

カパー ストリーム

Vol.19

2019.3

Copper
NEWS

JISH3300改正
C1260
(高耐食銅) 登録



JIS規格改正で高まる 空調用銅管の品質と信頼

2018年10月、JIS H3300が改正され、C1260(高耐食銅)が追加された。これは、株式会社UACJ銅管が開発した「蟻の巣状腐食対策銅管・DANT®」の導入効果が高く評価されたことがきっかけだ。

空調用冷媒銅管は、より薄肉で高圧力に適應できる高強度な特性と安全性などで改善・開発が進み、家電メーカー各社より確かな信頼を得てきた。ただし、大きな課題も残されていた。それが「蟻の巣状腐食」である。この腐食は、蟻酸や酢酸などの有機酸環境下において発生する。つまり外的要因が主であるとして、これまで材料面での有効な対策は進んでいなかった。

では、どのようにして(株)UACJ銅管は、解決の糸口にたどり着いたのか。愛知県豊川市にある同社の伸銅所を訪ね、お話を伺った。

蟻の巣状腐食対策 銅管C1260の特長

- 蟻の巣状腐食への耐性が高く、熱交換器および接続配管の寿命を改善。
- 内面らせん溝付管を含め、既存の伝熱管と同等の幅広い管種での提供が可能。
- ヘアピン曲げや拡管、ろう付などの一般的な加工も容易。

Copper NEWS

JIS規格改正で高まる空調用銅管の品質と信頼

蟻の巣状腐食は、お客様にとって深刻な問題。
 管材メーカーとして対策材開発は、当然の義務と痛感。



株式会社UACJ銅管
 常務取締役 兼 伸銅所長
 飯島 茂男氏



株式会社UACJ
 R&Dセンター 第二研究部
 表面改質研究室 主査
 河野 浩三氏

エアコンに使用する冷媒管といえば、銅管が主役であり、他の管材に比べてその需要は多く業界での信頼も厚い。その評価をさらに高める一歩として、家電メーカーが悩み続けてきた「蟻の巣状腐食」の問題解決に対応する新たな管材として開発され、注目されているのがC1260である。

お話を伺ったのは、(株)UACJ銅管の常務取締役兼伸銅所長の飯島 茂男氏と(株)UACJ R&Dセンター 第二研究部表面改質研究室主査の河野 浩三氏。

「当社が提供する空調用冷媒銅管は、室内機の熱交換器用伝熱管、機内配管などに、室外機では熱交換器用伝熱管、オイルセパレーター、機内配管などに採

用されています。主にりん脱酸銅管を使用し、その伝熱性、加工性、耐食性、コスト面でも優れた管材だと評価をいただき、多くの家電メーカーに採用いただいています。私たちもその期待に応え、より高品質で安価な銅管を提供できるかを第一の課題として取り組んでいます。

耐蟻の巣状腐食材の開発に挑むことになったのは、2011年にある学会に出席したことがきっかけであったという。その学会で、河野氏は、本誌vol.17で紹介した循環式給湯用銅管の腐食を脱気装置で解決する研究成果を学会で発表した。その時、ある家電メーカー研究者が発表した蟻の巣状腐食に対する研究に、思わず聞き入ってしまう。

「これまで蟻の巣状腐食は、外的な環境要因が主な発生の原因であるとされてきました。それに対し、“りん脱酸銅にも原因があるのではないか”という問いかけだったので」

蟻の巣状腐食は、建材用接着剤中のアルデヒド類や酢酸アルキル類、また家庭で使用される消臭剤などの成分の影響で発生するもので、素材やエアコンに欠陥があるわけではないとされていた。

「環境要因が腐食の主な原因というのが定説でした。環境要因では、私たちにはコントロールすることができない、なす術もないとあきらめていたのです」

さらに心を動かされたのは、蟻の巣状腐食により、いかに家電メーカーなどが困っているのかという現実だった。

「循環式給湯用銅管の腐食の際もそうでしたが、我々はつねにお客様の立場でより良い解決策を考え、提案していかなければなりません。困っているお客様を前にして、手をこまねいていて良いの

