温水装置の防蝕と缶石防止

第 2 部 (紹介)

G. Seelmeyer, Werkstoffe u. Korrosion 2, Heft 1
17~30 (1951) Jan.

第 1 部に於て温水装置の腐蝕と缶石生成についてのべた。これらの損害の防止には理論的、実際的に多くの可能性がある。

A. 腐蝕防止の理論的可能性

- a) 耐蝕材料による保護
- b) 保護被覆による保護
- c) 水の脱気による保護
- d) 局部電池形成をさけることによる腐蝕防止
- e) 陰極防蝕

B. 「石」防止の理論的可能性

- a) 軟化による防止
- b) 金属の表面作用をかけることによる防止

C. 腐蝕及び「石」生成防止の実際的可能性¹⁾

皆は実際的な腐蝕防止法としては化学的水処理のみがあげられて来たが、今ではいろいろの方法が研究されてゐる。以下順を追つて説明する。

I 耐蝕構造材料による保護

温水装置用構造材料としては次のような条件をみたしていなければならない。

1. 充分な強度、特に耐熱性と充分な弾性。
 2. 熱自然水・空気・高温ガスに対する充分な抵抗性。
 3. 衛生上万全。
 4. 加工容易——少くとも鑄鉄、銅程度の加工性がなければならぬ。
- これらの条件に欠のものがあてはまる。

a) Cu: Cu と Cu-Ni 合金は温水装置として機械的、熱工学的に又、加工性、耐蝕性から非常に好適であつて、ボイラ、容器、導管に悉用され得る。装置の一部を Cu で作ると他の全ての部分（缶は別として）も Cu で作らねばならない。蓋は酸性の、完全に軟化した水に長時間接触する場合には Cu は不向きである。

b) 磁器とガラス：これは耐蝕、衛生、機械的、熱工学的見地から異議がない。しかし鑄鉄や鋼とはちがった加工技術を要する。磁器パイプは長いことが知られているが接手に問題がある。ガラスと河床温水管として長いことが証明されている。

c) 陶器：陶器は温水供給系としては目下のところ、煙管、expansion tank, Füllgefäß 用としてのみ問題となる。

d) 鑄鉄：鑄鉄は普通その自然の鑄肌のためにひどい侵蝕をきたさないから、温水玉の構成材料として腐蝕化学的の見地からは好適である。

e) 錬鉄：錬鉄の腐蝕は徐々であるから錬鉄パイプは長期間の使用に対しては普通鋼管よりも危険が低い。

合成樹脂被覆：温水ボイラーに対しては Oppanol-ORC 箔の内張り被覆は著しい耐蝕性を示す。このためには箔が鉄表面に固着するように、清浄化したボイラー内壁に特殊接着剤をはりつける必要がある。Oppanol は酸・アルカリに充分耐え、90℃までは耐熱性がある。

ホーローは鑄鉄性温水遠距離導管には今までのところよいとされている。あちこちで裂けて多数の腐蝕個所を生ずる。¹⁰⁾

II 保護被覆形成による錆及び石防止

保護被覆の保護能力は明らかにその多孔性と均一性とに依存している。被覆の孔面積が $10^{-3} \text{ cm}^2/\text{cm}^2$ 以上であれば腐蝕がおこる (W.J. Müller)。 $10^{-3} \text{ cm}^2/\text{cm}^2$ になると下地の鉄はわずかに侵されるか又は受効態になる。孔面積が $10^{-4} \text{ cm}^2/\text{cm}^2$ になると受効態化がおこる¹¹⁾。更に被覆が耐久性があり、均一で、水に不透性で、耐熱、弾性的であつてはじめて保護被覆として作用し得る。¹²⁾

保護被覆には機械的に作り得るとのと水の処理によつて作り得るとのとある。或る塗装では石生成を防止は出来ないうが、これを溶解させ得る。曝露中の装置では水が中和され、保護被膜をつくる助成物が含まれているときにのみ保護被膜が出来る。その場合中和点に於ける水の pH は、炭酸塩硬度が高い程

