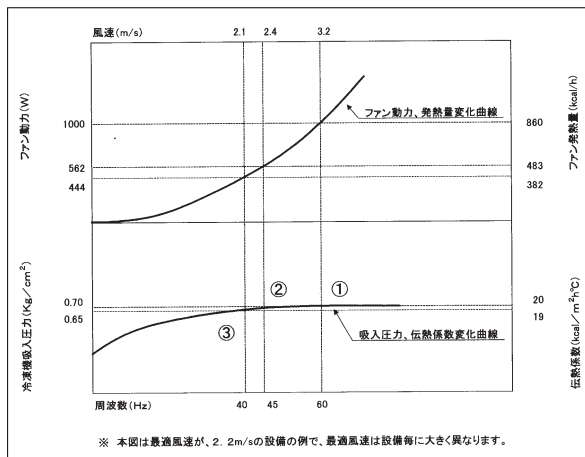
≒1.91年

6. 他の建物への応用性

本装置は、冷凍冷蔵設備における現場での最適運用条件の検証・設定（調整）が、既設または新設を問わずいつでも極めて簡単に、かつ短時間で

確実に実施可能であり、しかも殆どの冷凍冷蔵設備について有効であるため、産業上有益な効果があり広く利用することができる。

7. 工夫した点、発想した点、創作した点、新しい点等



(参考図1)

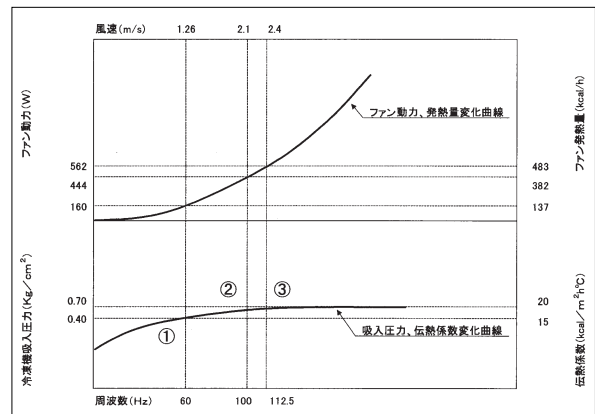
参考図を参照して以下に説明する。なお、以下に例示する数値は実験的事実に基づく。

参考図1にデータプロットを示すように、庫内温度が設定保持温度またはその許容範囲内に維持されている定常運転中に、インバーターの設定周波数を原設定（図中①に対応する設定周波数60Hz）から増減両方向に微動変動し、これにともなう冷凍機の吸入圧力の変化量が増減両方向でともなう零近似である（図中①の点の近傍において冷凍機の吸入圧力に変動がない）場合に、原設定のクーラーファンの風速を早めと認定し、最適運用条件を範囲策定し風速調整する方法である。

そこで、あらためてインバーターの設定周波数を原設定（図中①）から減方向に刻々変化してゆき、冷凍機の吸入圧力の変化量が零近似から負へ転換した時点（降下変動が明確に発生した時点）の設定周波数を下限運用周波数（図中③に対応する設定周波数40Hz）と定めるとともに、この下限運用周波数から逆方向（増加方向）に設定を戻していき、吸入圧力の変化量が正から零近似に再転換した時点の設定周波数を上限運用周波数（先の圧力降下が認められる直前の最低周波数）（図中②に対応する設定周波数45Hz）と定めて、こ

の間の設定周波数域（40～45Hz）をクーラーファンの最適運用条件として範囲策定するものである。

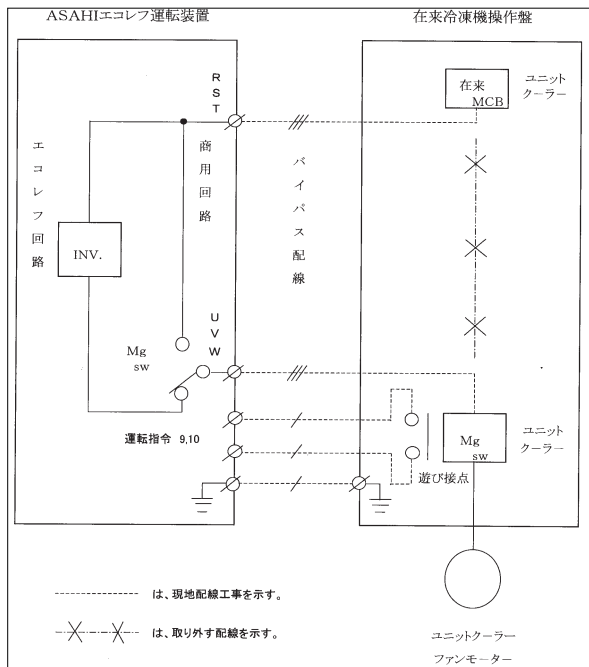
図から見てとれるように、原設計（風速調整前；図中①に対応）でのクーラー風速が3.2m/sである場合に、最適運用条件（上限運用周波数）（風速調整後；図中②に対応）でのクーラー風速は2.4m/sとなり、これに応じて発熱量は4割減少し、冷却能力を減じることなく経済的な（冷却効率を高効率に維持した）運用ができる。



