

# カパー ストリーム



Vol.17

2018.03

## Zoom Up Copper

循環式給湯用  
銅管防食システム  
開放式脱気装置

給湯用銅管の信頼性をさらに高めるために

# 腐食の原因「マイクロバブル」を 脱気装置で除去しよう!

加工性・施工性・伝熱性・耐食性に優れた特性を持つ銅管は、多くのホテル、病院、公共施設などの給湯用配管に採用されている。中でも銅の抗菌性・殺菌性は、レジオネラ菌の増殖防止の上でも高く評価されてきた。だが、使用環境や運用条件によっては、まれに漏水が発生したとの報告もある。これまで様々な角度から調査、研究が進められてきたが、決定的な解決策は見出せていなかった。

問題が起きたケースの大半は、密閉型貯湯槽を採用した循環式給湯用銅管である。「開放型と密閉型で何が違うのか」。株式会社UACJとダイダン株式会社は「給湯水の溶存気体（溶存酸素、残留塩素、遊離炭酸）が潰食、孔食の原因ではないか」と着目。「循環式給湯用銅管防食システム・開放式脱気装置」を共同開発した。

今回は、開放式脱気装置の仕組みについて、さらに本装置を7年前に導入された徳島県美馬郡の「特別養護老人ホーム コンフォール貞光」を訪ね、その効果を取材した。

### 循環式給湯用銅管防食システム 「開放式脱気装置」の特長

- 給湯水の溶存気体（溶存酸素、残留塩素、遊離炭酸）による孔食や潰食を低減。
- 脱気装置タンク内でスプレーして給湯水を大気に解放し、気体成分を放出（脱気）。
- 給湯管から取り出した給湯水を脱気後、給湯経路へ戻し循環することで、給湯水全体を処理。
- 広範囲な給湯圧力（給湯圧力：0.1～0.4 MPa）や給湯使用量の変動にも対応可能。
- コンパクトな一体型で、設置が容易。
- 日常的なメンテナンスは不要。

## Zoom Up Copper

## 腐食の原因「マイクロバブル」を脱気装置で除去しよう

# 給湯用銅管の腐食対策は、脱気だけでOK。 現場で悩むみなさんにこそ、早く知ってほしい。



株式会社UACJ  
技術開発研究所 第五研究部  
空調熱交材料・伸銅品開発室  
主査 河野 浩三氏



ダイダン株式会社  
技術研究所 基盤技術課  
主管研究員 佐藤 茂氏

…具体的に本装置は、どのような仕組みで腐食を防止できているのだろうか。開発に携わった株式会社UACJ 技術開発研究所 第五研究部 空調熱交材料・伸銅品開発室の主査 河野 浩三氏とダイダン株式会社の技術研究所 基盤技術課 主管研究員 佐藤 茂氏に解説をお願いした。

「私たちが、この記事をぜひ読んでほしいのは、配管の設計・施工・管理を担当されている現場のみなさんです。なぜなら、給湯用銅管の腐食の原因と対策をぜひ知りたいと願っているのに、誤解されたままの方が多いためです」  
…そもそも給湯用銅管の漏水の原因は何でしょうか。

「循環式給湯用銅管で発生する腐食は、“潰食とII型孔食”の2つです。その原因は、右図のものとされてきました。しかし、水質や残留塩素濃度の問題、さらに潰食とII型孔食で適した流速が相反するため、決定的な対策方法は見出せないでいました。そこで私たちは、現場を調べていくことで原因の絞り込みと対策を立てることができないかと、北は北海道から南は九州まで多くの現場を訪ね、調査したのです」

…そこで本装置のヒントを得たと。

「現場調査を進めていく中で“開放型の貯湯槽ではほとんど漏水トラブルはなく、発生した大半が密閉型だ”ということに気づいたのです。銅管のサイズ、配管の規模、流速、水質など、それぞれ同じような条件なのに、なぜか開放型だと問題がなく、密閉型だと腐食が発生している。その違いは何かを研究していきました」

…大きな違いは何でしょう？

「開放型の場合は、給湯水に含まれた主因となる腐食因子（溶存酸素、残留塩素、遊離炭酸）が通気管から自然にうまく脱気できている。しかし、密閉型

だと閉じ込められたままになる。これが原因ではないかと考えはじめました。それを実証するために、私たちは研究室内に密閉型の貯湯槽を設置し、潰食が発生するかを実験。その結果、潰食を再現することに成功したのです。通水実験装置で事故管と同じような潰食を再現できたのは世界初のことで、周りも驚きましたし、納得もしていただきました」

