



近冷工 これからの 技術情報

『これからの技術』を語る……P. 8~29

『新技術・新製品』紹介……P.30~57

近冷工専門委員会報告……P.60~65

第4号

平成28年
7月31日発行

やさしい冷却としての“ゆらぎ2システム”

商品と環境にやさしい冷却を目指して

長谷川鉄工株式会社
事業部 川崎 貴博

1. はじめに

冷凍というシステムは、現在において食品の保存や加工などの分野で大きな役割を担っている。特に、魚介類や食肉品などの商品を長期間保管する方法として、冷凍は非常に強力なツールである。これは、冷凍により、腐敗などによる品質劣化を抑えられるためである。しかし、長期間凍結保存をする場合、腐敗のほか、商品の乾燥により冷凍焼けと呼ばれる現象がおき、品質が低下することもある。

一方、冷凍保存に対する消費エネルギーは大きい。そのため、環境への負荷を考慮した場合、省エネなシステムであることは、非常に重要である。

今回は、冷凍保存に対し長期間品質を保ち、かつ省エネなシステムである冷却システム、“ゆらぎ2システム”を紹介する。

2. 商品の冷凍保存とその変化

長期保存を目的に考えた場合、商品の品質管理は非常に重要である。食品などの商品を長期間冷凍保存すると、腐敗による劣化を抑えることができるが、一方で、冷凍焼けと呼ばれる状態になることがある。これは、食品中の水分が、昇華することにより表面が乾燥し、変色する現象である。さらに、水分が抜けることにより、商品の表面は多孔質状になり、表面積が大きくなるため、酸化しやすくなる。その結果、脂質の酸化やたんぱく質の変質が進む油焼けや、商品の重量が減る目減りと呼ばれる現象も起きる。

このように、食品を長期保存するために凍結というシステムは有益ではあるが、商品の乾燥による品質の劣化を抑えることは難しい。そこで、可能な限り商品の品質を劣化させないためにも、乾燥しにくいシステムが重要となる。

商品が乾燥する原因のひとつは、温度変化である。温度が上昇することで、空気中の飽和水蒸気圧が上昇し、商品内部の水分が昇華することにより乾燥が進行する。また、蒸発器側で冷却された風を当てる事によっても乾燥してしまう。これは、冷却された水蒸気圧の低い空気が、商品に当たり温められることで、飽和水蒸気圧が上昇し、結果として食品の水分の昇華を進めてしまうことが原因である。

このように、乾燥は商品周囲の温度変化が激しいほど進行する。凍結保存において乾燥を防ぐために、

温度変化を抑えることは、非常に重要な課題である。この乾燥を防ぐ方法として、商品に特殊な処理を施す場合もあるが、ここでは冷却のシステムによって実現することを考える。

3. 冷却方式について

3-1. 強制対流式と自然対流式

冷凍による保管冷蔵倉庫の方式は2つに大別され、ユニットクーラーなどを設置して、空気を強制的に循環させる強制対流式と、天井下や壁面に冷却コイルを取り付けたヘアピンコイルなどを設置し、送風機を用いない自然対流式がある。各方式の一例として、ユニットクーラーとヘアピンコイルの冷却方式の概要を述べる。

ユニットクーラーは、空気と冷媒が熱交換する蒸発器と、その冷却された空気を循環させる送風機、また運転中に冷却コイルについた霜を溶かす、デフロスト装置を取り付けた一体型の装置である。送風機を設置し、庫内の空気全体を強制的に循環させ、蒸発器と熱交換をさせることで、庫内全体を冷却する方式である。

ヘアピンコイルは、蒸発器として冷却管を天井および壁面全体に配管し、冷却管内に冷媒を通すことで、周囲の空気と熱交換をする。この場合、送風機は設置せず、空気の自然に生じる対流により、庫内全体を冷却する。この対流は、空気の密度の違いにより生じる。冷却管周囲の冷やされた空気は、密度が大きくなることにより下降し、一方入庫品の周囲の温められた空気は、密度が小さくなるため上昇する。