第 3 図

小さくなることがみられる（第3図）。当該の中和点に達した時に落ちた炭酸塩成分のみが有効な保護被膜を作ることが出来る。これはこのような水の状態のときにおいてのみ、炭酸塩が徐々に細い結晶粒として落ち、且つ生成する金属水酸化物が含水量、多孔性とも最も小さくなるからである。

a) 機械的に作り得る保護被膜

温水供給装置には次の保護被膜が使われ得る

1. 亜鉛めっき

温水装置には鉄ボイラー、鉄導管が広く使われている。これに対しては 300 g/m^2 以上の附着量の熔融亜鉛めっきが使えろ。

2. 銅めっき

内側をCuめっきした銅（めっき厚 0.5 mm ）のボイラーは錆すけ等の施工が正しければ良好なことが証明されている。内側に 0.2 mm のCu被覆を行つた Hartpapier パイプ（Cupremarohr）も良い。

3. 鉄-アルミニウムめっき

これは銅パイプを煙道ガスから保護する。小さな温水玉の煙管にも使える。

4. 塗 装

外部腐蝕を低減するため外面は塗装を行う。下塗は鉛丹又はクロメートのような防蝕顔料を含む必要がある。上塗りは合成樹脂ラッカーが一番よいと認められている。塗料はすべて出来るだけ薄く、均一に塗る。各塗料はそれぞれ適当に焼付けを行う。上塗の塗料は装置を操業するまでに少くとも8日は乾燥させるべきである。

内部塗装としてはボイラーと貯水器に対するもののみが問題となる。塗装前に保護すべき面から、油脂、スケール（Zunder）、錆、汚れを水とブラシですつかりとつておく。それから腐蝕傷及び腐蝕孔をていねいにかきとり、きれいにして 1:1 コンクリートでうめる。よいとされている塗料も 55°C から最高 95°C までにしか適さない。いずれに限られだ寿命しかなく、1〜2年後には大抵新しくしなければならぬ。ボイラーの内部塗装には加熱蛇管或はレジスタも一緒に塗る。その場合加熱面が支持構造物に重絡している場所と一緒に塗ることに注意すべきである。

b) 自然の保護被膜

操業中の温水供給系には銕鉄や銅の上に水処理によつて化学的方法で自然の保護被膜が出来得る。水処理に際して自然水中にも存在する物質を添加してやる。この被膜の生成には自然の保護被膜に対するのと同じ条件

が支配するので、これは、石灰銹 (Kalkrost)、塩基性炭酸亜鉛、 $\text{Fe}-\text{Ca}$ -珪酸塩、 $\text{Fe}-\text{Ca}$ -燐酸塩等からなっている。この被膜は平均厚さに $400 \sim 800 \text{ \AA}$ の厚さである。温水装置でよく見られる粒状の堆積物は決して保護被膜ではなく水を通す結晶状堆積物にすぎない。しかしその下に有効な保護被膜が存在し得るのである。温水供給装置中に生成した保護被膜はすべて保護性成分として石灰と下地金属の分解生成物とを含んでいる。その生成には次の条件が必要である。

1. 水中の酸素含量が充分であること (Schilling¹³⁾によれば少なくとも 6 mg/l)

2. 水中の溶解アルカリ土金属含量の多いこと (新しい研究によれば約 $3 \sim 10 \text{ d. G. - 炭酸塩硬度}$)

3. アルカリ土金属-炭酸の平衡を無制限に阻止すること。即ち、アルカリ土金属炭酸塩を溶すのに丁度必要なだけの炭酸を含む水の状態を常に維持すること。

4. 水の流速の充分大きいこと

5. 水中の Cl^- 含量 ($\leq 5.3 \text{ mg/l}$)、 SO_4^{2-} 含量 ($2.0 \sim 7.5 \text{ mg/l}$)、有機物含量 ($\leq 6.5 \text{ mg/l KMnO}_4$ 相当) が出来るだけ低いこと。

保護被膜生成法としては浄水法と添加法とが使われる。

○ 炭酸塩生成浄水法

この方法では処理すべき水を炭酸塩を含んだ浄剤の上を浄通させることによつて水処理を行う。この浄剤によつて原料水の酸が除去され中和されて、従つて幾分かすでに存在していた被膜をそこなうことなく自然保護被膜を生成させる。更に水に不溶の又はコロイドとして溶けている腐蝕をおこす物質を除去する。これは浄通によつて不溶性異物質は浄材物質の粒の間の空間に機械的に固着され、コロイドとして溶けている物質は粒表面に吸着によつて固着させられるからである。この作用は浄剤粒が細く、且つ浄通がゆつくり行われる程、即ち水々浄通物質を通る圧力が小さい程、有効である。温水供給系に対しては保護被膜をつくらせる浄水法としては特に、Magno-, Neutralit-, Arkdolit-, Rhenaphosfilter法が同類となる。最初の三つの方法では反応の最も激しい部分は MgO で、反応の弱い部分は CaCO_3 である。最後の方法では浄剤として Rhenania-, 燐酸塩 (カルシウム・ナトリウム燐酸塩とオルソ珪酸カルシウムとの同散混晶) が使われており、 Mg の代りに P が入っている。これらの物質は全まについで、浄通を行うと水の pH は当該炭酸塩硬度に相当する中和点ま

