

監修 友澤史紀

平成23年6月25日発行/毎月1回25日発行 第28巻第7号通巻328号 昭和60年3月28日 第9号創刊

総合建築リフォーム&リニューアル技術誌

www.refo.jp

REFORM



特集

第16回建築再生展2011結果報告

- 第16回建築再生展2011結果報告
- 復興アイデア募集 第9回設計アイデアコンテスト
- 【だれでもわかる建築リニューアルビジネスセミナー】誌上掲載
- 鉄筋コンクリート造における保護塗膜の効果と耐用年数



7
2011 JULY

第16回R&R建築再生展2011

【だれでもわかる建築リニューアルビジネスセミナー】誌上掲載

給水管の長寿命化、水中の水和電子による電気防食技術<NMR工法>

日本システム企画(株)営業本部企画営業部 部長

清田康之

プロローグ～管材の歴史と赤錆

当社のNMRパイプテクターは、配管の更生・延命を図る装置です。配管には色々な働きと種類があります。今回はその中でも給水管、それもマンションの給水管に特化したご説明をいたします。

現在、配管に使われている材料は、塩化ビニルライニング鋼管(VLP管)が主流です。約30年から35年前に普及し始めました。これは、管が鉄できており、その中を塩化ビニルでコーティングした物です。それ以前には、昭和なら30年代から40年代までは、亜鉛メッキ鋼管、この管はSGP管もしくは白ガス管と通称される鋼管が普通に使われていました。

さて、はじめに説明しました塩化ビニルライニング鋼管は管外側が鉄ですが、管内側は塩化ビニルでコーティ

ングされているため錆が発生しません。ただし、これは直幹部分は錆びませんが、屈曲箇所には難点があります。

管路には当然屈曲箇所があります。エルボと呼ばれる継手をつないで管路を曲げるのですが、その曲りの部分で錆が発生してしまい、やがては錆で管の内腔が詰まってしまうのです。これを俗に「赤錆閉塞」と称します。

これを防ぐのに「コア付き防食継手」という部材があります。これは鉄と水が接触することで発錆し、さらに進行しているという状況に対して、その錆の発生が予測される箇所に樹脂(コア)を埋め込むことで、これを防ごうという効果を狙った継手です。これも設計上、あるいは理論上からは錆ないはずなのですが、施工精度の問題もあるのでしょうか、現実には錆の発生が報告されています。通常の継手よりは錆の進行する速度を抑制できる、と言えましょう。

コア付防食継手に於ける赤錆発生状況



会場風景



病院・トイレ 築6年

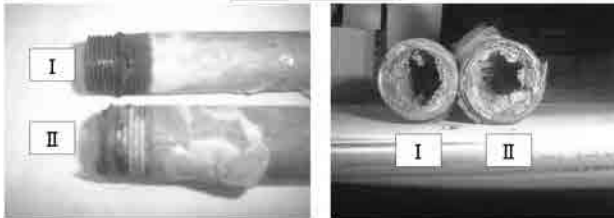
赤錆の実例をご紹介します。築後10年未満の物件と、築20年超の物件それぞれを比較しています、20年後の物

件の継手に見られる赤錆の発生、進行の度合、さらに閉塞の度合に注目してください。10年未満の例と苦しい差異が認められると思います。

ネジ山脱落状況写真

築年数の違いによる、赤錆閉塞とネジ山の状態比較

I:築10年未満
II:築20年経過



外観からはわかりませんが、IIは漏水の危険が高くなっています

赤錆が招く損失

ここで非常に重要で、そして恐ろしいことが指摘されます。継手を繋いでいるのはネジです。そのネジが赤錆によって腐食脱落してしまい、さらにそれは目視ができないことなんですね。知る手立てがないのです。ネジ山が錆びる、するとネジの噛み合わせが浅くなって脱落し漏水が起こります。これが一か所だけでなく、マンション全体の複数個所で起こってしまうと大変なことになる大きな費用損失になります。

このような大がかりで多発的な破損が発生すれば、配管の全面更新も避けられません。費用的にも大変な金額です。1住戸あたり、100万円かかるのでしょうか。一棟100戸のマンションならば、全体で1億円という莫大な支出となります。これを少しでも効率的に、そして経済的な工事と考えると「露出配管」とならざるを得ない結果となります。当然、これでは意匠性を損って見栄えが悪くなり、当然建物の資産価値がマイナスとなり、これは居住者にとって大きなマイナスです。結局高い費用を投じて、経済的負担を負わなければならない結果となります。

