

# カパー ストリーム



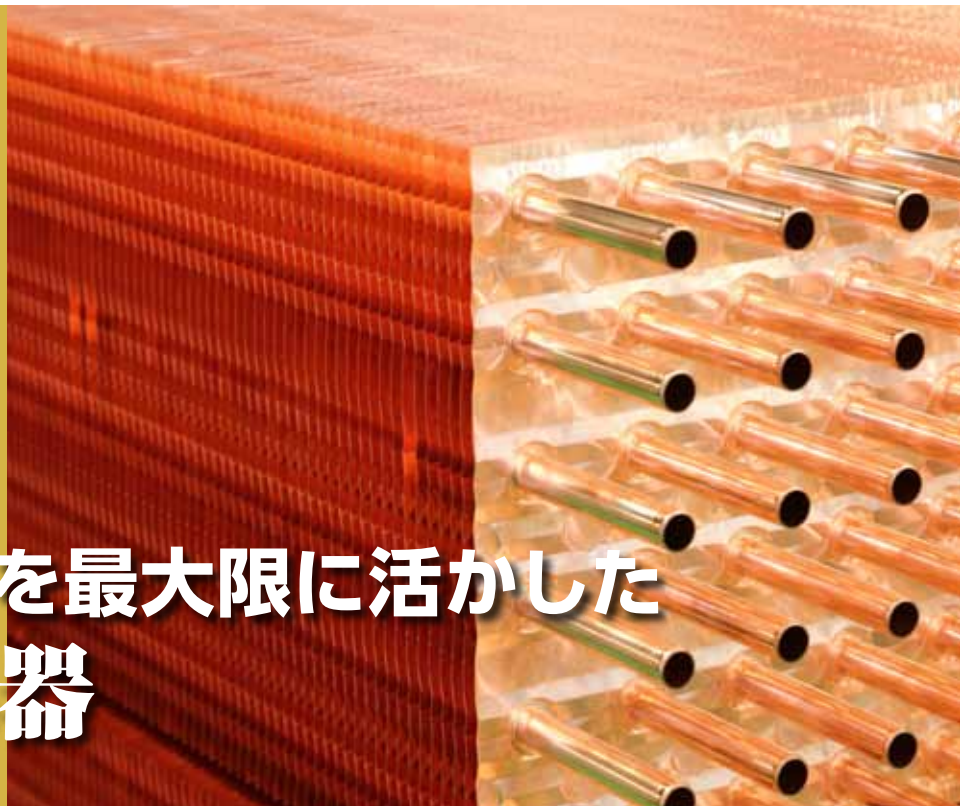
Vol.15

2016.12

## Zoom Up Copper 1

ユニットクーラーの  
熱交換器用銅管

## 銅の特性を最大限に活かした 熱交換器



設備プラントの世界では、用途や規模などにより、求められる性能が異なるため、規格品のユニットクーラーで対応できないことが多い。特にフード業界は、人の口に入る食品や食料を取り扱うため、省エネルギーや環境対策に加え、衛生面などへの特別な配慮も求められる。そのため、株式会社マキシス工業では、独自の技術とアイデアで1点1点特注品のユニットクーラーを設計・製作している。

同社がユニットクーラーの熱交換器用伝熱管に使用する銅管は年々増加傾向にあり、2016年度の銅管の見込み使用量は、約270tにもなる。日本銅センターは、銅の普及に対する(株)マキシス工業の功績を称え、第43回日本銅センター賞を贈呈した。

では、実際に設備プラントのユニットクーラーの熱交換器に、どのような形で銅管を使用しているのだろうか。福岡県にある(株)マキシス工業の製造現場を訪ねてお話を伺った。

### 株式会社マキシス工業

1972年に創業した株式会社マキシス工業は、設備プラント用の冷凍・冷蔵・空調ユニットクーラーのスペシャリストである。お客様それぞれの環境や使用条件に応じて、最適な使いやすさと機能性を提案。多品種小ロット生産という環境の中でも、高品質で効率のよい生産体制を整備。大型製品、特殊製品などのさまざまなタイプを短納期で製造し、信頼を得ている。



