

給水管の“動脈硬化”にメス

——給配水用金属材料の腐食に取り組む——

水道の歴史は、古くは古代ローマのアピア水道（BC 312年）以前にさかのぼるが、近代的な上水道が発達したのは18世紀後半から20世紀にかけてである。我が国では、1887年（明治20年）の横浜市の水道が最初のものであるとされている。

上水道の発達には鑄鉄管の開発が大きく寄与し、その後の給配水装置の改良、上水道施設のオートメーション化など、近年の上水道の技術革新はめざましい。ところが、多くのビルの壁の中で人知れず進行している給水管の“動脈硬化”については系統的なデータがなく、配管材料の選定や寿命予測に対する明確な指針が無かった。

写真は、20年ほど前に建築され最近改修されたビルの給水管の断面である。この給水管は、耐食性を向上させるために亜鉛メッキを施した鋼管であり、従来、極めて一般的に使われてきたものであるが、亜鉛層はすっかり消失し、腐食生成物により断面積が著しく減少している。このようなさび詰まりが生じると、当然通水能力は低下し、赤水や腐食孔からの漏水などの原因にもなる。

水による給配水管の腐食は、水の性質によって著しく異なる。我が国の上水のように飲んで美味しいわゆる軟水は、ミネラル分が管壁に析出してこれを保護する作用が無いと腐食性が強く、その腐食性はおおまかに言って海水と同程度である。このため、我が国ほどプラスチック管やプラ

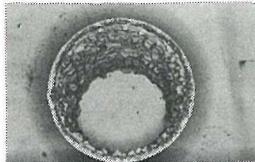
スチック被覆管を多用している国はない。

水の性質は環境や社会状況によっても変化し、それが給配水系の金属の腐食にも影響する。例えば、源水の汚染が上水での殺菌剤の多用を促し、これが水を酸性化し、それまでは十分使えた亜鉛メッキ鋼管を使えなくしてしまう。また、水価格の高騰や地下水汲み上げ規制による水の循環使用、あるいは中水道の出現などは、給配系の材料選定に新たな問題を提起した。更に、生活水準の向上に伴う給湯設備の普及は、銅管の局部腐食、あるいはステンレス鋼タンクの応力腐食割れなどの、それまでには見られなかった腐食事例を招いた。

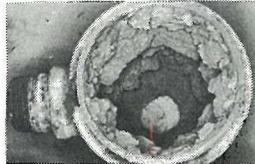
このように、給配水系の金属材料の腐食は水質の影響を強く受けることから、当研究所では給配水系金属の腐食について、我が国の水質の実情に即した系統的な研究を行っている。



給水横管（東京）



給水縦管（東京）



給水縦管（東京）

写真 給水管内面の腐食状況

給配水管の材料選定・寿命予測に新たな指標

——ところ変われば腐食も変わる——

当研究所では、これまでに、わが国で最も一般的なである軟水中での給配水管の腐食特性と使用条件の関係を明らかにするために、一連の研究を行ってきた。その中から、腐食の実態調査及び実際の使用環境での腐食試験結果を紹介する。

建築物中に敷設されている給配水管の内面の腐食の実態を調査するため、北海道から沖縄に至る国内31ヶ所の建物で実用されていた給配水管の一部を切り出し、204本のサンプルを収集した。そのほとんどが亜鉛メッキ鋼管であり、その多くは使用年数20年程度のものである。

これらの管内面の腐食状況は、水質と配管の通水条件の違いによって異なっている。水道本管から高架水槽までの間は間歇的に高流量と静止が繰り返され、この部分ではほとんどの場合、亜鉛層が消失して厚い鉄さびの層で覆れている。高架水槽から給水主管にかけては水の使用量に応じて流速が常に変化するが、ここでは大きなこぶ状のさびが成長し、給水能力が低下している。配管の末端部では使用頻度により腐食状況に差が見られ、東京の事務所ビルの例では鉄さびでほとんど閉塞状態の管もみられたが、多くの場合亜鉛層が残存し、局部腐食を呈している。(前頁の写真参照)