か。そこで管材メーカーとして材料開発の必要性を上司に提案し、研究を開始することにしたのです」

では、どのような角度からアプローチしていったのだろうか。

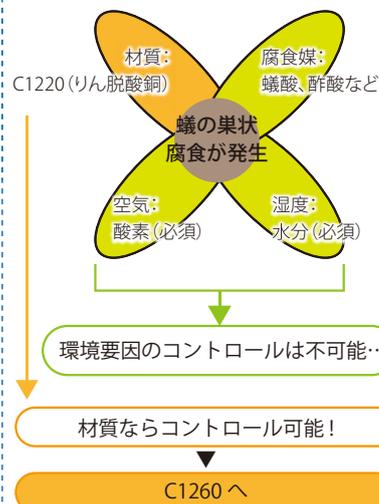
蟻の巣状腐食とは？

銅管表面に発生した0.1mm程度の微小な腐食孔から管肉厚方向に、蟻の巣状に進行する腐食である。蟻酸や酢酸などの有機酸を腐食媒として発生。腐食媒は熱交組立時の加工油やろう付けフラックス、雰囲気中のホルムアルデヒドなどが加水分解を起こした有機酸とされる。



蟻の巣状腐食の断面

蟻の巣状腐食の発生因子と対策方法



Copper NEWS

JIS規格改正で高まる空調用銅管の品質と信頼

常識にとらわれ過ぎると、正しい答えも見失ってしまう。

「ちょうどそのころ知人の大学教授から数回電話がありました。内容は『蟻の巣状腐食に、りん脱酸銅のりんが影響している可能性がある』との内容でした。事実なら(株)UACJ銅管の存続にかかわるような事態を心配しました。

このようなことが重なって、蟻の巣状腐食対策材の開発と、蟻の巣状腐食に及ぼすりんの影響を検証することとしました。評価方法は、家電メーカーが独自で進めていた再現実験の方法も参考に新たな実験を開始しました。材料開発では、残念ながら有望な合金を見出すには至りませんでした。

一方、りんの影響を検証する中で、りんの増量によって耐蟻の巣状腐食性が向上する可能性をうかがわせるような結果に遭遇しました。りんが影響しているのなら、りん濃度が高い材料を評価すれば激しい腐食が生じるだろうと予想し、りんを7%含有したりん銅ろうを試

してみました。同時に評価したりん脱酸銅と、無酸素銅には激しい蟻の巣状腐食が生じましたが、りん銅ろうには全くと言っていいほど腐食そのものが生じておらず、予想外の結果がでました。その結果が実験検証Aです。この結果の報告時に他のメンバーは当初反応を示しませんでしたが、既存概念にとらわれず、りんの効果が本当ならば、現状の設備をそのまま利用できて自社で製造できる可能性もあると期待できることから、今度は、りんの効果を検証することにしました。その結果『銅中のりん濃度が0.2%以上になると腐食深さが浅くなる』ことが判明しました。その結果が実験検証Bです。

蟻の巣状腐食で困るのは、肉厚方向へと腐食が進行してしまうことです。それをりん濃度を上げることで進行方向を分散し、腐食が発生しても腐食深さを抑制させることができたのです」

さらに実験を繰り返し、最適なりん濃度を割り出すことに成功。工場とも量産が可能かの検討を重ね、2014年に特許を出願。ついに蟻の巣状腐食対策銅管・DANT®が完成する。

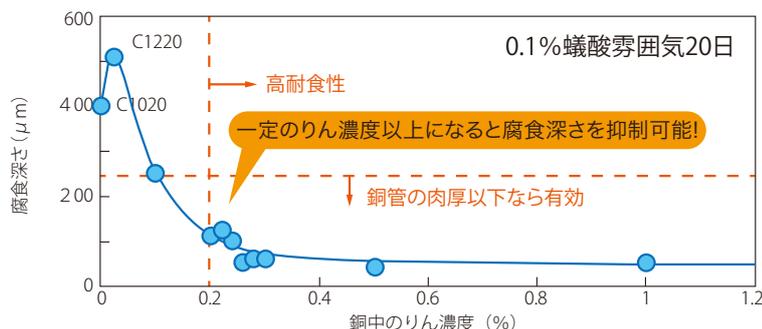
「DANT®を家電メーカーにご提案した時、最初はみなさんも半信半疑でした。それはそうです。いままで素材からの解決は無理だと思われていたわけですから。いまでは、想像を超える大量の発注をいただけています。2018年10月にはJIS規格のH3300が改正され、C1260(高耐食銅)が追加されました(次頁参照)。これも家電メーカーのみなさまがDANT®を高く評価いただき、その声がJIS規格改正につながったと捉えています。JIS規格に登録されたことで、お客様にとってより使いやすい状況が整いました。ただし、C1260は腐食対策を100%クリアできた素材だとは思っていません。まだ改善の余地はあるはずです。これからも私たちは、管材メーカーとしてあらゆる局面で最善を尽くしていきます。この姿勢を他の課題解決にも置き換え、より満足いただける新しい銅管の開発を目指していきます」

●実験検証A/蟻の巣状腐食におよぼすりんの影響調査 (80日暴露後の腐食状況)

雰囲気	材料	無酸素銅 P:<0.005%	高りん脱酸銅 P:0.03%	りん銅ろう P:7%
0.01% 蟻酸				
0.1% 蟻酸				

りんの増量で高耐食性に期待できることが判明!