それだけではなく、工期も長期化します。その間、居住者は断水も我慢しなくてはならない。さらには、期日と時間を決めて、在宅しなくてはならない場合も出てき

ます。

マンションの下層階で飲食店など店舗が経営されている場合は、その営業にも影響して、臨時休業も避けられないこととなります。

こうした工事自体の費用の面での経済性、水の汲み置きの手間等々も含めた煩わしさ、精神衛生への影響、ことほど左様に配管更新というものは、居住者にとって大きな負担を強いられます。

従来の赤錆への対処方法

以上から当然要望として、更新をしないで別の方法を採用したいという声が出てきます。ならば、他にどのように手立てが考えられるのか。

給水管の錆については種々の工法や装置が出ております。ひとつには、赤錆、若しくはコブ状になった赤錆、いわゆる錆コブを洗い流してしまう方法があります。錆を除去して、一時的には解決したかのようにも見えますが、これだとカサブタをとってしまった傷と同様に錆の下から新たな金属部分が露出し、今まで以上に錆の腐食が早まってしまいます。結局5年後、あるいは10年後に何かしらの手当、それは全面的な更新工事かも知れないという必要からは逃れることができません。

1. 赤錆を黒錆に還元する方法(NMR工法)



2. 赤錆を流出する方法(配管洗浄工法)



さて、先ほどから「赤錆」という用語を何の説明もなく使っておりますが、では、「錆って何か」、と。簡単にでも知っておく必要がありますね。

鉄はなぜ錆びるのか。

鉄(Fe)は、水(H₂O)に含まれている酸素(O₂)で化学反応 $4\text{Fe} + 3\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ を起こし、その結果酸化します。これが赤錆で、オキシ水酸化鉄、FeO(OH)です。OHで-1荷、Oで-2荷、電子を取られてしまった状態で、これが酸化です。この電子を取られてしまった状態のところへ、逆に電子を与えてやると、今度は酸化ではなく還元となります。還元の結果、マグネタイト(2Fe₃O₄)ができます。色が黒いので“黒錆”と呼ばれますが、これは不動態の固い結晶です。このように赤錆に電子を与えてやることを“電気防食”と称します。この電気防食によって赤錆は黒錆に還元できるのです。

黒錆の正体、そして水和電子

当社のNMRパイプテクターは、水自身が有している電子、水和電子を利用して電気防食を行う装置です。先ほどは、赤錆への対処方法として赤錆を洗い流す方法を一例として紹介しましたが、NMRパイプテクターでは、既存の赤錆を原料として電気防食を行います。水和電子によって赤錆を黒錆に還元する仕組みで、タイトルに『水中の水和電子による…』とありますように、水和電子の存在が非常に重要な位置を占めるものです。それについてご説明します。

黒錆の好例が南部鉄瓶です。鉄は錆びて劣化しますが、南部鉄瓶は黒錆で覆われて半永久的に使用可能である、と言えます。

南部鉄瓶・黒錆



[Wikipediaより抜粋]

もう一つ「水和電子」という言葉が出てきました。水和電子というのは、「強力な還元性を示す…」と、化学事典にも記載されています。この水和電子は、50数年前アメリカで原子炉の冷却管から発見されました。現在、福島第一原子力発電所の事故は深刻な状況が続いていますが、原子炉には、加圧水型と沸騰水型の二種類があります。

ここで注目すべき特質が見られます。

加圧水型の冷却管には錆びが発生しますが、一方の沸騰型は錆びません。その錆びない方の冷却管から発見されたのが水和電子なんです。これに関する研究が当時、欧米では進められたといいますが、その正体を解明するには至らなかったようです。ところが2005年の1月に、アメリカの科学雑誌『サイエンス』に、カリフォルニア大学のバーレット博士が水和電子に関する論文を発表しました。それによって初めて、水和電子の挙動が明確になりました。