管内に残存する亜鉛層上の保護被膜はケイ酸亜鉛を主体とするものであり、我が国の水がケイ酸に富むことに由来している。このことは、ケイ酸塩系の腐食抑制剤が亜鉛の保護に有効であることを示している。

一方、給配水管材料の腐食と水質との関係を調べるため、東京、大阪、名古屋の3都市の7ヶ所

の浄水場で、建築物の配管を模擬した腐食試験を行った。図及び写真は、その結果の一例である。

亜鉛の腐食は、地下水を源水とする砧下浄水場や汚染度の高い源水を処理して上水としている柴島浄水場のように、pHが低く遊離炭酸が高い水において著しく、図に示すように6ヶ月以内に発錆する場合もある。このことは、使用環境が適切でない場合には、亜鉛メッキは有効な防食被覆とはなり得ないことを示している。

炭素鋼管の腐食速度は、短期間の使用では水質依存性が小さいが、長期間になると鍋屋上野および豊野浄水場のように、アルカリ度の小さい水では時間が経過しても腐食速度が小さくなくなることが明らかになった。

これらの結果は、給配水管の耐食性を高めるためには、アルカリ度の上昇を伴うpH調整が望ましいことを示している。

金属材料は水との親和力が大きいと、さびやすいという大きな弱点を持っている。このような弱点があるにもかかわらず、他の多くの優れた性質のために、水環境でも使用しなければならない場合が多い。このため、既存の材料の対環境寿命の正当な評価、設計段階での材料選定の指標の確立、環境調整と表面処理による防食対策など、取り組むべき多くの課題が残されている。

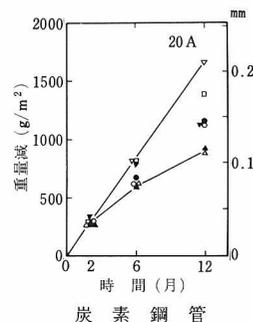
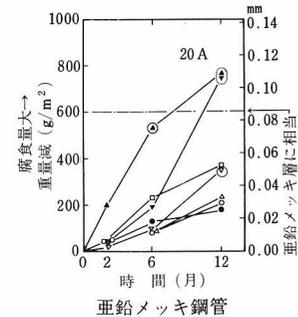


図 各地の浄水場における、亜鉛メッキ鋼管及び炭素鋼管の腐食による重量減の経時変化。

● 境(東京) ▲ 砧下(東京)
○ 朝霞(埼玉) △ 金町(東京)
▽ 鍋屋上野(名古屋)
□ 柴島(大阪) ▼ 豊野(大阪)

* 記号を○で囲んだものは、発錆があったことを示す。

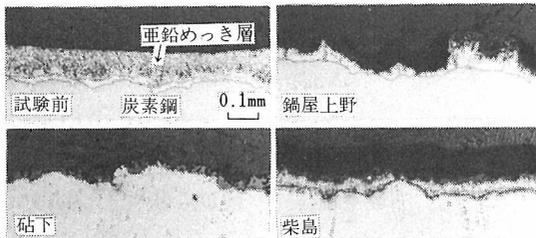


写真 溶解亜鉛メッキ鋼管(20A)の断面(1年後)

多電極型反応炉で 金属超微粒子を製造

当研究所では、高性能磁気テープなどに使える直径1 μm 以下の金属超微粒子の製造とその応用について研究を進めているが、この程、多電極型の熔融金属-ガス反応装置を設置した。この装置は、先に当研究所で開発した水素プラズマと熔融金属の反応を利用した金属超微粒子製造法の技術を適用したもので、6本の放電用電極を有する微粒子発生炉と微粒子の捕集・処理を行うグローブボックスから構成されている。従来の単電極型の発生炉に比べ、同じ電力でより多量の微粒子を製造できるとともに、数種類の金属超微粒子を同時に製造することにより超微粒子の混合粉を得ることも可能であり、新しい材料の開発も期待できる。
(機能材料研究部)