(参考図2)

参考図2にデータプロットを示すように、庫内温度が設定保持温度またはその許容範囲内に維持されている定常運転中に、インバーターの設定周波数を原設定（図中①に対応する設定周波数60Hz）から増減両方向に微動変動し、これにともなう冷凍機の吸入圧力の変化量が増方向で正であり、かつ、減方向で負である（図中①の点の近傍において吸入圧力がそれぞれ増減変動する）場合に、原設定のクーラーファンの風速を遅めと認定し、最適運用条件を範囲策定し風速調整する方法である。

そこで、あらためてインバーターの設定周波数を原設定（図中①）から増方向に刻々変化してゆき、冷凍機の吸入圧力の変化量が正から零近似へ転換した時点（上昇変動が明確に達した時点）の設定周波数を上限運用周波数（図中③に対応する設定周波数112.5Hz）と定めるとともに、この上限運用周波数から逆方向（減方向）に設定を戻していき、吸入圧力の変化量が零近似から負に再転換した時点の設定周波数を下限運用周波数（先の



構造図

圧力上昇が零近似に達する直前の最高周波数) (図中②に対応する設定周波数100Hz) と定めて、この間の設定周波数域 (100~112.5Hz) をクーラーファンの最適運用条件として範囲策定するものである。

8. 環境保全、便利性等

本装置取り付け後のCO₂削減量は、111.3トン/年 (電気事業連合会2000年度使用電力量あたりの



装置設置状況

CO₂排出量0.371kg/kWhより算出)

冷凍機の吸入圧力 (の変動) を指標とすることにより、簡単に、かつ短時間で最適運用条件を策定することができる。

9. 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

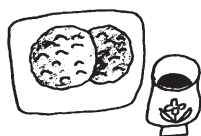
市場性としては、冷蔵倉庫として全国に約3,800工場 (約3,300公称トン/1工場)、また超低温冷蔵倉庫 (-40℃以下) として約200工場 (約1,900公称トン/1工場) が本装置の取り付け対象となり、地球温暖化防止に貢献し、政府目標のCO₂削減にも大きく寄与する。

現在までに41台設置している。

【味覚歳時記】

自然な味覚〈煎餅〉

和食がアメリカからヨーロッパへと静かに飛び火したようで、パリなんかでも〈スシ〉が流行っているそう。これは、もしかして、一時の流行にとどまらず、新世紀の食文化の方向を指し示す現象なのかもしれません。前世紀の後半、私たち日本人の食生活が急速に欧米化した結果どうなったか。それを見たら、和食に傾くのは、当然といえます。この食欲の秋、おやつも〈煎餅〉にしませんか。〈煎餅〉は、中国から伝わり、千数百年もの歴史をもったお菓子なのです。〈煎餅〉の仲間に〈欠餅〉



(おかき) と〈霰餅〉(あられ) があり、まとめて〈米菓〉と呼ばれています。この三者、いずれも〈餅〉とはいえ、〈煎餅〉だけは原料が糯米ではなく粳米 (もちうるち) です。普通のお米の粉をこねて、蒸して搗いて薄く延ばし、丸く型抜きしたものを乾燥し、焼いて醤油で味付けします。至って、自然な食べ物です。お茶は、番茶がお似合いです。

優良省エネルギー設備顕彰事例⑦

改修設備部門 (社)日本冷凍空調設備工業連合会会長奨励賞

氷蓄熱応用システム

設備所有者：(株)服部タイヨー 長沢店
設備施工者：(株)広島設備開発

建物の概要

名称 株式会社服部タイヨー 長沢店
所在地 鳥根県浜田市長沢町3021
概要 建家・地上1階 延床面積・990.0m²
構造・S造 用途 スーパーマーケット

1. 技術開発の目的と経過

目的：電力の負荷平準化

経過：

平成9年（設計・検討等）

- ・既設食品店舗におけるショーケース用冷凍機の運転を実測し、1年分を整理・分析する
- ・氷蓄熱応用システムの試設計を行い、効果を試算し経済性を検証する
- ・氷蓄熱応用システム装置の詳細設計、モデル装置の設計製作、予備試験、ロード試験と性能検証を行う