…開放型なら、問題はないのですか。

「循環式給湯用銅管を設置する場合、開放型にするにはスペースや搬送動力の増大などの問題があり大半が密閉型となっています。そこで、密閉型からどうやって給湯水の脱気をするか、その装置の開発に着手しました」

### ■ 現場の声がヒントに。実験装置で腐食を再現し原因を究明

#### 循環式給湯用銅管の腐食は2つ

潰食	II型孔食
 <p>原因とされていたのは</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>①給湯水の流速が速い</li> <li>②使用水のpHが低い</li> <li>③気泡が混入している</li> </ul>	 <p>原因とされていたのは</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>①水質（硫酸イオン／重炭酸イオン=1以上）</li> <li>②残留塩素（滅菌用塩素）による電位の上昇</li> <li>③低流速（0.3m/s以下）</li> </ul>

現場の声

・流速は抑えるべきか、速めるのべきか  
・衛生的に保つには塩素を入れないとダメ

これでは腐食対策をうまく進められない

#### そこで全国の現場を調査

①漏水事故は、密閉型貯湯槽に多い  
②開放型貯湯槽だと問題は起きていない

違いは、給湯水の溶存気体では？

#### 実験装置で検証

※60℃、流速3m/s、7ヵ月間（写真は0.14MPa）



検証結果

「脱気」さえできれば  
腐食を防止、進行を抑制できる！

## Zoom Up Copper 腐食の原因「マイクロバブル」を脱気装置で除去しよう

# 溶存酸素、遊離炭酸、残留塩素の腐食因子を除去。 自信をもってお出しできる処方箋です。

…腐食を防ぐには、脱気をどこまで行う必要があるのでしょうか。

「多くの現場での実態調査から、潰食が発生する数値を調べ、給湯水の溶存酸素濃度を8ppm以下にすれば、潰食の発生や進行を抑制できることを突きとめました。グラフ1を見てください。わずかな数値の違いが、腐食するか否かを分けています。一方、II型孔食の大きな原因は、残留塩素濃度です。既に先人たちが、残留塩素がなければII型孔食は発生しないこと、実環境においては残留塩素濃度0.25ppm以下に低減すれば抑制できることを証明しています。脱気装置でクリアすべき数値は、実はそんなに大変な数値ではないのです」

…装置開発で工夫された点は？

「大きな施設の場合、ボイラー・貯湯槽は、地下などに設置されることが多く給湯圧力が高くなり、給湯水に溶存気体の量が多くなってしまいます。これをいかに効果的に脱気していくかがポイントとなりました。そこで下図のように、ボイラーで温めた給湯水を往管から取り出して脱気装置へ。給湯水を脱

気装置タンク内でスプレーして大気へと開放し、溶存気体を外に放出させる方式を採用しています」

…その効果は、いかがでしょう。

「完成した装置を実験室の配管に設置し、データを採取したのが、グラフ2と3です。脱気により、腐食因子である遊離炭酸、残留塩素もしっかりと低減できることを証明できています」

…設置にあたって注意すべき点は？

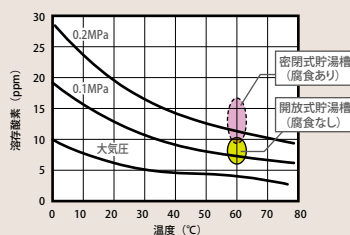
「本装置は、脱気した給湯水を給湯管内に循環させていくことで、給湯水全体の溶存気体量を軽減させていきます。これまでの調査で、還管に潰食が発生しやすいことがわかっていますので、往主管への設置を推奨しています。給湯使用量の少ない夜間も装置を動作させておけば、より効果的です」

…既存の配管への設置は可能ですか？

「問題ありません。装置の開発には、ナルミ技研株式会社にご協力いただき、一体型の容易に設置できるものを完成させました。さらに定期的な消耗品の交換以外の日常点検は不要で、運用は簡単です。これまで腐食対策の解決策を相談されても良い答えを出せま

