

第1報では曲げ試験も実施したのであるがそれによるとA材、C材に欠陥が多くみられたようである。しかし左程顕著な差異は現われていない。

- (1) 屋外構築物、鉄骨などの溶接の際、サビ止め塗装部材の溶接は多層盛溶接を行えば継手強度に影響はないと思われる。塗料の種類としては、A剤つまり主要塗膜形成要素がボイル油を使用したものは、欠陥が発生し易いので、B剤、C剤いづれかに限定すべきであろう。
- (2) 重要部材の溶接の際には多層盛した余盛を削除すれば、溶着金属中の微小な欠陥(ブローホールなど)も除去されて塗料の影響は全て無くなるものと考えられる。
- (3) 錆の発生した部材の溶接では欠陥発生は左程心配されないが、引張強度と伸びが若干低下しているので、重要部材の溶接の際には充分サビ落とし清掃を行なうべきであろう。

3.10 4-6 黄銅の腐食に関する一考察

出 雲 茂 人
田 中 耕 治

(1) はじめに

最近、工業用水の質の低下に伴って、送水、配水管系統に用いられている黄銅の腐食事故が散見される。

本報では、その中の1件を取りあげて、その腐食事故の原因を追求すると共に、腐食に影響を及ぼすと考えられる用水中の種々の要因の中の水素イオン濃度(pH)に特に注目して、その腐食への影響を検討してみた。

(2) 腐食事故の発生状況

- ・ 腐食箇所

配水系統に使用中のスリースバルブ($2\frac{1}{2}$ ")

- ・ 使用条件

- ① 使用量 1000 ton/day ② 取水口地表下 4 m
- ③ pH 5.4~5.8, Cl⁻ 14~15 ppm, 全硬度 44

- ・ 使用期間

17ヶ月

バルブの破損面をphoto 1に示す。

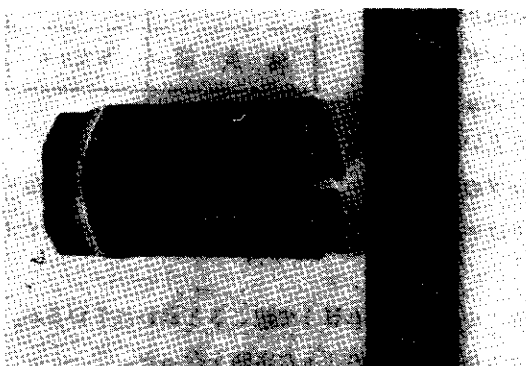


photo 1

(3) 原因調査

腐食によって破損したスリースバルブのケーシングには特に異状は認められず、弁のみに腐食が発生していることから、ケーシング及び弁の材種判定を化学分析によって実施したところ、ケーシングについては、通常止水栓等によく用いられる青銅铸件（BC材）であったが、弁の方は4-6黄銅であることが判った。

弁の腐食の進行状況を調べるために、切断した際の切断面を photo 2 に、またその概念図を図 1 に示す。

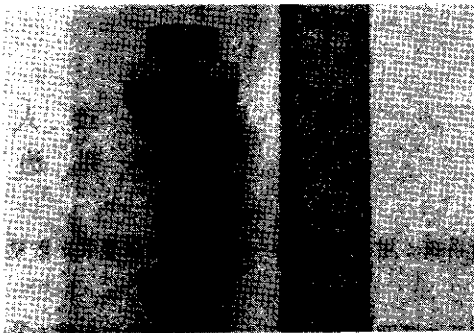


photo 2

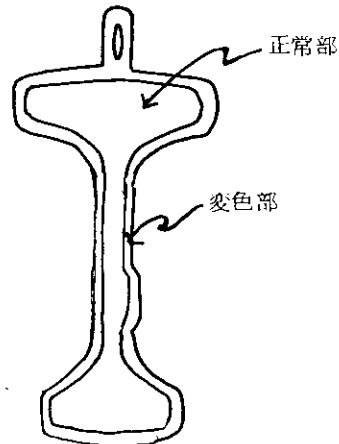


図 1. 切断面の概念図

図 1 に示したように、切断面では、外側から 1.5 ～ 2 mm 巾の変色帯が観察されたが、これは亜鉛含量の大きい黄銅（ α -, $\alpha + \beta$ -, β -固溶体）においてもしばしば観察される脱亜鉛現象への過渡的段階であると考えられる。