平成10年（試作・試験納入等）

- ・実機装置の製作及び三吉サティ食品館への設営を行い、フィールドテストを開始する

平成11年（性能確証）

- ・実機装置のフィールドテストによる連続運転性能の確証、データ収集と分析、実績数値による導入効果の検証

平成14年（試運転・引渡し等）

- ・鳥根県浜田市のスーパーマーケット服部タイヨー長沢店へ1台導入し、予想通りの効果を上げる。



外観

2. 設備・システムの概要

1)内容説明

鳥根県浜田市のスーパーマーケット服部タイヨー長沢店の食品売場用冷凍機（三洋製・35馬力）へ氷蓄熱システムを導入する。

2)構造・原理

・氷蓄熱槽は構造が簡単で、安価な冷媒直膨方式のスタティック型を採用。

閉店以降の夜間は余剰冷凍能力を用い、ショーケースとの併用運転で蓄熱槽に製氷します。

・氷で蓄冷した熱量を、昼間の電力ピーク時において冷媒液を過冷却することにより、大幅に冷凍能力を向上する高効率シフト運転を行う。

3)特徴

・業務用中低温利用

運転効率（COP）の良い、中低温で蓄熱を利用、冷凍への併用も可能。

- ・熱源機の容量低減
高効率シフト運転と最適システムの導入により、冷凍能力が約25%向上する。
よって、冷凍機容量の低減が可能。
- ・汎用性
熱源機メーカーを問わず導入が可能。
- ・既設機器への追加導入が可能。
蓄熱槽をユニット化し汎用性を高めているため、既設設備への追加導入が容易にできる。
- ・夜間電力利用によるランニングコストの低減
氷蓄熱システムの採用により、電気料金が通常の約1/3の夜間電力を利用できる（別途、電力会社との蓄熱調整契約が必要です）。

3. 着想

近年、大型店舗や多彩なニーズに対応した新業態店舗の新規展開、増床、改装需要など積極的な展開が進んでいる。特に冷凍冷蔵食品、日配品、惣菜等の普及により冷凍・冷蔵庫、冷蔵ショーケースの需要も確実に増加している。それに伴い夏期の電力ピークの先鋭化など空調電力と共に負荷平準化が望まれている。こうした年間中低温利用への普及を図る氷蓄熱システムの開発を目指すこととなった。

4. 効果（省エネルギー）

1) 運転条件

| | |
|-------|----------------------------|
| 店舗名称 | 服部タイヨー 長沢店 |
| 売場面積 | 約650m ² |
| 営業時間 | 9時～20時 |
| 冷却対象 | 青果・日配・生鮮冷蔵ケース（計18台） |
| 対象冷凍機 | 型式：MCF-350MSP（定格出力：25.5kW） |
| 冷凍能力 | 51,000kcal/h（ET：-15℃） |
| ケース負荷 | 39,950kcal/h |
| 負荷率 | 78.3% |

2) 実績結果（省エネルギー）

[電力実績比較（ピークシフト運転）]

| | |
|---------|--------|
| 標準システム | 42.8KW |
| 氷蓄熱システム | 35.0KW |
| 削減電力量 | 7.8KW |
| ピークシフト率 | 約18.3% |

3) コスト削減（省マネー）

| | |
|---------|---------|
| 標準システム | 2,111千円 |
| 氷蓄熱システム | 1,655千円 |
| 差額 | ▲456千円 |
| 削減率 | 約21.6% |

5. 他の建物への応用性

- 1) 産地：冷蔵庫／冷凍庫、米の低温倉庫、牛乳・酒等の間接冷却
- 2) 食品加工：茹麺、豆腐、カット野菜の冷却・汎用食品冷却
- 3) 食品流通：食品店舗、スーパーマーケット、各種店舗用冷水供給装置
- 4) 非食品産業：工場冷房・スポットクーリング、水冷式エコマイザー、過冷却器 機械冷却用チラー、低温シャワーリング装置、練り釜、金型冷却
- 5) その他：イベント会場・結婚式場・葬儀場・蓄熱槽、ファンコイル一体型冷房機

6. 仕様 [機器仕様表] (P.28)

7. 新規性・進捗性

電力の負荷平準化に向けて夏期ピーク時の最大電力をカットすることを目的として、氷で蓄冷した熱量を昼間ピーク時において凝縮冷却用として氷熱源専用運転を行い、ピークカット及びピークシフト運転も可能とした。（PAT第3360246号）

また、冷凍機の過冷却運転および解氷時の残氷を防ぎ最適運転を図るため、最適コントロールシステム制御（ショーケースのアクティブ温度管理およびピークカット電力調整制御並びに蓄熱学習機能）を付加し、運転効率の向上を図った。

8. 環境保全・利便性等

食品店舗を含め、食品加工や中低温流通産業における冷凍機消費電力の占める割合は大きく、今後ますますの需要増加が予想される。その中で環境保全・省資源化を意識した高効率なシステムの構築ができた。