バーレット論文の内容

『サイエンス』に発表された論文の中で、バーレット博士がどのような説明をしているのか。簡単に説明してみましょう。

水はH₂Oです。それが、水の分子が凝集して大きな塊を形成しています。この状態では水和電子はその塊の中に閉じ込められています。これが通常、我々が生活の中で使っている水の状態です。この大きな塊を、分子の数なら32個以下に凝集を小さくすると、それまで中に入り込んでいた水和電子が小さな塊の外に出てくることとなります。そしてその状態で水が流れると、水和電子は剥離して放電するのです。この小さな凝集体の状態を給水管の中に作ってあげれば、配管内の赤錆に、水が流れることによって水和電子が剥離し、放電が起こります。換言すれば赤錆に電子を与えることとなります。つまり、電気防食です。これによって赤錆が黒錆へと変化します。凝集体が細分化されている状態は、もちろん肉眼で確認できるわけではありません。そこで、想像力を働かせてみましょう。

水蒸気はどうでしょう。小さな凝集体は水蒸気と同様の状態なんです。昔から蒸気の流れる配管は錆びないと

言われています。蒸気ボイラーなどがその例です。ボイラーでも、湯が流れる環り管は錆びてしまう。小さい凝集体では水和電子が自由に動ける状態です。蒸気が流れるので水和電子が剥離放電してその管は錆びない、ということになります。これに対し、湯が流れる環り管は水和電子が大きい凝集の中で動けない状態なので、剥離放電できず錆びてしまうこととなります。

では、もうひとつ例として雲はどうでしょう。雲の水分子の凝集の状態は、蒸気よりは大きいけれど、水よりは小さい。従って、水和電子は外側に位置することとなります。上昇気流によって激しく動く雲、入道雲、つまり積乱雲は水分子が激しく動きます。積乱雲からは雷が発生します。パーレット博士の研究で、雷というのは水和電子の放電だと云うことも分かったのです。それまで雷という現象については諸説あったようですが、雲というのは、凝集の小さい状態で運動が起こって、水和電子が放電する、それが雷の現象なんです。

ただ、ここで問題があります。水素が<+>、酸素が<->ですから、仮にこの凝集が小さくなくても、すぐに<+>と<->でくっつき合って、元の大きな塊に戻ってしまいます。先ほど少し触れたように、給水管の防食の装置というのは色々あって、それぞれ凝集を小さくしようとしています。なかなかうまくいかず、仮に一旦塊を小さく出来てもすぐに、<+>と<->がくっつき合って、元の大きな塊に戻ってしまうので効果がないわけです。

NMR 現象により水和電子の放電が継続

では、当社のNMRパイプテクターでは<+>と<->の挙動はどうなるのでしょうか。

結論から言うと、すぐに元の大きな塊に戻ってしまふことありません。その仕組みは、水素の原子核の共鳴を利用しています。

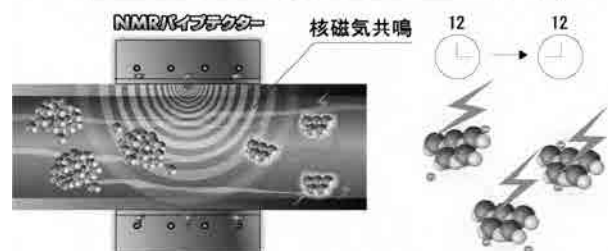
Hの¹Hで、水素の原子番号は1番。酸素は¹⁶O。奇数の原子番号の物質は、水素も然りで、地球と同様、S極とN極に分極しています。磁石の様なものと考えてよいでしょう。この分極している水素の原子核に、ある特定の電磁波を与えると、共鳴して回転するのです。これをN

MR現象<核磁気共鳴現象>と称します。医療で検査に使用されているMRI(核磁気共鳴画像法)も、核磁気を利用してしています。

一旦、水素の原子核が共鳴・回転を始めると、それは6時間以上継続します。Hの¹Hは、水素<+>と酸素<->がくっついていながら、一方の水素が共鳴し回転するので、凝集が小さくなり、かつNMR現象が6時間以上継続するので、この水が流れれば水和電子の放電が、これも6時間以上継続するととなります。

NMR(核磁気共鳴)現象による水の活性化及び還元電子の発生について③

NMR工法のみ可能な水和電子の放電現象



NMR(核磁気共鳴)現象は小さな水の凝集状態を6時間以上持続させる

水道水が管内を流れる速度を毎秒1mとして、1時間で3.6kmですね。それが6時間以上継続しますので、距離で20km以上、小さい凝集の状態、水和電子が放電し続けるのです。