腐食によって破損した部分（photo 1 の破損部分）と内部の正常な部分（図 1 の正常部分）との比較を行うために、元素分析を実施したがその結果を表 1 に示す。

表 1 から判るように、破損部分では、脱亜鉛現象が進行した結果、金属特有の展延性が失われ、脆くなって破損したものと考えられる。

黄銅の場合、 α -, $\alpha + \beta$ -, β -いずれの固溶体においても、トラブルの原因と考えられる事柄は、脱亜鉛現象とクラッキングであるが水流速の大きい場合には、エロージョン（潰食）の影響は無視出来ないものになるといわれる。

此処で述べる事故の場合、バルブの寿命の短いことの第一の原因は、その高い水素イオン濃度であろうと考えられるので、本報ではエロージョンには全く関与せず、単に水素イオンの影響のみを調査することにした。

脱亜鉛現象は、ほとんどの水素イオン濃度（pH）で起こると云われているが、その水素イオン濃度の変化と腐食量の関係を確認するために以下のような実験を行った。

表 1. 元素分析

	Cu (%)	Zn (%)
正 常 部	58.30	39.62
腐 食 部	53.94	12.95

(4) 実験および実験結果

試験水としては、そのpHを一定に保持させるために、 $\text{KH}_2\text{PO}_4 - \text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ 系緩衝液 (By Kofthoff) を用い、試験片には4-6黄銅板 ($15 \times 40 \times 3$, $30 \times 50 \times 3 \text{ mm}$) を使用した。

試験は室温と高温 ($80 \pm 1^\circ\text{C}$) の促進試験の二方法で行い、促進試験は恒温油槽を用いた。

室温試験ではそれぞれのpHに調整した緩衝液 450 ml を 500 ml 広口試料瓶に入れ、 $30 \times 50 \times 3 \text{ mm}$ の試験片を液中にたてかけて密栓し、高温試験の場合、上記同様の試験液 450 ml を 500 ml 三角フラスコに入れ、試験片 ($15 \times 40 \times 3 \text{ mm}$) は木線系でつるして液中に完全に浸漬し、フラスコにはコンデンサーをセットした。

試験時間は、室温試験では30日間、促進試験では50時間と100時間の二種としたが、試験液のpH変化は、室温、高温試験ともに、試験終了時において ± 0.2 以内であった。

腐食量の測定は、原子吸光分析装置を用いて、試験液中に溶出した Cu^{++} 、 Zn^{++} の量からそれぞれの腐食減量を求めたが、その結果を表2、図2に示す。

表2. 溶出量から算出した腐食減量

PH	室温 (30日) (mg/dm^2)	促進試験 ($80 \pm 1^\circ\text{C}$) (mg/dm^2)	
		50 時間	100 時間
5.84	8.13	8.55	10.00
7.04	2.06	4.58	5.40
8.14	0.40	1.88	2.19
9.13	0.15	0.94	1.32