また、蓄熱槽をユニット化し汎用性を高めているため、既設設備への追加導入が容易に行えるようになった。

[機器仕様表]

| | | | |
|---------------|----|-------------------|--------------|
| 氷蓄熱応用システム装置 | | 2.6トン型 | |
| 型式 | | HSK-ISU2.6A | |
| 電源 | V | 3φ200V | |
| 蓄熱量 | MJ | 711 | |
| 外形寸法(高さ×幅×奥行) | mm | 1,910×2,358×1,132 | |
| 製品重量 | kg | 530 | |
| 運転重量 | kg | 3,130 | |
| 水張り量 | kg | 2,600 | |
| 製氷量 | kg | 1,636 | |
| 製氷コイル | mm | 銅パイプ6.35 | |
| 製氷方式 | | スタティック方式 | |
| 冷媒制御器 | | 膨張弁 | |
| 融氷方式 | | 外融方式 | |
| 製氷充填率 (IPF) | % | 62.93 | |
| 循環ポンプ出力 | Kw | 0.4×1台 | |
| 消費電力 | Kw | 0.4 | |
| 配管寸法 | 入口 | 液管 | mm φ 15.88×1 |
| | | 液管 | mm φ 28.58×1 |
| | 出口 | ガス管 | mm φ 31.75×1 |
| | | 液管 | mm φ 28.58×1 |
| | | 給水管(循環水入口) | mm 25A |
| | | 排水管(循環水出口) | mm 25A |
| | | オーバーフロー | mm 32A |
| 電磁弁 | | SEV-1205DXFQ | |
| 膨張弁 | | TEX5-4.5 | |
| コントロール制御盤 | | 組込一体型 (防水仕様) | |

※ 製品仕様は改良等のため、予告なしに変更する場合があります。 2002/05/21

9. 市場と他社競合品との比較

1) 市場性

地球規模での環境問題から、エネルギーの有効利用が求められるなか、空調分野においては国からの補助金が打ち切りとなったにもかかわらず、電力会社の蓄熱調整契約の優遇制度による支援があり、活発な普及活動が展開されている。

このような背景の中で、食品店舗施設や中低温流通産業におけるエネルギーの有効活用を目的とした氷蓄熱システムも開発されている。

商品を広く普及させるためには新規プランあるいは既設への追加導入など、規模・形態に商品を

うまくマッチングさせる必要がある。一方で、お客様の経済メリットに貢献することが普及を促す重要なポイントであると考えている。

そこで、氷蓄熱応用システム装置のコスト低減を図るため、蓄熱槽のモジュール化および現地工事の簡素化を取り入れている。

食品流通業や冷蔵倉庫業界においては、消費電力の中で冷凍機が占める割合が大きく、氷蓄熱システムが普及拡大すれば、社会全体のエネルギー有効活用にも寄与するものと考えている。

2) 適応市場

[現状の食品店舗および冷蔵倉庫での実態]

業界を取り巻く環境の変化による企業間競争の激化により、運営・管理コストが大幅に増加しており、そのため食品流通および冷蔵倉庫業界では経費コスト削減の要望がある。(特に経費の中で電気代が占める割合が大きい業界である)。

3) 各社システム比較表 (P.27)

4) 販売実績

| | | | |
|--------|---------------|----|----|
| 平成11年度 | マイカル三吉サティ 食品館 | 福山 | 1台 |
| 平成14年度 | 今田商事 冷蔵倉庫 | 広島 | 1台 |
| 平成14年度 | 服部タイヨー長沢店 | 浜田 | 1台 |
| | | 計 | 3台 |

10. 概観・構造図



外観写真 [氷蓄熱槽]

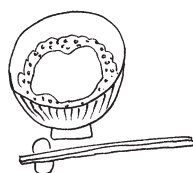
各社システム比較表

| 項目 \ 型式 | HSK氷蓄熱応用システム | M社（メルアイスシステム） | H社（氷蓄熱システム） |
|-------------------|---|--|--|
| 蓄熱方式 | 直接膨張スタティック方式 | 間接冷却ブライン方式 | 直接膨張スタティック方式 (但し、インバータ冷凍機の併用が条件) |
| 蓄熱の放冷方式 | 空冷・水冷凝縮運転 ＋過冷却運転 | 過冷却運転 | 過冷却運転 |
| 電力平準化方式 | ピークカット＋ピークシフト方式 | ピークシフト方式 | ピークシフト方式 |
| 電力削減効果 | ピークカット率(最大)47% ピークシフト率(平均)20% | ピークシフト率(平均)20% | ピークシフト率(最大)40% (内1/2はインバータ効果による) |
| ランニングコスト 年間削減率 | 約20～25% | 約10～15% | 約20% |
| メーカーとの関連 | 新設・既設を問わない ショーケースメーカーは問わない | 新設に限る 自社ショーケースに限定 | 新設に限る (自社製インバータ冷凍機の併用が条件) 自社ショーケースに限定 |
| システムの特徴 | 熱源機容量の低減 新設・既設を問わず導入可能 食品・非食品への導入可能 物流冷蔵・冷凍庫への導入可能 店舗規模により追加ユニットで対応 | 熱源機容量の低減 新設への導入 食品店舗ショーケース専用 店舗規模により追加ユニットで対応（大型） | 熱源機容量の低減 新設への導入 (インバータ冷凍機との組合せ要) 食品店舗ショーケース専用 店舗規模によりシステム追加で対応 |