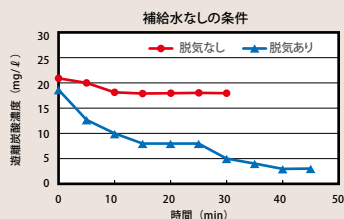
グラフ1

水中の溶存酸素の飽和曲線と実態調査で得られた60°C付近給湯水の溶存酸素濃度



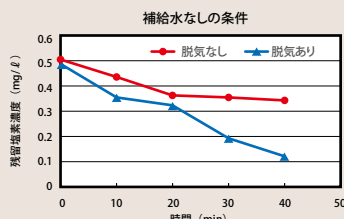
グラフ2

脱気装置使用前後の遊離炭酸の変化



グラフ3

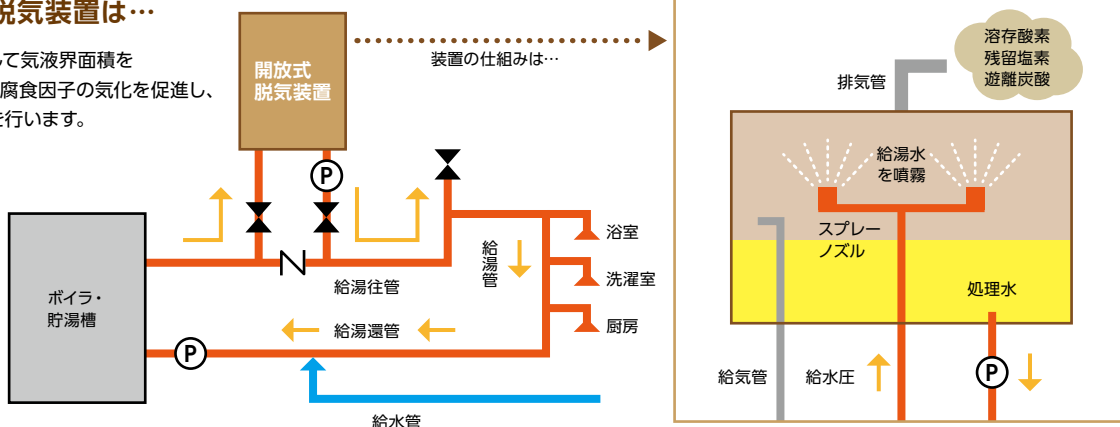
脱気装置使用前後の残留塩素の変化



せんでしたが、本装置で脱気を行うだけで、腐食の進行や発生を抑制できます。自信をもってお出しできる処方箋がやっとなじり上がったと思っています」

### ■ 開放式脱気装置は…

給湯水を噴霧して気液界面積を増大することで腐食因子の気化を促進し、効率的に脱気を行います。





## Zoom Up Copper

## 腐食の原因「マイクロバブル」を脱気装置で除去しよう

### 開放式脱気装置の導入事例

社会福祉法人清寿会  
特別養護老人ホーム

コンフォール貞光



社会福祉法人清寿会  
特別養護老人ホーム  
コンフォール貞光  
事務部長 藤田 浩氏



社会福祉法人清寿会  
特別養護老人ホーム  
コンフォール貞光  
事務員 枝川 優作氏

### DATA

- ・場所：徳島県美馬郡つるぎ町貞光
- ・開設：1999年11月1日(竣工9月30日)
- ・概要：地上4階・4,980㎡・RC造
- ・入所定員：80名
- ・ショートステイ定員：20名
- ・ご利用対象：要介護1～5
- ・スタッフ数：70名

## 利用者さんにお風呂を快適に楽しんでいただくため、丈夫で衛生的な銅管を採用。

実際に導入されたお客様は、どのような感想を持っているのか。2011年に本装置を設置された特別養護老人ホーム コンフォール貞光へ。ダイダグン株式会社の工事担当者も交えてお話を伺った。

・・・

### まず銅管を採用いただいた理由は？

**藤田** 当施設は、高齢者福祉に力を入れたいと願う医師の願いから1999年に誕生しました。お年寄りに安心・安全に過ごしていただける施設として、バリアフリーや高齢者ケアの各種設備の充実はもちろん、全職員が「おもいやり」の精神を大切に、接遇するように心がけることで、地元での信頼を培っています。ただ施設の中にいますと、世間とのふれあいがどうしても少なくなり

ます。そんな中でのみなさんが楽しみにされているのが、食べることとお風呂です。特にお風呂は、大衆浴場のように伸び伸びと開放的な大型設備でみなさんに喜ばれています。私は、開設時はここに勤務していませんでしたが、みなさんに快適にご利用いただけるようにと、衛生面を配慮して設計者が銅管を採用したと聞いています。