で上るだけでそれ以上には上らないように作られている。

フィルターには開放型（低速）と密閉型（高速）とがある。熱水装置用としては大抵高速フィルター従つて密閉型が使われる。

○ 添加法

温水供給系に於ける保護被膜生成のための添加法としては、KCS-磷酸塩法が向順となる。硬度のある水に磷酸塩を添加すると水に接している鉄表面に淡黄色のFe-Ca磷酸塩膜が出来る。これは次のような性質をもっている。

1. この double phosphate の溶解度は水の反応に殆んど依存しない。pH 5.0~9.0 で一般に $0.1 \text{ mg/l P}_2\text{O}_5$ をこさない。水の中和反応は均一な保護被膜生成を加速し次第におとろえて行く。Grubitsch によると、Fe-Ca 磷酸塩の溶解度は天々の成分の溶解度より小さくはなく、又 Na-磷酸塩を添加すると冷磷酸塩溶液の pH 値になるのではなく、加熱した後の、従つて磷酸塩生成、炭酸の分解及び放出、炭酸塩生成等の可能なあらゆる反応のおこつた後に達する pH 値になることが分つた。

2. 磷酸塩添加量はどんな磷酸塩を用いるかにはよらないで、水中に存在する Ca, Fe 或は Zn に依存する。硬度のない水の場合には保護被膜が出来ず又磷酸塩を少量に添加した場合にも出来ない。温水装置では 1°d.H 以上の硬度の水の場合に保護被膜生成がおこる。さて、保護被膜生成には 0.2°d.H に相当する Ca の析出で充分であり、 1°d.H には $8 \text{ mg P}_2\text{O}_5$ を必要とするから、少くとも 1.6 mg/l の P_2O_5 が必要である。磷酸塩の添加は水の硬度の高い程少なくてよい。硬度の高い水では実際的に大抵 $2 \text{ mg/l P}_2\text{O}_5$ の添加で充分であるが、硬度の低い水ではより大きな添加量（ $7 \text{ mg/l P}_2\text{O}_5$ まで）が必要である。一般に添加量は最高 $5 \sim 7 \text{ mg/l P}_2\text{O}_5$ である。

3. Fe-Ca 磷酸塩は常に装置或は原料水から来る金属イオンを含有している。原料水の Fe 含量が 0.1 mg/l 以下であつても、磷酸塩の添加によつて水中の Fe イオンの一部は析出されて保護被膜生成に使われる。

4. 18°C 以上の温度では磷酸塩被膜は多孔質になり易いから、磷酸塩物質で例えば Na_2SO_3 （亜硫酸ソーダ）を加えねばならない。これは保護被膜の生成に好影響を及ぼす。被膜は寿命の長いものではないから、殆んど連続的に薬品を添加して常に新しく生成させないといけない。

5. 磷酸ソーダ溶液は常に同じ濃度を保つていなくてはならないので温度の fluctuation があつてはならない。

6. 磷酸ソーダは保護被膜生成を助ける性質の外に、「石」生成を防止

し、石けい石をとがす能力を有している。この性質は腐蝕防止に必要とする少量の磷酸塩添加の場合にすぐに明かにみられるけれども、磷酸塩が十分に過剰になつて始めて完全にその効果を發揮する。しかしながらこれにともなつて水がアルカリ過剰となりこれは健康上有害であるので禁じられている。

保護被膜生成のために水に磷酸塩を添加することは F. Killewald の特許¹⁴⁾になつてゐる。彼の KCS-法では *Juprasalz* といわれる混合塩の飽和溶液を用いてゐる。これは第一磷酸ソーダ 32.9%、第二磷酸ソーダ 51.7%、無水重硫酸ソーダ 約 15.4% とからなつてゐる。この混合物の水溶液はアルカリ性であり、処理水を中和しなければならぬから、これは弱酸性の水の処理にのみ適するものである。これに対して中性又はアルカリ性の水に対しては、上のものとは異つた磷酸塩比をもつたものか又は重硫酸ソーダの代りに重硫酸ソーダを含有した混合物が適する。

