Al の純度は Al-Hg-Zn 系の場合影響が顕著で 99.9 % から 99.7% に下がると効率率は 25% も下がる。しかし電位に及ぼす影響は少なかった。

目下大規模の現場実験が進められており、その結果も研究室の結果を裏付けているので、海中では Al-Hg-Zn 合金はきわめて有望であろうと思う。

結 論

以上を総合してみると、Al に Hg, Ga, Sn, In, Bi, Mg, Zn, Cd, Bi などを加えた合金は Al 単体よりも卑な電位を示す。またこれらの諸元素のある種のものを組合せた二元添加合金はさらにすぐれた性能を示す。

特に Al-Hg-Zn 系は海水中で -1.05 V の電位と 1,290 A-hr/lb の発生電気量を示しきわめて有望のように思われる。

引 用 文 献

H. A. Robinson: *Trans. Electrochem. Soc.*, **90**, 489~490 (1946)
R. A. Hine & M. W. Wei: *Mater. Prot.*, **3**, 50 (1964) Nov.

他の関連記事

T. Sakano, K. Toda & M. Hanada: Test on the Effects of Indium for High Performance Aluminum Anodes. *Mater. Prot.*, **5**, No. 12, 45 (1966) Dec.

C. H. Mackdanz: Protection of Offshore Structures. *Mater. Prot.*, **4**, 83 (1965) Oct.

J. R. Wellington: The Low Potential Zinc Anode in Theory and Application. *Corrosion*, **17**, 550 t (1961) Nov.

循環式冷却水装置の硫酸塩還元バクテリア*

Edward Tehle**

開放型循環冷却水装置にはバクテリアが集積することがしばしばある。硫酸塩還元バクテリアの存在を示す文献も若干あるが、空気を含む状態でもなお存在しうること示したものは少ない^{1,2)}。

硫酸塩還元バクテリアは新陳代謝の際 H_2S を造る。これが (1) 腐食を促進する。 (2) クロム酸塩を還元する。 (3) 不溶性の硫化物を造り汚損問題を招く。

それゆえ、2 ヶ年にわたり米国各地から循環式冷却水塔の水試料を集めて硫酸塩還元バクテリアの調査を進めた。水は殺菌剤を使用していない塔のものを主とした。

また、クロム酸塩は硫酸塩還元バクテリアに有効な抑制剤とされているのでクロム酸塩を含む冷却水の還元バクテリアには特に注意を払った³⁾。

実 験 方 法

冷却水とスラッジの試料は無菌の 4 オンス容器に入れて研究室に集め分析した。試料は塔の下の方の水を流れて攪乱の強い場所で採取し、可能なかぎり池の中のスラッジ試料も集めて分析に供した。

硫酸塩還元バクテリア存在の確認には A. P. I.⁴⁾ の決めた培養基と方法を用いた。この方法の要は、(1) すべての栄養価のある配合を溶かし込む。 (2) 培養基の pH は NaOH を用いて 7.5 に調節する。 (3) この液をネジ蓋つきの培養管に注入する (各管 9 ml)。 (4) 充填した管をオートクレーブに入れて 10 分間 15 psi の蒸気で蒸す。 (5) 管を取り出し 45°C に浴湯で冷やして後、試料の水やスラッジを加える。

バクテリアは生存しうる

分析の結果は開放型循環使用の冷却水でも硫酸塩還元バクテリアが生存しうることを示した。還元バクテリアは調査した冷却水の 32% で存在を示し、その数は最少 10 カウント/ml ~ 最大 16,000 カウント/ml であった。もちろんスラッジにも存在しうるのである。

分析が示したクロム酸塩の量は範囲が広く 0~235 ppm に及ぶ。本調査に関するかぎり 48 ppm 以上のクロム酸塩濃度 (CrO_4 として) では還元バクテリアは存在しない。50 ppm くらいのクロム酸塩濃度に達すると殺菌効果があるように考えられる。しかしさらに詳しく致死量や抑制効果の限界値、他の金属イオンの影響などを調べる必要がある。

硫酸塩還元バクテリアが検出された水には SO_4 として 47~4,900 ppm の硫酸塩があった。その pH 値は 6.2~9.3 範囲であったが大部分は 6.7~7.2 の範囲にあった。

冷却水からは硫酸塩還元バクテリアが検出されなかった装置から採ったスラッジ試料の 35% から硫酸塩還元バクテリアが検出された。またバクテリアの量も多く 900 カウント/ml ~ 200,000 カウント/ml であった。

バクテリアの防止

硫酸塩還元バクテリアは嫌気性であるから、池の中のスラッジや沈殿物は嫌気性バクテリアに恰好の環境を与えることになる。殺菌法は殺菌剤と殺菌細胞との直接接触を図ればよいので比較的簡単である。

ただ不幸なことに、水の中ではすぐれた防止法でも最もバクテリアの生育しやすい場所にはとどかない。沈殿物やスラッジからなる汚染物の塊がバクテリアと殺菌剤の接触を妨げるからである。

* 訳者：花田政明 (日本防蝕工業株式会社)

** Dearborn Chemical Div., W. R. Grace & Co., Chicago, Ill.
(原文) Sulfate Reducing Bacteria in Water Cooling Systems. *Mater. Prot.*, Vol. 5, No. 12, 21~22 (1966) Dec.