【味覚歳時記】

伝統食〈やまのいも〉を味わう

〈やまのいも〉の季節です。山野に自生するので、〈自然生〉〈自然薯〉〈とろろいも〉ともいいます。吞兵衛には、山かけ、とろわさなどがお馴染みですが、本命は、麦とろ。伝統食には、近代の科学で解釈して、じつに理にかなったものが多いといいますが、この麦とろもその一つ。〈やまのいも〉は、アミラーゼという澱粉の消化酵素をたっぷり含んでいて、すりおろすことで十分効果的にその酵素が働く、といわれています。ですから、ろくに噛まずにすり込む、あの麦とろならではの食感を



心ゆくまで味わうことができるのです。山かけ、とろわさ、麦とろ、いずれにしても、味はもちろん、あの見た目の白さ、が大事。皮をむいたら、酢の入った水に30分ほどつけること。山かけを肴に辛口の冷や。そして、麦とろで仕上げ。思うに、伝統食のなかには、粗食にして美食、といえるものがあるものです。

優良省エネルギー設備顕彰事例⑨

(社)日本冷凍空調設備工業連合会会長佳作

氷蓄熱エアコンへの更新建物

設備所有者：(株)フタタ
設備施工者：(株)九電工 福岡支店

1. はじめに

フタタ大橋店は、紳士服販売店舗で郊外店舗を多数営業展開し、空調方式は電気式空冷ヒートポンプエアコンが主体となっている。

本計画の実施にあたり、物販店舗の電力消費量は照明と空調とに大別される。そこで、空調のランニングコスト低減に着目し、安価な深夜電力の利用と省エネルギー性を考慮した氷蓄熱エアコン(エコ・アイス)への更新を実施した。

ここでは、1階の店舗部を対象とし既設非蓄熱エアコンと同能力機器を設置、経済性の比較と物販店舗における空調負荷の検証について報告を行う。

2. 建築概要

建物名称：(株)フタタ大橋店
所在地：福岡県福岡市南区大橋2丁目1-9
建築主：(株)フタタ
構造：鉄骨造
階数：地上2階
床面積：1階540m²、2階260m²
工期：平成12年4月～平成13年10月(計測期間共)

3. 設備概要

1階店舗および2階事務室、倉庫とも非蓄熱電気式空冷ヒートポンプエアコンを用いており、個別およびマルチタイプの天井カセット形にて空調を行っている。

今回は、1階の店舗に安価な夜間電力を利用したピークカット&ピークシフト方式のエコ・アイス蓄熱エアコンに更新している。また、隣接住居を考慮しサイレントエアコンを採用(標準同形比△10dB)。空調機器を以下に示す。

空調機：氷蓄熱・ピークカット&シフト方式
同時発停(ツイン) 10HP×4台
氷蓄熱・ピークシフト方式
個別(ペア) 5HP×1台
(三菱重工製)

4. 測定の概要

(1)測定項目および測定ヶ所(測定点は図1・2平面図参照)

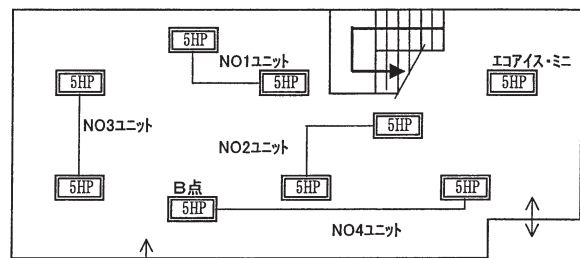


図1 1階店舗平面図

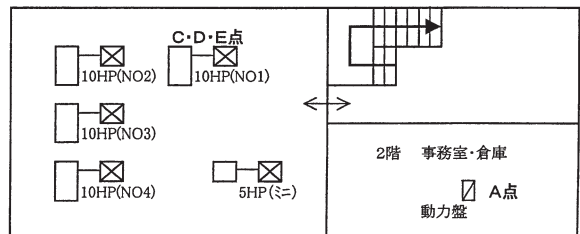
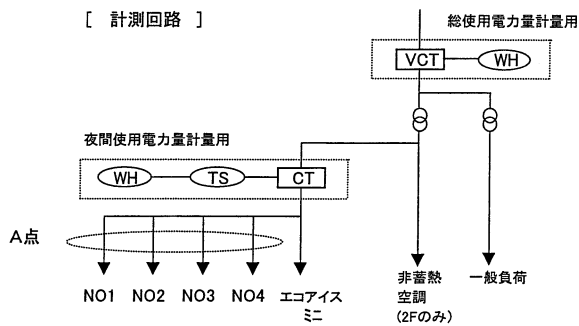


図2 2階屋上平面図



1)電力値 (屋内動力盤内で計測)