KCS 法は比較的安価な方法であり、殊に小型の装置に適する。時と場合でその作用に差がある。即ち殆んど全ての装置について添加の初期に於ては非常に著しい腐蝕抑制の向上がみられるが、これが継続的に残るのは全例の約半にすぎない。残りの装置については約 1 年乃至 1 年半後に黄色の磷酸被膜の上に新しく瘤状錆が出来るまで、この下では速い錆蝕が繰り返る。このことは全てについて觀察されるわけではなく、この方法の原理的欠陥によるものでなく、応用の仕方に於ける何かある欠陥例としては銅管又は銅葉に於けるあやまり、一が同類になるのであろう。

珪酸塩法も同様に一種の化学的添加法である。この場合には原料水に一定の化学薬品を添加して水中に含まれてゐる物質と一定の反応をおこさせる。これは最近になつて発案した方法で、保護被膜生成によつて腐蝕を有効に防止出来る。これは汽釜に入らぬ水に対してのみ応用出来る。これは汽釜に於ては珪酸塩宝石の生成の危険が存在するからである。

珪酸塩法は $1.5 \sim 10^{\circ} \text{d. CH}$ の水に対して使え、もともと原料水の珪酸含量が非常に少いときとか、出来る保護被膜の優秀性を更に向上させるべき時とかに適用される。原料水に 30 g/m^3 の珪酸ソーダ ($38 \sim 40^{\circ} \text{Be}$ 水ガラス)を加える。更に他の物質、例えば少量の磷酸塩(珪酸塩-磷酸塩法)を添加するのによい。この場合には上の Ca-Fe- 珪酸塩保護被膜の代りに Ca-Fe- 磷酸塩-珪酸塩の被膜が出来る。前者は非常に耐久性のあるものである。もしこれが正しく生成出来ていればそれからは添加量を最小

にして行く。珪酸塩の添加は常に許されし添加量を絶対に越さないように注意せねばならない。これら化学薬品は添加に先立って完全に水にとかしておかなければならない。それはこうして始めて温水装置中に於ける充分な効果が保証されるからである。

Ⅲ. 酸素除去による腐蝕防止

温水供給系中の水には空気酸素が常に（程度に多少の差はあれ）微量に溶解した状態又は溶解しない状態で存在する。

α) 空気気泡の除去

空気気泡の除去は構造上の工夫によるのが最もよい。ボイラーの設計、構造は次のようにする。即ち気泡が壁に固着しないや安全管に逃げるようにし、縦型、横型ボイラーの最も高い所に導管を接続しこれは弁で働き、床にある脱水器につながるようにする（第4、5図）

第 4 図

ボイラーの中では気泡の固着する可能性のないようにすべきで、導管の端はボイラー中に入つてはならずボイラー壁の外側を必らず終つていなければならぬ（第6図）。ボイラーの内部補強リングには空気が逃げ通ることを出来るように上の部分に孔をあけておかねばならぬ。鍛接ボイラーでは鍛接接目は内側を平滑に鍛接しておく。

第 5 図

ボイラー断面

第 6 図

流入してくる冷水から放出される気泡はボイラー内壁と到達しないうようにするために第7図に図示したような方法を応用すると良い。これによると水素気泡は直ちに、下に開いた傾斜した導管 (Rinne) に達し、この導管は全ての気泡を集めて、一番高いところにある小管を通して安全導管へ逃がしてやる。

管工事にあつては同様な大きな気泡の集合と気泡発生とを避けなければならぬ。管はすべて傾斜させて据付けろ。又小さな気泡の内部管

第 7 図

壁への固着は、例えば迴転ポンプを挿入することなどによつて水の循環を加速することによつて克服出来る。

b) 溶解酸素の除去

溶解酸素の除去は機械的、熱的、化学的に行える。水を化学的に処理しない温水供給装置に於ては水中の溶解酸素による腐蝕作用を、渦生成 (乱流) を除くか又はさけるかして低減しようとする。それは流速の増加と共に急激に腐蝕速度が増加するからである。¹⁵⁾ 温水側では例えば次のような方法で渦生成をさけることが出来る。即ち冷水を普通通り下から入れて、しかし流れを、流入口の上にある水平で孔のあいた反撥板 (その上に砥利又は *entsäuernde Masse* の層をおく) をおさくするのである。導管中の乱流をさけるためには急激な管変化、断面変化をさけて、斜の分岐とゆるやかな彎曲を用いる。完全な酸素除去は機械的、熱的方法では不可能である。水から完全に、永続的に、確実に酸素を除去することは化学的方法によつてのみ可能である。しかしそれには不断の注意と適切な操業とが必要である。