**天川** 銅管は赤水の心配がなく、抗菌・殺菌作用もありますからね。

**藤田** 衛生面、特に感染症対策は、私たちの大切な職務の一つです。お年寄りは、インフルエンザやノロウイルスなどに感染すると命に関わることもあります。持ち込まない、持ち込まれないようにと、マスクの常用、手洗い、うがいなどを徹底しています。

**天川** その点、銅は衛生的な管材として病院などでも評価されています。

**藤田** もう一つの理由は、耐久性です。当施設は利用者約100名が24時間給湯システムを使用しています。もちろん毎日お風呂のお湯を入れ替えますし、一般家庭に比べ湯量も使用頻

度もケタ違いに多いので、頑丈な銅管を選んだとも聞いています。

### そんな高評価の銅管が、突然、漏水を起こしたと聞きましたが、原因は？

**天川** 水をボイルした際に発生するマイクロバブルが潰食に、また井戸水の塩素消毒による遊離残留塩素が孔食に影響を与えたと考えています。

**枝川** この地域では、多くの家庭で井戸水を使用していますが、なぜうちにはトラブルが発生したのですか。

**天川** 現在「末端蛇口から通常、0.1mg/ℓ以上の遊離残留塩素濃度(結合残留塩素濃度の場合は0.4mg/ℓ)を保持できるように塩素を注入する」こととなっています。しかし、大きな施設で使用する場合は、ポンプで地下水を汲み上げた時、末端蛇口で0.1mg/ℓ以上を保持するには、やや多めの塩素を注入しなければなりません。飲料水として問題はありませんが、この遊離残留塩素が、孔食の原因に繋がってしまったと見えています。

**枝川** より安全、衛生的にと配慮したために起きたトラブルだったのですね。



ダイダグン株式会社  
四国支店 技術部  
天川 孝夫氏

## Zoom Up Copper

## 腐食の原因「マイクロバブル」を脱気装置で除去しよう

# 新設でも、既存の建物でも設置が簡単。 目に見えない漏水の問題を未然に解決します。

### 漏水した時の状況は？

**枝川** じんわりと天井にシミが出てきて、これはおかしいと天井裏をのぞいて見たら、配管からポタポタと水漏れしていました。でも私にはどこに孔があるのかわからず天川さんに来ていただき応急処置をしていただきました。

**天川** 本当に目に見えない小さな孔で、最終的には問題のある箇所はすべて新しい銅管に変えました。

**枝川** その後も修理していただいた箇所以外から、新たに漏水してしまい、その度に天川さんをお呼びする、そんな状況が続きました。

**天川** 配管は断熱材に包まれているので水漏れが発覚するまで時間がか

かり、その間に腐食も広がってしまったようです。潰食、孔食が進んでいてもまだ漏水に至っていない箇所が潜在している可能性がありますので、本装置の導入をご提案しました。

### 本装置を導入してからは？

**藤田** この装置を導入してから、漏水の問題はどんどん改善されましたよ。

**天川** 導入後は、状況を調査、観察させていただき、潰食、孔食が止まったことを確認できました。また、潰食部が銅の酸化被膜に覆われることで、それ以上の腐食の進行も防止できたようです。

**藤田** どんなに優れた管材でも、もしものトラブルは起こり得ますからね。大切なのは、そのあとの対処をいかに

行っていたらいいか。さらに、今後のトラブルをどう防いでいただけるか。そこが信頼に繋がります。

**枝川** その点、ダイダンさんはしっかり対応していただけて助かっています。

**天川** 新しい建物には、最初から本装置を設置いただくことが一番です。既存の配管にも設置が簡単ですので、腐食の進行をストップさせ、漏水を未然に防ぐためにも、ぜひ導入をご検討いただきたいと思います。

**藤田** 開放式脱気装置は、転ばぬ先の杖というわけですね。

**天川** 腐食は目に見えず進行していく可能性があります。万全を期して快適にご利用いただけたらと願っています。

### ■ 開放式脱気装置の設置状況



▲ボイラ・貯湯槽室の全景



▲施工時の給湯用銅管 ▲脱気装置周りの配管



▲稼働中の開放式脱気装置

### 脱気装置運転から3ヵ月で潰食の進行停止

#### 導入前



脱気前の白濁した給湯水



潰食が進行し漏水原因に

#### 導入後



脱気が成功し透明に



潰食が止まり酸化皮膜も