有効な防止策としては沈殿物やスラッジ内のバクテリアと殺菌剤を十分接触させることを特に重視する要がある。その手段として考えられることには：

沈殿物やスラッジの生因を除くことは当然有効である。バクテリアの生長しうる環境を除くことを意味し、防汚剤を加えて清浄に保つことは有効である。

殺菌剤を沈殿物中に注入することは菌と殺菌剤の直接接触を図ることになり有効である。

スラッジの塊を貫通できる殺菌剤を使用することも有効であり、これには表面活性のある殺菌剤がある。

現在使用されている殺菌剤には次のようなものがある。

1) 塩素

塩素は広く使われる殺菌剤である。これが有効なためには十分な残存量があることが必要である。塩素は酸化剤であるからすべての有機物と反応するので有機物の沈殿物やスラッジの中で十分な残存量を維持することはなかなか困難である。

硫酸塩還元バクテリアは塩素に耐える能力があるという報告があるが、おそらくバクテリアの存在する環境で他の硫化物と反応するため殺菌に必要な残存量の維持が困難なためであろう⁵⁾。

2) 多塩化フェノール

塩化フェノールの塩は用途の広いすぐれた殺菌剤である。循環冷却水中の硫酸塩バクテリアをおさえるにも有効であるが、スラッジや沈殿物を貫通する能力がないから、沈殿物中に吹き込むかあるいは沈殿物やスラッジを攪拌しながら注入しないと沈殿物の下のバクテリアを殺すのには適しない。

3) 四基化合物

多くのアルキルアリルおよびアルキル複素環式四基化合物は、硫酸塩還元バクテリアに有効である。これらは表面活性があるので沈殿物やスラッジを突き抜けて働く。

この種の薬剤の欠点は

(1) 泡になりやすいこと、(2) その所要量が相当大きいこと、(3) 硬水では活性を失う可能性があることである。

4) 脂肪族アミン類

脂肪族のアミンやジアミンも硫酸塩還元バクテリアをおさえる力がある。 $C_{12} \sim C_{16}$ の鎖の長いものが最も有効なようである。

多少水に溶けにくい欠点があるが、四基化合物と組合せれば解決される。この両者を混ぜたものはきわめて有効な総合作用を示す。

5) 有機硫黄化合物

この種の化合物は開放型循環冷却水にはあまり使われない。きわめて有効な殺菌剤となるものが多いが、次の問題があるので用途が限定されるのである。

(1) 適合性の問題、(2) 溶解度の不足、(3) 腐食性。

結 論

硫酸塩還元バクテリアは、開放型循環式冷却水装置の32% から検出された。 CrO_4 が 50 ppm に達すると存在し得ないらしい。

硫酸塩還元バクテリアが存在するおそれのあるときはスラッジや沈殿物を調べる必要がある。嫌気性であるために水中よりもスラッジや沈殿物中に存在しやすいからである。水に検出されないからといって安心はできない。

硫酸塩還元バクテリアの殺菌剤はいろいろある。冷却水中の殺菌はやさしいが、沈殿物やスラッジ内のバクテリアの効果的な殺菌あるいは生育抑制が必要である。このためには殺菌剤注入と同時にスラッジや沈殿物を攪拌したり直接スラッジ内に注入して菌と殺菌剤を直接接触させることが有効である。

引 用 文 献

- 1) C. E. Zobell: Ecology of Sulfate-Reducing Bacteria. *Producers Monthly*, **22**, 7 (1958) May
- 2) O. B. Williams: A Comparison of the Susceptibility of Various Strains of Sulfate-Reducing Bacteria to the Action of Bactericides. *Producers Monthly*, **22**, 10 (1958) Aug.
- 3) J. P. M. Drumond & J. R. Postgate: A Note on the Enumeration of Sulfate-Reducing Bacteria in Polluted Water and on Their Inhibition by Chromate. *J. Applied Bacteriology*, **18**, 307~311 (1955)
- 4) Recommended Practice for Biological Analysis of Water-Flood Injection Waters. API RP 38, American Petroleum Institute, Dallas, Texas
- 5) J. M. Sharpley: *Applied Petroleum Microbiology*, Buckman Laboratories, Inc., Memphis, Tenn., pp. 141 (1961)