3-2. 冷却方式の違いによる影響

<ユニットクーラー>

ユニットクーラーでは、冷却コイルにフィンを取り付けることで伝熱面積を大きくとり、また送風機を用いる事で熱通過率を大きくとる事ができるため、冷却管の所要長を短くできる。その結果、必要冷媒量が削減でき、かつ効率的に熱交換を行うことができるようになってきている。また、少ない設置スペースで庫内全体の空気を効率的に冷却する事ができるようになるため、空間を有効活用できるだけでなく、庫内の温度むらを減らす事ができるようにな

っている。さらに、デフロストの自動化をすることが可能となり、デフロスト時の品物の移動が不要となるため、ヘアピンコイルを利用した場合と比較して格段にデフロスト作業が軽減される。

しかし、環境面については、強制的に空気を循環させるため自然対流式と比べて、送風機の動力分冷却負荷を増加してしまうため、省エネではない。また、商品に風が当たることや、デフロスト時に庫内温度を上昇させてしまうために、商品の乾燥を速めるという欠点もある。

＜ヘアピンコイル＞

ヘアピンコイルは、庫内温度と冷却管温度との差を小さくし、自然対流が適切に行われ温度分布が均一になれば、食品に対する乾燥は最も小さくできる。また、強制対流式と異なり送風機が不要であり、その分省エネである。

しかし、ユニットクーラーの場合と同様に、冷却をし続けると冷却コイルに霜がつくため、定期的にデフロストを行う必要があるが、デフロスト作業時には、庫内の品物を移動させなければならないため、ユーザーにとって大きな負担となる。また、デフロスト作業が長期間なされない場合は、冷却管に大量の霜がついた状態のままとなる。そのため、熱通過率が非常に悪い状態が続きやすく、温度むらも発生し、さらに蒸発温度が下がることにより、システムCOPが低下するという欠点にもつながる。

ユニットクーラー式と比べると、熱通過率が小さいため、伝熱面積を大きくしなければならず、冷却管所要長さを長くする必要があり、その分冷媒量が非常に多くなってしまふ。さらに、天井に数段に渡って配管しなければならないため、庫内のスペースを有効に利用する事ができなくなるという欠点もある。

そこで、それらを改善したのがスーパークーリングコイルである。これは、冷却管としてアルミ管を使用し、さらにフィンをつける事によって、熱通過率を格段にあげた冷却コイルである。これにより、冷却管所要長さを抑えることができ、冷媒量を減ら



写真1 スーパークーリングコイル設置状況
す事ができるようになった。さらに、天井に数段冷却コイルを配管しなければならなかったが、写真1のように1段で済み、庫内スペースを有効に利用することもできた。また、熱通過率が上がったことにより、温度むらも抑えられている。今日において、スーパークーリングコイルは、乾燥しにくく、また省エネでもある冷却システムとして、多くの設備で利用されている。

以上のように、ユニットクーラーを使用した冷却システムでは、冷却方式として優れた面が非常に多いが、商品への乾燥による影響や、冷却負荷の上昇などの欠点がある。一方、自然対流式であるヘアピンコイル方式では、理想的な運転時には乾燥しにくく、省エネであるという利点もある。これらの違いをまとめると表1の通りとなる。

4. やさしい冷却を目指して

4-1. 商品と環境にやさしい冷却とは

はじめに説明したように、冷凍庫で長期保存した場合、商品に対する影響として、冷凍焼けや油焼けなどの商品の品質低下を招く場合があるということ、また冷凍保存には非常に多くのエネルギーが消費されるということを説明した。