## Zoom Up Copper 1 銅の特性を最大限に活かした熱交換器

### フード業界の厳しい要求に応え 多種多様なユニットクーラーを設計・製造

福岡空港から車で約30分、福岡県糟屋郡宇美町に(株)マキシス工業の本社・工場はある。

設備プラントと聞くと幅が広く、いま一つピンとこないが、どのような用途のユニットクーラーを製造されているのだろうか。(株)マキシス工業の柴野 利男代表取締役社長と宮嶋 浩司工場長にお話を伺った。

「当社は、フード業界のメーカーを中心にユニットクーラーを納入しています。例えば、食品工場などの倉庫では、加工した商品を冷凍・冷蔵して保存保管しますが、私たちはその冷却用のユニットクーラーを設計・製造しています。冷凍食品の加工場には、加工品を急冷する特別な大型冷凍フリーザー用の冷却コイルも納めています。フード業界以外では、機械を製造する際に加熱した設備を冷やす空冷機器などの製作も行っています」。

フード業界の装置は、他の業界に比べてなが特別なだろう。

「お客様が使用される肉や魚、野菜などの食材の種類に応じて、最適な保管温度を実現しなければなりません。もちろん、保管する量によっても求めら

れる性能は変わります。また、建設される場所や製造ラインの関係で、倉庫のレイアウトは複雑になり、それに依ってユニットクーラーを何機、どこにどう配置するかなども細かく対応します」

フード業界では、味や鮮度の保持、衛生管理の徹底など、他の業界とは異なる要求がまだまだたくさんある。

「熱交換器の中に霜がたくさん付くと、冷却機能や省エネ効果などの本来の機能が十分に発揮できなくなり、食品の品質にも影響を及ぼすことがあります。そのため、霜取りのデフロスト機能も必要になります。冷却運転後に加熱して霜を溶かす、それを繰り返します。これは、衛生管理の面でも必要不可欠な機能です。他にも、食品関係では必須となるHACCP\*に対応できる装置として、異物混入防止なども徹底しなければなりません」

(株)マキシス工業では、『品質・コスト・納期』の三原則でお客様の信頼に応えているが、納期もかなりシビアだと両氏は話す。

「ユニットクーラーがなければ、食品倉庫は機能しませんからね。しかし、早く納めれば良いというわけでもありません。私たちが製造するユニットクーラーはサイズも大きく、早く納入してしまうと施工の妨げになりますが、遅れてしまうと、設置される担当業者を待たせてしまい、その分コストもかかってしまいます。そのため、何月何日の何時に納品と、工事計画に合わせて厳しく指定を受けます。まさにジャストタイムでの納入が要求されるのです」