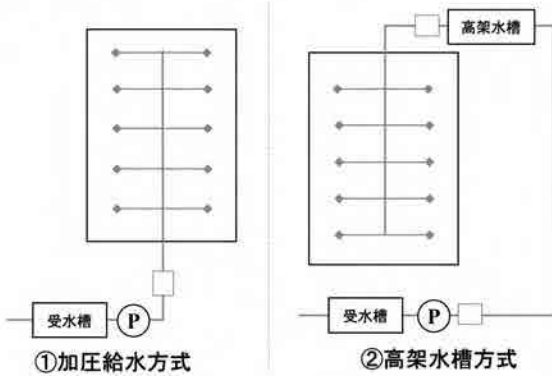
国内外の設置事例

マンションなどの給水方式もいろいろあります。例えば、高架水槽は受水槽からポンプで揚水して、高架水槽から自然流下させるという方式です。この場合、高架水槽からの出口(二次側給水管)にNMRパイプテクターを装着すると、それ以前は普通の状態の水、そしてそれ以降は小さい凝集体の状態の水で水和電子を放電しながら、堅管～各フロア～各専有部の蛇口にまで流れ、継手部分の赤錆が水和電子の放電によって電気防食され、黒錆に還元されるのです。

設置例をご紹介します。

これは「広尾ガーデンヒルズ」5棟、築12年の段階で、

NMRパイプテクターの設置箇所



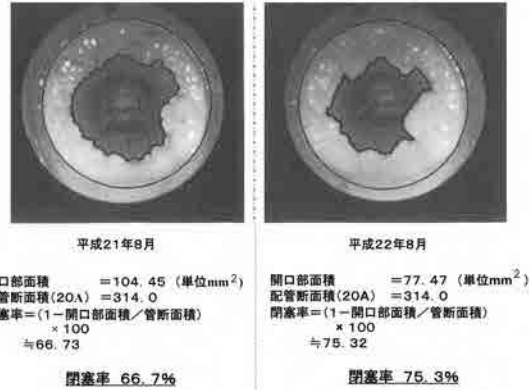
NMRパイプテクターが採用、設置されました。

配管径の面積全体を100とすると37.3%が閉塞していました。NMRパイプテクターの設置約1年で赤錆閉塞が縮小し改管されたのです。

赤錆の閉塞は、放置していて絶対に縮小することはありません。NMRパイプテクターなしで1年間放置した

状態を示す写真をご覧ください。21年の8月と、22年の8月です。黒く変な形をした部分に水が流れ、その外側は赤錆による閉塞部分です。閉塞率は約66.7%。それが1年間の放置で、75.3%に拡大しています。水の通り道が縮小して、閉塞部分が拡大していることが一目瞭然です。

赤錆閉塞の経年による拡大例



体積において黒錆は赤錆の10分の1以下です。赤錆閉塞が電気防食により黒錆に還元して収縮し、結果として、閉塞の縮小改善が図られます。

もう少し設置事例を紹介しましょう。イギリスの Buckingham Palace です。鉄分値が低下する例です。赤錆は水に溶けませんが黒錆は溶けません。黒錆化によって赤錆の水への溶出が減少して鉄分値が低下するのです。言い換えれば、鉄分値の低下は赤錆が黒錆化したという証になる訳です。

広尾ガーデンヒルズ 設置結果①

<築12年 VLP管使用 マンション>



◆設置概要	建物外観
建物名・所在地	広尾ガーデンヒルズ G-H-I-J-K棟：東京都渋谷区広尾
建物概要	RC造15階建マンション(築12年)
給水方式	加压ポンプ方式
設置工事日・設置工事者	平成9年8月27日：日本システム企画
設置配管及び設置数	量水器二次側導入配管 (VLP 100A) PT-100DS×2セット 加压ポンプ二次側給水配管 (VLP 65A) PT-75DS×5セット