化学的酸素除去 (*Sauerstoffbindung*) は酸素完全に束縛されて、新しい空気が水に全然入つて来ないようにされて始めて腐蝕 (銹生成) を防止出来る。温水供給装置では酸素束縛には、酸柱水には亜硫酸ソーダ、アルカリ性水には重硫酸ソーダを使用する。これは処理水は出来るだけ中和

すべきであるからである。添加量は両方とも $10 \text{ g/m}^3\text{-H}_2\text{O}$ で且つ $\text{mgO}_2/\text{g-H}_2\text{O}$ 当り反応速度を高めるため 25% の割増をする。

亜硫酸塩処理はすべて添加処理である。化学反応の進行には時間を要するが、水温が高く、反応剤が過剰にある程時間は短くなる。この場合の法則は第8図に示したようになる。

酸素を完全に束縛させるためにはボイラーの水量の充分大きい装置では純粋の亜硫酸塩の添加でよい、そうでない場合、或は例えば水を噴流式加熱器で加温する場合、又は小さな装置で不規則に操業される場合等には水に亜硫酸塩の外に触媒を加えねばならない。これには一例として、可食的小粒の金属銅、溶解した銅塩、乃至 KMnO_4 溶液がある。

第 8 図

IV 電位差低減による 錆防止

温水供給系では次の手段によつて電位の差異を減少せしめることが出来る。

1. 弛は汚物をとりさること
2. 温度の制限
3. 材質の応力をさける
4. 電流を遠ざけること

a) 汚水除去

ボイラー中には大抵短い時間の後でもすでに錆及び泥が集積している。これらの下では不規則な面侵蝕がおきておつて遂には破損にいたる。このような損害をさけるためにはボイラーは時々泥の掃除を行わねばならない。これは泥板き弁の

第 9 図

ある泥吸引パイプを据付けたボイラーの排泄管さうまく行える(第9図)これはひんぱんに行うがしかし一回は数秒間で簡単なテコ圧で行える。水が水気圧以上の超過圧(Überdruck)をとつときは著しい泥量を生ずる。長いボイラーでは内部はエジェクターパイプをとりつけこれに吸引管を接続しておくのが有利である。泥除去のための水の消費量は水の圧力と停圧する泥量による。余の一操作毎に平均約8~10ℓに達する。一度ですっかり泥を除こうとするためにはボイラーを開けて、よく水を注入し掃除せねばならない。

b) 温度の制限

温水供給系の腐蝕は、鉄壁の温度が高い程、装置が不規則に操業される程、過熱される程、進行が早くなる。過熱は、装置が水の最高需要量によらないで平均需要量に従って計算されている時とか作業者が不適当に加熱する時とかによくおこる。従つて温水供給系は常に主要入浴時間の温水需要にともなひていなければならず、温水温度は温度調節器で調整する。

c) 材質の応力

材料の応力は腐蝕を促進するから、冷間では加熱蛇管、管レジスタ、ボイラーの銲接部周辺は内部応力を減ずるために焼鈍を行わねばならない。管工事の管と冷間まげを行つたものは使えないし、更に管はすべて熱水による加熱で機械的応力を生じないように据付ける。

d) 電流から遠ざけること

温水装置の壁は外部電流(Fremdstrome)によつて危険にさらされることがあり得る。このような損害を防止するためには装置の個々の構造部分は決して、絶えず湿つた物質(湿つた壁工事、湿つた土)に直接に接してはならない。温水遠距離導管は乾いた暗渠中に壁から嵩上げて据付る。それが出来なるときには長い部分を金属棒に接地するか、或は地中に埋めたマグネシウム片につないで陰極的に保護するかする。又は磁器パイプを間に入れて電流を中断することが求められる。温水装置自身が規則に従つて湿つた大地に接地してある場合に限リラジオや避雷針を温水管に接地してよい。大電流ケーブルを温水パイプと交叉させたり平行に走らせたりしてはならない。