そこで、上記の点に注目して、商品と環境にやさしい冷却の条件として、2点挙げる。

- ①商品の品質維持のために、温度変化が少なく、また直接風が当たらないような、乾燥しにくい

表1 ヘアピンコイル式とユニットクーラー式での利点と欠点

方式	ヘアピンコイル式 (自然対流)	ユニットクーラー式 (強制対流)
利点	<ul style="list-style-type: none"> ・送風機動力がないため省エネ ・理想的な運転時は、乾燥しにくい ・温度変化が少ない 	<ul style="list-style-type: none"> ・庫内の温度むらが少ない ・デフロスト作業負担が小さい ・冷媒充填量が少ない ・設置スペースが小さい
欠点	<ul style="list-style-type: none"> ・デフロストがされない状態が続く場合、温度むらの発生や、システムCOPの低下を招く ・デフロスト作業負担が大きい ・冷媒充填量が多い ・設置スペースが大きい 	<ul style="list-style-type: none"> ・送風機の動力による冷却負荷の増加 ・乾燥しやすい ・温度変化が大きい

冷却方式であること。

②環境面に対しては、省エネなシステムであること。

以下に、やさしい冷却へ向けた最新の冷却システムを紹介する。

4-2. ゆらぎ2システム

ゆらぎ2システムは、ユーザーに高評価をいただいている“ゆらぎシステム”を更に進化させたものである。そこでまず、初代ゆらぎシステムについて紹介する。

自然対流式の冷却システムとして、スーパークーリングコイルを使用することで、それまでのヘアピンコイルの方式と比べ格段に良いシステムへ変わった。しかしそれでも、デフロスト時の作業負担は、大きいものである。一方、強制対流式であるユニットクーラーを利用した場合は、デフロストを自動化することができるため、荷物の移動も無く長期保管においては非常に人的負担の少ない設備といえる。しかし、やさしい冷却としては、商品の乾燥や冷却負荷の増加などの欠点もある。そこで、まず商品の乾燥に着目して、ユニットクーラーを利用して自然対流の場合と同様な空気の流れを作れないかと考えたのが、ゆらぎシステムである。

これは、図1に示すように、天井一面を仕切ること、壁面を流れる空気を、ほぼ無風となる緩やかな冷気としたものであり、ふく射冷却効果による冷却も期待できるシステムとなっている。写真2に、その設置状況を示す。庫内の暖気は、二重天井面に沿って移動することで、ユニットクーラーは効率的に暖気を吸い込み冷却することができる。さらに、ユニットクーラーを利用したことで、冷媒量をスーパークーリングコイルと比較して75%削減することができる点も大きな利点である。また入出庫の際、外部から浸入する余分な水蒸気を、効率的に除湿する事ができるため、庫内での霜付きの心配も不要とな



写真2 ゆらぎシステム設置状況

っている。このように、ゆらぎシステムでは、ヘアピンコイルをユニットクーラーに置き換えながらも、直接風を当てない、自然対流に近い冷却方式とすることができたシステムとなっている。

次に、“ゆらぎ2システム”について紹介する。ゆらぎ2システムは、ゆらぎシステムから更に省エネ化を図るとともに、急激な温度変化にも対応できるものとしたシステムである。これは、ゆらぎシステムに対して、冷熱蓄熱タンクを設置することで、庫内の急激な温度変化を抑えたシステムになっている。冷熱蓄熱タンクの熱容量は、空気や商品のそれと比較して、約十～数十倍にもなる。これにより、夜間に冷熱蓄熱タンクも合わせて冷却する事で、昼間の冷却運転のサポートを行うことができるようになる。通常夜間は、夜間電力を利用することができ、また昼間はデマンド制御による冷却を停止しながらも、温度を維持することもできるため、電気代を抑えることができる。さらに、ライフライン停止時においても、一定時間の温度維持を行う事ができるという利点も増えた。以上のように、ゆらぎ2シ