再利用できる無公害鋳型

鋳物工場で用いられている鋳型は熔融金属の熱により老化し、廃砂を生じ、公害、省資源の面で問題を生じている。

この問題を解決するため、鋳型材を繰返し再利用できる水溶性鋳型を開発した。この新しい鋳型はアルミナ砂に粘結剤として少量のアルミン酸ナトリウムとアルミニウム粉末を配合したもので、鋳込み後水で型ばらしを行い、アルミナ砂は水洗、乾燥して再利用する。一方、粘結剤は硬化反応後組成の異なるアルミン酸ナトリウムとなり、水洗液中に溶解している。この液を陰陽両イオン交換膜を交互に配列した浴槽内で電流を通すことにより、アルミン酸ナトリウムは分離・回収される。このように、鋳型材が繰返し再利用できるところから、従来法に比べコスト面でも遜色がない。

(金属加工研究部)

表面処理により モリブデンの靱性改善

原子炉材料としての使用が期待されているモリブデンの靱性は、室温以下になると著しく劣化して脆くなる。この傾向は材料の表面状態によっても大きく左右されるので、モリブデン板の表面に靱性に富んだ層を形成させることにより、材料全

体の靱性改善を図った。

イオンプレーティング法を用いて材料の表面にボロンを被覆した後、真空中で短時間高温に加熱して、ボロンを約11重量 ppm 含んだ厚さ100 μm 程度の表面層を形成させた。その結果、破断応力が約24%上昇し、延性-脆性遷移温度が約20 $^{\circ}\text{C}$ 低下し、本方法はモリブデンの靱性改善に有効であることが確かめられた。
(原子炉材料研究部)

再熱割れの 発生機構の解明に手掛

高張力鋼の溶接熱影響部には、応力除去のための焼鈍過程でしばしば割れ(再熱割れ)が発生する。この割れに起因してぜい性破壊が生じる危険性があるため、その防止に向けて多くの研究がなされているが、未知の点が多い。

当研究所では80 kgf/mm^2 級高張力鋼の再熱割れの発生機構等について検討している。特に、再熱割れ感受性に対する不純物の粒界偏析の影響と二次硬化元素の粒界析出の影響を分離する熱サイクルを用いることにより、再熱割れ感受性の高い鋼では二次硬化元素の粒界析出の影響度が大きいことを明らかにした。これは粒界析出物によって、粒界でのクリープ変形能が低下するためと考えられる。
(溶接研究部)

高速増殖炉の構造健全性のための 溶接部のクリープ破断データ

当研究所では、このほどクリープデータシートNo.32を刊行した。これは304ステンレス鋼厚板(厚さ25 mm)を母材としたサブマージアーク溶接継手のクリープ破断データで、母材、溶接金属及び溶接継手の高温引張やクリープ破断データと共に、その溶接条件の詳細について述べている。世界的にみても溶接継手に関する系統的な設計データは非常に少なく、しかも母材は原子炉級鋼板としてサンプリングされているので、高速増殖炉の構造設計上、貴重なデータベースとして活用されよう。

この他、316ステンレス鋼の板及び棒に関するクリープデータシートNo.14及び15も、最新のデータ及び10万時間破断強さの推定値を追加して増補改訂を行った。

(クリープ試験部)

受託研究・共同研究の現況

当所は、科学技術庁受託研究規程（科学技術庁訓令第36号）によって、金属材料の品質の改善を図るために必要な研究を受託している。また、科学技術庁附属研究所等共同研究規定（科学技術庁

訓令第143号）等に基づき、外部機関と技術情報を交換し、試験研究を分担することにより、効率的に研究を行っている。最近2年間におけるテーマは表1及び表2のとおりである。