①エコアイス (動力) A点



2)温湿度 エコアイスの冷暖房能力の補正および室内負荷の想定等に用いる。

①店舗内室内機 B点

室内機吸込・吹出温度
室内機吸込・吹出DB、RH

②外気温度 (屋上) C点

3)蓄熱槽運用状況

①水位 (氷の利用状況の確認) D点

②水温 (同上) E点

(2)検証・評価項目

- 1)室外機の運転状況から室内負荷を想定
- 2)エコアイスの経済性
エコアイス導入効果 (氷蓄熱システムに対する電力料金メリット)

5. 検証・評価結果

(1)建物負荷の想定

- ①負荷算出方法: 1階部分に設置した1台の室内ユニットの能力を、吸込みと吹出しの空気エ

ンタルピを算出し、重量風量を掛ける事により求める (No4ユニット)。

②No4ユニットの蓄熱電力量 (夜間)・蓄熱利用電力量 (昼間)・全日COP¹⁾の特性を図3にまとめた。データは、H12年H13年すべてプロットしてある。

- ・1日当りの蓄熱電力量 (夜間)は50~150kWhで外温の影響が少なく、蓄熱利用電力量 (昼間)も50~150kWhと外温の影響が強く (9~10kWh/°C)、低外温では少なくなっている。
- ・全日COPはH12、H13年とも、全体に約2~3の間で推移しており、外温の影響は少なくなっている。

$$\text{※1 全日COP} = \frac{\text{冷房能力}}{\text{(蓄熱電力量+蓄熱利用昼電力量)}}$$

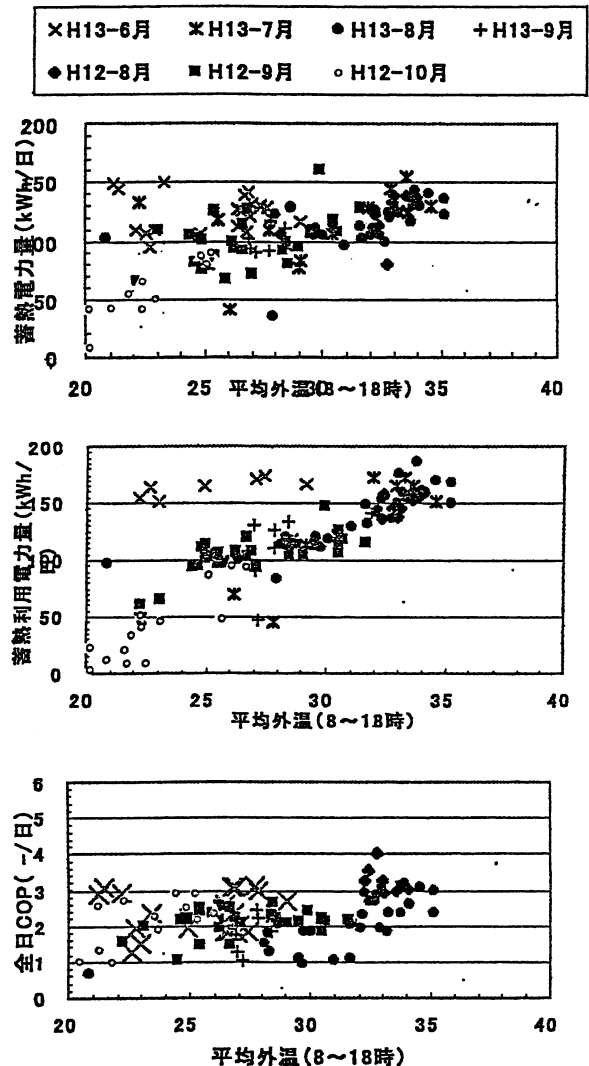


図3 全日COP特性 (計測値)

③この全日COP特性を基に、4台分の全日電力量とエコアイスミニから²この建物冷房負荷を求めた(図4)。

- ・H12、H13年とも、8月の外温が最も高く(31~35℃)で負荷は約1012(kWh/日)、9月の外温は22~31℃で約562(kWh/日)、10月の外温は22~26℃で約450(kWh/日)の負荷で、ほぼ10時間程度の運転である。
- ・1階部の床面積を約540m²とすると、平成12・13年とも、8・9月の夏季では、100~180(W/m²)程度の空調負荷だと思われる。

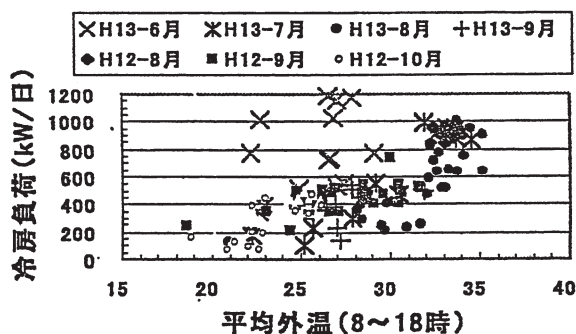


図4 建物冷房負荷の計測値

※2 エコアイスミニ(5馬力)は計測していないが、容量比率で建物負荷に組み込んだ。

(2)夏季の運転パターン検証(平成12年と平成13年8月末の運転データ)(略)