●実験検証B/銅中のりん濃度と蟻の巣状腐食の関係



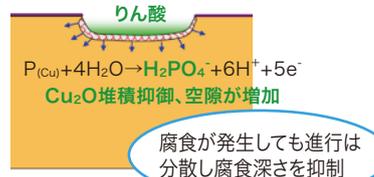
C1260の防食メカニズム

●従来材(りん脱酸銅、無酸素銅)



りん添加量0.2%以上で腐食形態が変化

●C1260



Copper NEWS

JIS規格改正で高まる空調用銅管の品質と信頼

銅及び銅合金の継目無管「JIS H 3300」の改正

前回改正からの工業技術の進歩状況および前回改正時の懸案事項を踏まえ、高耐食銅として新たな合金を追加し、規格を改正した（JIS報告書より一部抜粋）。

【主な改正点】合金名称、合金番号、等級及び種類の記号化学成分・機材の性質に高耐食銅として、C1260を追加。

●表1/管の名称、合金番号、等級及びそれらの種類の記号

合金名称	合金番号	等級	種類の記号	特色及び用途例(参考)
高耐食銅	C1260	普通級	C1260T	押し広げ性、曲げ性、絞り加工性、溶接性、耐食性、耐候性及び熱伝導性がよい。特に、あり(蟻)の巣状腐食に対して、抑制効果が高い。
		特殊級	C1260TS	

●表2/管の化学成分

(単位%)

合金番号	Cu	Pb	Fe	Sn	Zn	Al	As	Mn	Ni	P	Si	Co	Zr	Cu+Fe+Mn+Ni
C1260	99.50以上	-	-	-	-	-	-	-	-	0.20~0.40	-	-	-	-

●表3/管の機械的性質

合金番号	質別	製品記号	外径の区分 mm	引張試験			硬さ試験 ^{a)}				
				肉厚の区分 mm	引張強さ N/mm ²	伸び%	肉厚の区分 mm	ピッカース硬さ HV ^{b)}	ロックウェル硬さ ^{c)}		
									HR30TS 又は HR30TW	HR15TS 又は HR15TW	HRFS 又は HRFW
C1260	O	C1260T-O C1260TS-O	4以上 250以下	0.25以上 30以下	230以上	40以上	0.25以上 30以下	73以下	-	65以下	55以下
	OL	C1260T-OL C1260TS-OL	4以上 250以下	0.25以上 30以下	230以上	40以上	0.25以上 30以下	75以下	-	67以下	60以下
	1/2H	C1260T-1/2H C1260TS-1/2H	4以上 250以下	0.25以上 25以下	260~ 370	-	0.25以上 25以下	70~130	30~70	-	-
	H	C1260T-H C1260TS-H	4以上 25以下	0.25以上 3以下	350以上	-	0.25以上 3以下	100以上	55以上	-	-
			25を超え 50以下	0.9以上 4以下			-	-	-	-	-
			50を超え 100以下	1.5以上 6以下	315以上	-	-	-	-	-	

a)、b)、c)注釈あり(JIS H3300参照)。

銅管および継手に関する委員会活動

一般社団法人日本銅センターで取り組んでいる銅管および継手開発事業では、3つの委員会活動を通じて規格制改定や技術課題の検討・推進を行っている。

- **銅管開発委員会:** 公益社団法人 空気調和・衛生工学会の小委員会活動とリンクして、冷凍機用銅管の腐食に関する課題に取り組んでいる。
- **継手開発委員会:** 冷媒用機械的管継手(メカニカル継手)の製品規格・JCDA0012を制定し、普及活動に取り組んでいる。
- **冷媒用被覆銅管委員会:** 多くの冷媒用被覆銅管メーカーの参加を得て新たに委員会を発足し、施工上の注意点を網羅したマニュアル作成等を課題として進めている。