表1 最近2年間における受託研究

年度	研究 題 目	研究担当部
55	1 懸濁電解によるニッケル採取に関する研究	製錬研究所
	2 新型転換炉構造材料のガス分析による腐食量推定等に関する研究（第2次）	腐食防食研究部
	3 高速炉用燃料被覆管材料の開発(II)	原子炉材料研究部
	4 引張靱性試験研究	強力材料研究部
	5 高速炉燃料被覆管のクリープ試験	クリープ試験部
	6 給湯用銅配管における孔食発生条件に関する研究	腐食防食研究部
	7 タービン発電機軸材の低サイクルねじり疲れ特性	疲れ試験部
56	1 圧力容器構造材料の強度安全性評価法に関する研究	疲れ試験部
	2 ニッケルの直接懸濁電解に関する研究	製錬研究所
	3 高速炉燃料被覆管のクリープ試験	クリープ試験部
	4 高強度素材の靱性試験研究	強力材料研究部
	5 高速炉燃料被覆管材料のプロトン照射によるスエリング評価に関する研究	原子炉材料研究部
	6 炭素繊維-マグネシウム系複合材料に関する基礎研究	機能材料研究部
	7 発電プラント用計装配管溶接継手の疲れ特性に関する研究	疲れ試験部

表2 最近2年間における共同研究(昭和55年度～昭和56年度)

No.	研究 題 目	共同研究者
1	高磁界Nb ₃ Sn超電導線材の大容量化に関する研究(II)	(株)日立製作所
2	CuInSe ₂ 薄膜半導体に関する研究	愛媛大学
3	中性子照射脆化に関するシミュレーション試験による核融合炉及び高速増殖炉用金属材料の開発研究	理化学研究所
4	低Zコーティング材料のスパッタリング特性の評価に関する研究(II)	日本原子力研究所
5	TT-500Aロケット8号機による飛行実験	宇宙開発事業団
6	ナトリウム中の腐食及び質量移行試験による高速増殖炉の燃料被覆管用新合金の開発研究	動力炉・核燃料開発事業団
7	Mg及びTa合金の電子状態	東北大学金属材料研究所
8	宇宙材料実験のための地上における予備実験に関する研究	宇宙開発事業団
9	磁気記録媒体用金属微粒子の製造法	パイオニア(株)
10	FeSi ₂ 熱電変換素子の実用化に関する研究	東京電気化学工業(株)
11	高減衰能強靱鋳鉄の製造に関する研究	日本楽器製造(株)
12	省エネルギー・高性能フラッシュ溶接の実用化	(株)電元社製作所
13	MoC基合金の耐酸化性に関する研究	住友電気工業(株)
14	TT-500Aロケット9号機による飛行実験	宇宙開発事業団
15	加速器用高磁場超電導磁石の研究開発	高エネルギー物理学研究所
16	ステンレス鋼製タンクの応力腐食割れに対する電気防食の適用に関する研究	中川防蝕工業(株)
17	低Zコーティング材料のスパッタリング特性の評価に関する研究(III)	日本原子力研究所
18	核融合炉第一壁材料に関する試験研究	日本原子力研究所
19	極細多芯Nb-Ti-Hf合金線材の開発研究	東京芝浦電気(株)
20	核融合炉第一壁材としてのTi化合物コーティング材の評価研究	東京芝浦電気(株)
21	磁気ヘッド用セグメント合金の熱間押出加工技術に関する研究	日立金属(株)
22	サイクロトロンによる照射下クリープ試験	(株)日本製鋼所
23	Fe-Ti-O系水素貯蔵材料の量産化研究	大同特殊鋼(株)

◆短 信◆

●海外出張

斎藤鉄哉 強力材料研究部主任研究官

海洋環境下での鋼の疲労強度に関する研究のため、昭和57年6月16日から昭和58年3月16日まで西ドイツ国へ出張した。

松岡三郎 疲れ試験部主任研究官

電子顕微鏡等による金属材料の疲れ過程の微視組織的研究のため、昭和57年6月29日から昭和58年6月28日までアメリカ合衆国へ出張した。

大河内真 金属物理研究部主任研究官

ミュ中間子による金属間化合物と水素の結合性に関する研究のため、昭和57年6月30日から昭和58年6月29日まで西ドイツ国へ出張した。

通巻 第283号

発行所 科学技術庁金属材料技術研究所

編集兼発行人 **越川隆光**

東京都目黒区中目黒2丁目3番12号

印刷 **株式会社三興印刷**

〒153 電話 東京(03)719-2271(代表)

東京都新宿区信濃町1-2