(3)夜間の蓄熱電力量と昼間の蓄熱利用電力量(Na1~Na4ユニット4台合計値)

- ・図5に平成12年8~10月と平成13年6~9月までの蓄熱電力量と昼間の蓄熱利用電力量の計測値、夜間移行率、外気温を示す。
- ・各月ごとの1日単位の平均データを基に解析すると

| | 蓄熱電力量(kWh) | 蓄熱利用電力量(kWh) | 夜間移行率(%) |
|--------------------|------------|--------------|----------|
| H12年8月(平均外温32.6℃) | 123.4 | 147.9 | 45.2 |
| 9月(平均外温26.8℃) | 99.6 | 104.4 | 48.6 |
| 10月(平均外温22.2℃) | 55.3 | 41.7 | 61.9 |
| H13年6月(平均外温25.52℃) | 122.26 | 285.59 | 32.2 |
| 7月(平均外温27.98℃) | 112.04 | 130.14 | 47.27 |
| 8月(平均外温30.07℃) | 114.84 | 139.54 | 45.05 |
| 9月(平均外温27.58℃) | 101.5 | 111.24 | 48.83 |

と外温が下がっていくにつれて、蓄熱と蓄熱利用電力量は減少し、夜間移行率は増加している。

・冷媒液ポンプによるピークカット形氷蓄熱システムの特長『安価な深夜電力を有効に使い、昼間に電力シフトを計る』が良く出ているデータである。

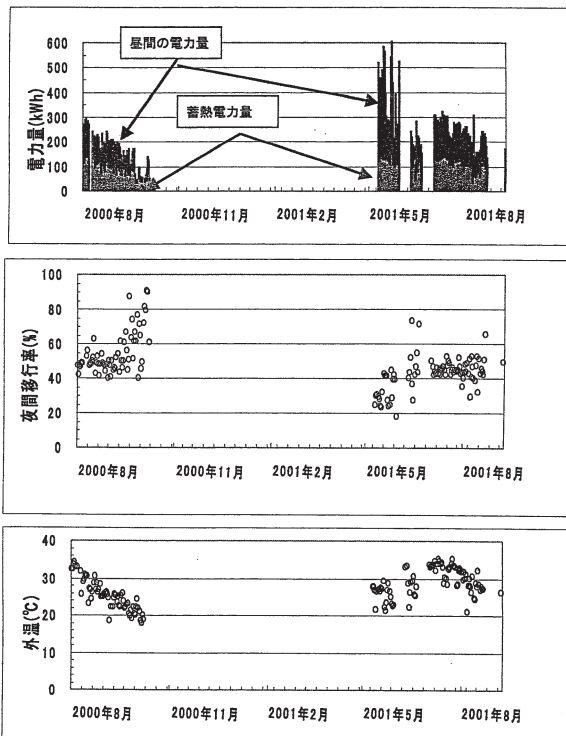


図5 ISU10A使用時の電力量(夜間と昼間)、夜間移行率・外温(平成12、13年夏季の計測結果)

6. 検証のまとめ

物販店舗で、平成12年と13年の夏場に、エコアイス10HP 4台の運転データを解析した結果

(1)平成12年と13年で外気温の発生頻度も比較的よく似ており、店内空調使用頻度も朝10時から夜20時過ぎまでと変わらないことから、電力使用量や氷蓄熱システムの夜間移行率は、ほぼ同等な結果が得られた。

(2)冷房時の建物負荷は平成12年、13年共、8月をベースに見ると

- ・外気温31~35℃で1日当たり、約1,010kW/日である。

- ・1階店舗床面積540m²、10時間運転のデータから、夏場の空調負荷としては、約100~180W/m²の空調負荷である。

(3)夜間移行率は、8月・9月で約45~49%である。

10月になると、約62%とかなり上がってくる。

(4)氷蓄熱システムの運転パターンとして、夜間10時から蓄熱、午前ピークシフト運転を約4時間、13時から3時間はピークカット運転、午後のピークシフト運転を4時間と、典型的な運転を行い、昼間の空調電力低減に寄与していることが判った。

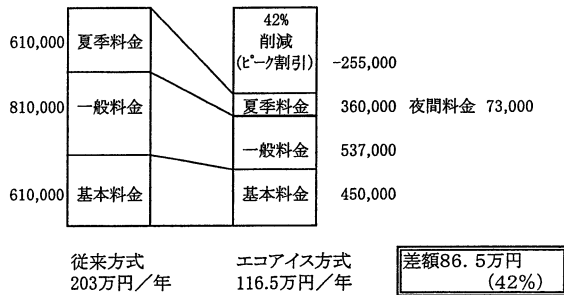
7. 経済性の効果

既設非蓄熱空調設備の更新費用および運転実績と氷蓄熱システム導入結果は以下のとおりである。

(1)イニシャルコスト

| | | | |
|----|------------------------|-----------------------------------|---------------|
| | 従来方式 1,050万円 0万円 | エコアイス方式 1,500万円 200万円 (補助金) | |
| 合計 | 1,050万円 | 1,300万円 | 差額250万円 (12%) |