広尾ガーデンヒルズ 設置結果②

◆配管内内視鏡検査結果

設置前	設置12ヵ月後	設置27ヵ月後
37.3%	31%	23.3%
閉塞改善率	16.9%	37.5%

Buckingham Palace 設置結果①

<SGP管使用 築304年 空調温水・給湯系統>

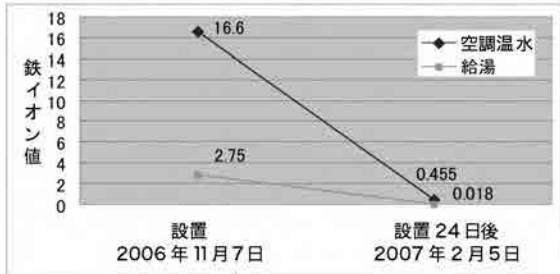


◆建物概要	
建物名・所在地	Buckingham Palace : London, UK
建物概要	築304年 775室 循環空調温水・循環給湯方式
設置工事日・設置工事者	平成19年1月12日 日本システム企画株式会社
設置配管及び設置数	空調温水配管(SGP100A)PT-100DS×1セット 給湯配管(SGP50A)PT-50DS×1セット 給湯配管(SGP30A)PT-30DS×1セット

バックingham宮殿 設置結果②

◆水質検査結果

検査項目	設置前	設置24日後	水道法 水質基準値
鉄イオン値	空調温水	0.455	0.2mg/l 以下
	給湯	0.018	



次は英国放送「BBC」です。空調の冷温水管に設置した事例です。1か月強ほどで鉄分値が低下しています。循環系統の場合、短い期間で効果が現れます。

英国放送協会(BBC) 設置結果①

<SGP管使用 築53年 冷却水配管>



建物外観



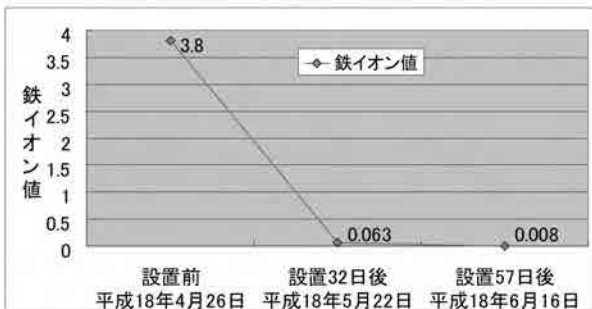
設置箇所

建物名・所在地	British Broadcasting Corporation: London, UK
建物概要	築53年 放送局 空調冷却水循環方式
設置工事日・設置工事者	平成18年4月20日 日本システム企画株式会社
設置配管及び設置数	冷却水配管(SGP 250A) PT-250DS×4セット

英国放送協会(BBC) 設置結果②

◆水質検査結果

検査項目	設置前	設置32日後	設置57日後	水道法 水質基準値
鉄	3.8	0.063	0.008	0.2mg/l 以下



エピソード

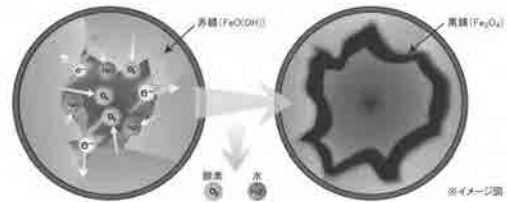
~NETIS登録、実績3000棟

そろそろ時間が来ましたので、まとめに入りたいと思います。

赤錆を黒錆化することで、閉塞を改善していく、配管の更新を回避できる、これはすでに触れた通りですが、もうひとつの特長として、雑菌が解消する。これは、水分子の凝集体が小さくなることで、雑菌が単細胞なので過度に水を吸ってしまい、いわば水膨れの状態となって死滅するというメカニズムです。それから、費用の話に戻りますが給水管の場合、配管更新との比較で5分の1、あるいは10分の1の費用で済みます。さらに設置後のランニングコストがゼロ。これが大きいのではないのでしょうか。設置工事時、断水の必要がありません。

それから効果保証を付けています。赤錆改善の効果について強調しましたが、設置後1年日目で閉塞縮小効果が認められない場合、全額返金致します。製品保証は通常よくありますが、効果の保証は当NMRパイプテクトーだけです。

効果保証付き・・・赤錆閉塞の縮小改善をお約束します。



赤錆が体積1/10の硬い黒錆となる為、赤錆閉塞が収縮し閉塞が改善します。

効果保証付き：効果の出ない場合は全額返金致します。

先ほどは海外の設置状況をご紹介しましたが、国内の進捗についてもひとつご紹介いたします。国土交通省に「新技術活用システム」、通称「NETIS (New Technology Information System)」があります。これは、新技術の活用のため、新技術に関わる情報の共有及び提供を目的として整備されたシステムです。これに昨年12月、登録となりました。現時点で約3000棟にまで設置実績を伸ばしております。