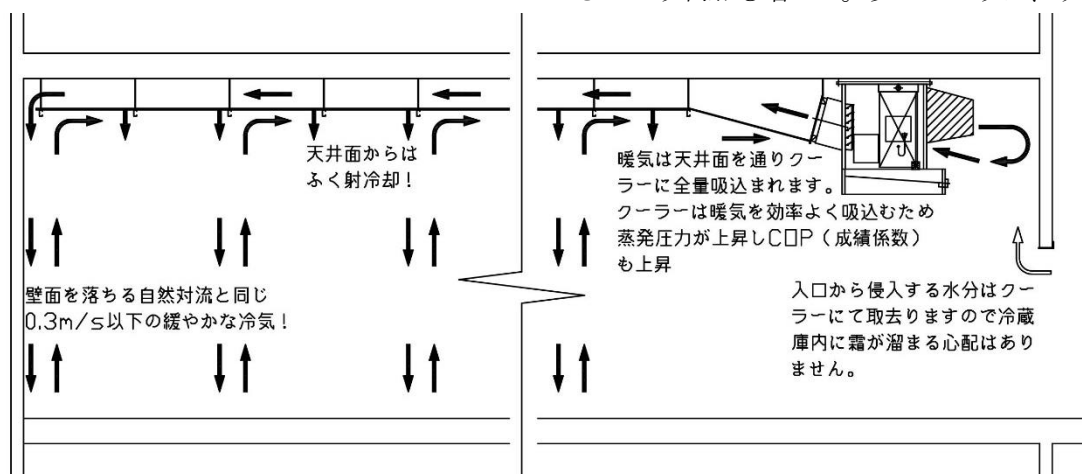


図1 ゆらぎシステムの断面図

システムは、さらによりよいシステムとなっている。ヘアピンコイルを利用した場合と比較した際の利点を、下記にまとめる。

- ・ユニットクーラーを利用した方式で無風状態を実現
- ・庫内温度変化の緩和と無風化による乾燥しにくい冷却
- ・暖気を効率よく吸い込むため、冷却効率UP
- ・デフロストの自動化により作業負担軽減
- ・冷媒充填量の大幅削減
- ・ライフライン停止時の温度維持
- ・夜間電力を利用した蓄熱により電気代削減

このゆらぎ2システムは、既存のユニットクーラーを使用した既設の冷蔵庫に対しても、同様に適用することも可能であり、幅広い利用が可能である。

5. おわりに

今回は、商品と環境にやさしい冷却をめざしてという内容で、冷凍品の乾燥を極力抑え、また省エネなシステムである、商品と環境にやさしいゆらぎ2システムを紹介した。このほかにも商品にやさしい冷却システムとして、ジャケット式と呼ばれる方式も存在する。これは、庫内を二重構造とすることで、その二重構造の間に冷気を循環させる方式である。このシステムは、庫内の商品の乾燥を防ぐ上で、もっとも理想的なシステムであると考えられるが、ゆらぎ2システムと異なり、庫内スペースが減少するという欠点もある。それに比べ、ゆらぎ2システムは、スペースを有効活用でき、さらに蓄熱効果により、省エネ化を実現したものとなっている。また、弊社の高効率な冷凍機と組み合わせる事で、さらに省エネに貢献することができると期待される。今後も、よりよいシステムを提案できるように努めていきたい。

冷熱の総合エンジニアリング企業

HASEGAWA
REFRIGERATION, LTD.

低温の創造に欠かせない

のシステム・機器

“環境”を考慮して、自然にやさしい冷媒「アンモニア」を使ったHBUシリーズ他

HBUシリーズ / HASEGAWA のブラインクーラーユニット



化学工業 プロセス冷却用
HBUシリーズ / アンモニア冷媒仕様
ブラインクーラーユニット



化学工業 プロセス冷却用
HBUシリーズ / アンモニア冷媒仕様
パッケージ型ブラインクーラーユニット



製氷（ブロックアイス）ブライン冷却用
HBUシリーズ / アンモニア冷媒仕様
ブラインクーラーユニット

産業用冷凍機製造・販売、冷熱プラントコンサルティング、冷熱の総合エンジニアリング

長谷川鉄工株式会社

本社 大阪市港区波除1丁目4番39号

TEL.(06) 6583-1381 FAX.(06)6583-1389

e-mail: osk @ hasegawa-jpn.com

東京支店・札幌営業所・尼崎臨海工場