特殊ユニットクーラー



冷凍フリーザー用の冷却コイル



株式会社マキシス工業  
代表取締役社長  
柴野 利男氏

工場長  
宮嶋 浩司氏

\*HACCP(ハサップ): 食品の製造工程において製品の安全を確保する衛生管理手法。

## Zoom Up Copper 1 銅の特性を最大限に活かした熱交換器

### 熱交換器の性能を左右するのは「風とチューブとフィン」 チューブには大量の銅管を、フィンには薄い銅板を使用

#### 銅管を活用した熱交換器の構造と製造工程



**工程①**  
大量の銅管を  
U字に曲げ加工する



**工程②**  
均等に穴を開けた薄い銅板  
(フィン)を等間隔で並べる



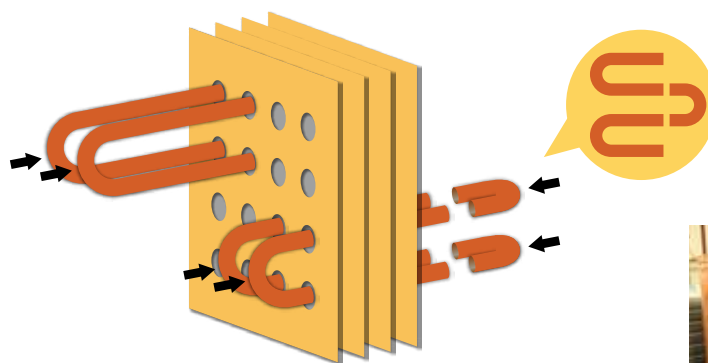
**工程③**  
U字銅管をフィンの穴に通し、銅  
管を拡管にすることにより、フィ  
ンを密着させる



**工程④**  
差し込んだ銅管にU字の継手を  
ろう付けし、設計回路にする



**工程⑤**  
均等に冷媒を送り込むための  
分配器や複数の熱交換器を  
繋ぐヘッダー管を装着する



(株)マキシス工業は、2016年に工場を増設し、銅管の使用量も大幅に増加した。銅を使用しているのは、熱交換器用の伝熱管だけなのだろうか。

「熱交換器の冷凍・冷蔵能力を決めるのは、チューブ、フィン、風の3つの要素です。その2つの要素に大量の銅を使用しています。中を通す冷媒の圧力に適したスペックの銅管を選択します。フィンは、管内を通る冷媒の温度を効率的に伝えるものです。ここには薄い銅板を使います。さらに、冷媒を各銅管に均等に送り込むための分配器とその配管、また、複数の熱交換器を連結するヘッダーにも銅管を使用しています」

とにかく百聞は一見にしかずです

と、工場内を案内いただいた。

「まず行うのは、必要な長さに銅管を切断し、U字に曲げ加工する作業です(図の工程①)。次にフィンを等間隔で並べます(工程②)。この間隔は、温度やメンテナンスの具合などに適した設定にします。

並べたフィンに銅管をすべて通し終えたら、銅管を膨張させてフィンの穴と密着させ、しっかり固定します(工程③)。この拡管技術を採用することで、銅管とフィンの密着度合いを高め、熱効率を損ねないようにしています。

以前は、まずフィンをアバウトな間隔で並べ組立て、銅管を通し終えてから、固定する前に再度正確な位置に調整し

ていました。これでは二度手間となり非効率的です。現在は、最初から専用の機械で精密に計算したピッチでフィンを組立て、そこに銅管を通すため格段に精度もスピードもアップしています」

固定後、銅管をU字の継手でろう付けて設計回路へと繋ぐ(工程④)。

「ここでは自動ろう付け装置を使用しています。人の手では、仕上がりにバラつきが生まれる恐れもあるため、機械化で品質を安定させています。当社では、できるだけ作業を自動化して、効率アップを図っています」

自動ろう付け装置やフィンを並べる機械などは、(株)マキシス工業独自のノウハウを凝らした特注品である。

## Zoom Up Copper 1 銅の特性を最大限に活かした熱交換器

### 熱伝導率の良さに加え、加工性、耐食性、殺菌作用など 銅は、理想の管材の条件をすべて満たしている

次の工程は、冷媒分配器の取り付けだが、これは人の手で行っている。

「大切なのは、各銅管へ均等に冷媒を送り込めるようにすることです。そのため分配管の長さを統一。さらに、冷媒が分配管の中を同じスピードで通っていくように滑らかに曲げ加工しなければなりません。ここは職人の腕の見せどころですね(工程⑤)」

分配管は、何本もの銅管が美しい流線形を描き、まるでアートのようなのだ。

「柔軟で加工性に優れた銅管だからこそ、こうした形に仕上げることができているのです。完成した熱交換器は、1つのユニットクーラーに複数台搭載するので、連動して作動できるように銅製のヘッダー装置を取り付けて制御します」

最後にファン、ケーシングなどを取り付けてユニットクーラーはやっと完成する。ユニットクーラーは、大きなもので約1t、中には3t近くの巨大製品もあり、分解して搬入し、現地で組み立てることもあるという。