V. 腐蝕電流の揚棄(Aufhebung)による腐蝕防止

温水装置に現れる電気化学的腐蝕は局部電池の形成と作用とに歸せられる。水室の中に特別の陽極を入れて局部陽極面を人工的に陰極的に変化さ

せてやれば腐蝕はとまる（第 10 図）

温水供給系に対する Permutit-Elektroschutzverfahren は電気防蝕の原理を利用している。純アルミニウム棒陽極をボイラー壁に磁性ソケットで絶縁してとりつけ直流電源のプラス極に結び、一方ボイラー壁と導管を陰極として効かす。これによつて陽極の溶解が定常的に起こる。電圧は表置の大きさによつて 6 ~

第 10 図

10 V、電流は約 1 ~ 3 A。電流は温度の最も高い場所で多く流れ、それによつてその部分では反応が早く進む。これにより水酸化アルミニウムと炭酸カルシウムが出来、この内前者は石灰沈の沈降作用を助長し、従つて遂にボイラーにアルミニウムを含んだ泥が堆積する。6ノコの操業中のボイラーについての詳細な研究によると、この方法は水の炭酸塩硬度が 4.4 d.H. 以上で電流が水容積 m^3 当り 2 A 以上であつて始めて防蝕可能となる。¹⁶⁾

VI 表置の清掃による錆防止

温水供給系に於ける腐蝕を防止するもう一つの可能性は堆積石と錆を溶解させることである。これによつて、石 | 水 | 鉄、錆 | 水 | 鉄、の電池の形成という根本的な腐蝕因子をとり除くことが出来る。大きな設備や洗濯所では水を加熱前に軟化しておく方がよい。この場合には塩基置換法が問題になる。これによつて普通の硬度のバラツキは克服出来、泥と生成しないから、イオン交換樹脂等を使用する限りでは温水装置にとくに好適である。これによつて冷水のままで 0.1°d.C.H. まで軟化出来るから、あらゆる状況の下での石堆積を防止出来る。このように充分軟化した水でも酸素や炭酸の痕跡を含有するときは大いに腐蝕性があるから、絶対に同時に脱気を行わねばならない。この二つの方法（軟化と脱気）を一緒に行うことは生成から守る最善の方法であらう。

温水供給系の石—灰の銹堆積は次の方法によつて除ける

a) 化学的水処理、殊に磷酸塩添加による (KCS法)。同様な効果を簡単に得られる新しい化学的方法としては少量のヘキサメタ 磷酸ソーダ (約 2 mg/l) を水に添加する方法がよいとされる。

b) 金属壁の振動による。水に接している金属壁の水中にとけている物質に反ばす引力がゼロになり、且つ同時にその水が硬度構成成分により過飽和になり結晶速度が都合よくなるということがさまたげられるならば、新しい石生成は阻止され古い石は溶解し得る。これは次のようにして行える。それは交流電極を一つボイラー内におき、他は一つ又はそれ以上のコンタクトをボイラー壁又は温水導管の外面に結ぶ方法である

(*Neutralisator-Verfahren*)。この方法の有効性は次のような理由によるものがある。それは、水に接している面に引張られる粒子は帯電しており、安定化して後突返されるのであるが、安定化が粒の粗大化を妨害するからである。又、交流作用によつてボイラー壁、導管壁に振動がおこり、結晶生成を阻止し、壁の表面作用を中和する。更にその際、溶解ガスの激しい析出が見られることがよくある。電流消費は大体 $10 \sim 30$ ワットである。

c) *Härteteilchen* の電氣的状態を変化させることによる。

水にとけている硬度構成粒子の電氣的状態は超短波の照射 (ラジオ波でさえもよい) によつて変えることが出来る。¹⁷⁾ この変化は原子、分子の引力を制限して、石生成を妨害し得た石を分解する。この考え方を温水供給設備に実用化したのは *Tonisor-Verfahren* 唯一つである。

(紹介者 東大生産技術研究所 久松 敬弘)

文 献

- 10) G. Seelmeyer, *Korrosion u. Metallschutz* 20 (1944) 272
- 11) W.J. Müller, *Korrosion u. Metallschutz* (1944)
- 12) W.J. Müller, *Die Bedeckungstheorie der Passivität der Metalle u. ihre experimentelle Begründung* (1943) S. 43
- 13) K. Schilling, *Vom Wasser* (1937) 214
- 14) F. Killewald, *DRP* 138139
- 15) F.N. Speller & V.V. Kendell, *Ind. Eng. Chem.* 15 (1923) 134
- 16) G. Seelmeyer, *Heizung u. Lüftung* 16 (1942) 79
- 17) G. Seelmeyer, *Arch. Metallkde* 1 (1947) 475