(2)ランニングコスト



(3)経費回収年 (単純)

イニシャルコスト/ランニングコスト=2.89

≒3年

非蓄熱システムとの増分費用は、ランニングコストによるメリットで3年で回収が可能。その後は、使うほど設置者のメリットとなる。

8. おわりに

今回は、既設建物を対象に、お客様のニーズ(消費電力量の低減)にあった空調システムの導入とピークカットによる蓄熱割引電力料金メニューを提案し、物販店舗における最適な空調システムを実証することができたが、設備費に対する「氷蓄熱空調システム設置補助金制度」の適用が近年採用出来ないことが残念である、それでも投資回収年は約5年となり設置者へのメリットはある内容であり、将来的に採用が拡大していくものと考えられる。

♡ヨコのカギ

- ①—のクローバーは幸運のシンボルです。
- ③食後は忘れず、虫歯を予防しましょう。
- ⑥こんな金額の紙幣がもうすぐ誕生です。
- ⑦昭和歌謡の女王「—ひばり」の人氣は不滅です。
- ⑨力士がご愛用の調味料です。
- ⑪やせ過ぎ? 太り過ぎ? —と体重から肥満度の数値を計算します。
- ⑬これを書き損じると、郵便物が自分の元に戻ってきてしまいますよ。
- ⑮鳥の気分を味わえる—ダイビング。
- ⑰身のまわりについての心がけ。外見だけでなく、言葉や態度も含まれますよ。
- ⑲七十歳のお祝い。今や「まれ」ではありません。
- ⑳周の太公望の趣味でした。
- ㉑—攫千金を夢に見て買いますが、当たるのは末尾の一桁です…。

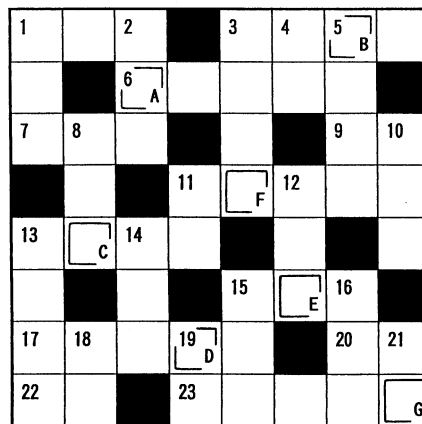
- ㉒なぞなぞです。新聞や雑誌にのっているトリはナリニ?
- ㉓—を振るう大胆なイラスト計画。
- ㉔スペイン生まれの超現実派の画家。代表作は「燃えるキリン」です。
- ㉕横濱や長崎は—情緒が漂う港町です。
- ㉖これがまあ、ついでに—か「雪五尺」。
- ㉗—の定番メニュー。こんな娘もいましたっけ。
- ㉘自分で—作曲、そして歌うシンガーソングライター。
- ㉙—の親より—の親。
- ㉚西洋の童話では、白馬に乗って颯爽と登場します。
- ㉛春・夏・秋・冬。
- ㉜甘味処が—進み、土地が沈んでいきます。
- ㉝甘味処の定番メニュー。こんな娘もいましたっけ。
- ㉞自分で—作曲、そして歌うシンガーソングライター。
- ㉟これがまあ、ついでに—か「雪五尺」。
- ㊱横濱や長崎は—情緒が漂う港町です。
- ㊲スペイン生まれの超現実派の画家。代表作は「燃えるキリン」です。
- ㊳横濱や長崎は—情緒が漂う港町です。
- ㊴これがまあ、ついでに—か「雪五尺」。
- ㊵自分で—作曲、そして歌うシンガーソングライター。
- ㊶—の親より—の親。
- ㊷西洋の童話では、白馬に乗って颯爽と登場します。
- ㊸春・夏・秋・冬。
- ㊹甘味処が—進み、土地が沈んでいきます。
- ㊺甘味処の定番メニュー。こんな娘もいましたっけ。
- ㊻自分で—作曲、そして歌うシンガーソングライター。
- ㊼これがまあ、ついでに—か「雪五尺」。
- ㊽横濱や長崎は—情緒が漂う港町です。
- ㊾スペイン生まれの超現実派の画家。代表作は「燃えるキリン」です。
- ㊿横濱や長崎は—情緒が漂う港町です。

【ヒント】読めるけど書けない…。

【問題】全部できたら二重ワクの7文字をABC順に読んでください。そのことばが答えです。

クロスワード・パズル

♡タテのカギ



答えは48ページにあります。

出題・(株)目玉創作室