これだけさまざまな箇所に銅を使用する利点はなんだろうか。

「一番の理由は、銅が熱伝導性に優れていることですが、加工性の良さや接続が容易な点も熱交換器を製作する上では重要です。現在は、銅管だけではなくフィンに銅板を使用するケースが多くなってきました。これは、腐食対策という点でも銅の耐食性を高く評価しているからです。また、食品メーカーなどでは、雑菌や腐食対策の洗浄を行い

やすいように衛生管理にさまざまな配慮が求められますので、抗菌・殺菌作用もある銅は、その点でも信頼できます」



### より腐食に強く、展延性に優れた銅が開発されれば もっとハイレベルな製品を容易に製作できる

銅や銅管に改善を求める点はあるのだろうか。

「食品業界は、衛生・品質管理が絶対条件となるため、お客様は定期的な霜取り作業や清掃などを行います。このメンテナンスを行う際、フィンとフィンの間隔が詰まっていると作業が難しいので、フィン間をできるだけ広げてほしいと要求されることもあります。

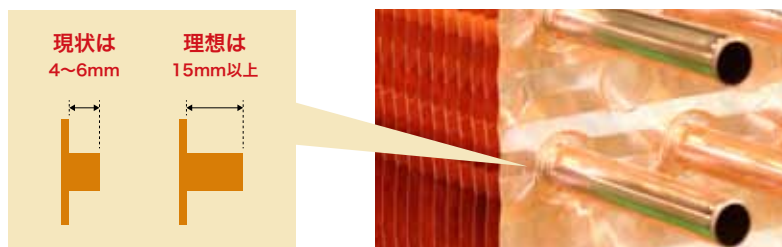
我々はフィンに穴を加工する際、穴のまわりを立ち上げる『パーリング』を施します。このパーリングの高さがフィンとフィンの間隔になるのです。できれば15mmぐらいにしたいのですが、いまの銅板だと4～6mmぐらいが限界です。無理にパーリングを伸ばし、もしも破損

してしまうと、異物混入などの原因になってしまいます。より粘りがあり、腐食にも強い銅を開発していただければ、こうした悩みも解決できます。

我々は、性能の向上とともに安全性に

絶対を期しています。現在もいろいろな素材を組み合わせる試行錯誤はありますが、銅は実績があり、最も信頼できる素材です。私たちは銅の持つ可能性に大いに期待しています」

#### フィンの穴に施すパーリングで、フィンとフィンの間隔を調整



●パーリングを高く伸ばすことができれば、フィンの間隔をより広く設定できる



Zoom Up  
Copper  
2

## あっという間に完全消火! 銅管を活かした自動消火装置の普及拡大

「火を消すものは何か?」と聞けば、多くの人が迷いなく「水」と答えるだろう。しかし、水にまさる消火性能を持つ存在をご存知だろうか。抜群の消火性能を持つことで、最近人気が高まっている自動消火装置がある。「スプリネックス」という名称で、ここ10年、設置数を伸ばしている。スプリネックスの実証実験が行われるということで、さっそく神奈川県・茅ヶ崎のモリタ宮田工業(株)に向かった。

### 水にまさる圧倒的な消火性能を実証

同社茅ヶ崎工場では、実際に火を用いた本格的な消火実験が希望者に対して公開されている。

自動消火装置という、天井に設置されたスプリンクラーが知られるが、スプリンクラーが水を用いるのに対して、スプリネックスは消火薬剤を用いるのが特徴的である。

工場内には、実際にスプリネックスが設置される施設を想定し、天井21m<sup>2</sup>(4.6×4.6m)に4箇所スプリネックスと比較対象となるスプリンクラーがそれぞれ設置された。

まずはスプリンクラーの実験から。スプリンクラーは熱により容易に溶ける合金が付けられており、これが火災の熱によって溶けると、大量の水が放水される仕組みとなっている。