以上の結果から、黄銅の腐食量は、用水のpHによって、非常に大きく(場合によっては数10倍)変動することが判る。

前に黄銅の脱亜鉛現象は、ほとんど全てのpH範囲で起こり得ると述べたが、どのようなpH範囲で生じ易いのかを考えてみると、大略以下のようなことがいえる。

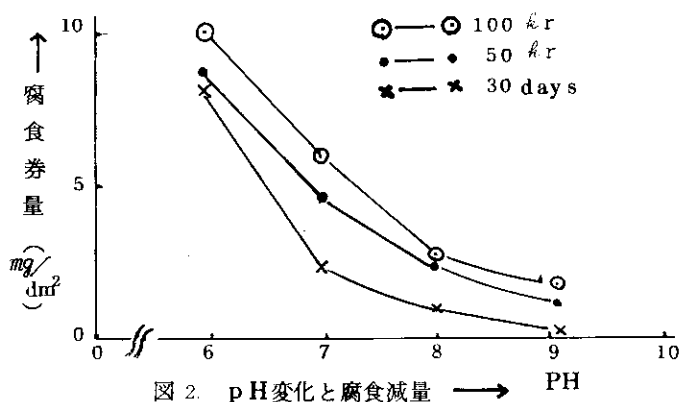


図2. pH変化と腐食減量

4-6黄銅が理想的に $\text{Cu} : \text{Zn} = 1 : 1$ の割合で溶出した場合を仮に、理想溶出線と名付けると脱亜鉛現象が生起するなら、 Cu^{++} 、 Zn^{++} の全溶出量に占める割合は、この理想溶出線に対して、"ズレ"が見られる筈である。事実、腐食減量を算出する際に用いた、 Cu^{++} 、 Zn^{++} の溶出量を百分率で表示して、これをプロットしてみると、図3のようになり、測定した全てのpH範囲で脱亜鉛現象が見られ、なかんづくpH7近傍において理想溶出線からの"ズレ"が大きくなっている。

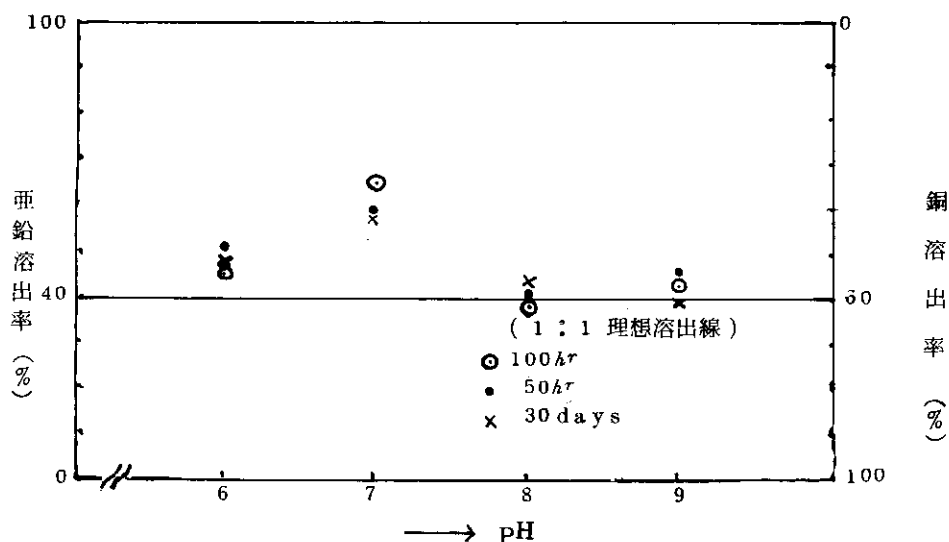


図 3. pH変化と銅・亜鉛の溶出率

(5) ま と め

全ての材料について云えることであるが、銅合金の場合も、その使用環境を考慮に入れた適材適所主義でなければ、良好な耐食性を期待することは出来ないといえる。

本実験の場合、理想溶出線（仮称）からの“ズレ”は、 $\text{KH}_2\text{PO}_4\text{—Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ 系緩衝液を用いたために、たまたま得られた結果であるのか、あるいは、事実pH7近傍において脱亜鉛現象が生起し易いのかの判定は、異種の緩衝液を用いて再検討する必要があると思われる。

しかしながら、本件の場合、その高い水素イオン濃度から見ても、4—6黄銅の使用は不適當といえる。

用水の性質によっては、アドミラルティーあるいは、アルミ黄銅の使用を検討したり、時には、コスト高になるのを承知でキューブロニッケルを使用することも必要であろう。

本報では、エロージョンには触れなかったが、耐潰食性の点から考えると、各種銅合金における限界流速も当然異ってくるので、プラント設計の段階ではこれらも充分考慮に入れることが必要となる。

(6) あとがき

銅基材料に関しては、本件以外にも腐食事故の調査を実施しているが、エロージョンに関しても実験を試みてみたい。