実験では床に置かれた木材に点火し、天井のスプリンクラーが作動する様子を観察した。火はしだいに大きくなり、煙がもくもくとあがっていく。やがて天井の中央温度は100℃に達するが、まだ作動しない。火は勢いをまし、大火となった。点火から6分18秒で1箇所の

スプリンクラーが放水を始め、水が雨のように降り注ぐ。火は水によって弱まり抑えられた。しかし消えることはない。1分間に80リットルの水が放水され、あたりは水びたしに。3分間放水しても鎮火せず、試験終了。実際には20分間放水される。消防車がかけつける平均時間が15分であり、この間、火を抑えるのがスプリンクラーの役目となっている。

続いて、スプリネックスの試験が行われた。同装置は誤放射を防ぐため2つのセンサーが感知して作動する仕組み

**モリタ宮田工業株式会社**

2014年に(株)モリタ防災テックと宮田工業(株)が合併し、モリタ宮田工業が誕生した。モリタ防災テックは明治40年創業、消防車両のトップメーカーを前身としている。一方、宮田工業は明治14年創業、国内初の粉末消火器を開発した消火器メーカー。歴史ある両社が合併することで、消火器・消火設備メーカーとして業界最大手となった。

となっている。同じ条件で木材に点火。炎が上がってから早くも1分19秒で一つ目のセンサーが感知。そして点火から3分15秒で二つ目のセンサーが感知、瞬く間に薬液が噴射。雨のように薬液が降り注ぎ、火はあっという間に消え去ってしまった。



## Zoom Up Copper 2 銅管を活かした自動消火装置の普及拡大

### 銅管を用いて抜群の施工性を実現。 短期間での後付け設置を可能に

消火薬剤を用いた自動消火装置を開発した経緯について、同社田中代表取締役社長と後藤営業部長にお話をうかがった。

「昭和60年代に福祉施設で火災が起り大きな被害がでたことで、各省庁から消火薬剤を用いたスプリンクラーと同等のものができないかと相談されたのが開発のきっかけです」と語るのは田中氏。

大量の水を使用するスプリンクラーは大規模な貯水槽を設置する必要があり、既存設備への後付け工事が難しい。消火薬剤を用いることができれば

貯水槽が不要となり、後付け工事も容易となる。そこで消火器メーカーとして実績のある同社に声がかかったわけである。

「使用する薬剤は水の4倍の消火性能があり、再燃防止効果にも優れます。スプリンクラーは規定の20分の放水で1600リットルの水を使用しますが、スプリネックスの消火薬液はわずか216リットルで21m<sup>2</sup>の範囲を消火するため、大きな貯水槽を設置する必要がありません。さらに設置工事を容易にするため、銅管を採用しています。分岐管までは銅管を使用しています

が、分岐管から室内の放水口までは銅管を使用しています。銅管は現場で曲げ加工ができ、施工性が抜群です。そのおかげで、天井に点検口があれば1部屋わずか2時間程度で設置が可能です」と後藤氏。

既存施設への後付け工事が容易であるため、スプリネックス

#### 自動消火装置 「スプリネックス」



の設置数は着実に伸び、近年では国の助成制度等のサポートもあって、累計3000件に達する勢いだ。

これに伴って、同社の年間銅管使用量は2012年が58t、2013年が75t(前年比129%)、2014年が145t(前年比193%)、2015年が216t(前年比149%)と著しく増加している。

最近では、2015年に消防法が改正され、小規模福祉施設への自動消火装置の設置が義務化された。このような法令等の追い風もあって、今後、スプリネックスの普及の勢いはおさまりそうにない。

(第43回日本銅センター賞受賞)



モリタ宮田工業(株)  
代表取締役社長  
田中 幸男氏



営業統括本部  
首都圏設備営業部長  
執行役員 後藤 達也氏



天井裏配管の様子。施工性に優れた銅管が使用されている。

