

水中プラズマ放電電極の寿命評価

綿野哲寛^{*1}、黒澤和芳^{*2}、水野金儀^{*2}

Effect of Plasma-discharge in Water on Wire Electrode

Tetsuhiro WATANO^{*1}, Kazuyoshi KUROSAWA^{*2} and Kaneyoshi MIZUNO^{*2}

Industrial Technology Division, AITEC^{*2}

電解質溶液を満した水槽中で電極間距離、パルス幅を固定してプラズマを発生させ、電極の損傷状態、溶出量、プラズマ発生電圧について検討した。電極としては、タングステン、モリブデン、アルミニウム、銅、炭素、ステンレスを用いた。その結果、電極先端部の損傷が少なかったのは、タングステン電極であり、電極の溶出量が低かったのは、アルミニウム電極であることが明らかとなった。

1. はじめに

医療現場では感染症を防ぐために滅菌水が多用されているが、災害時に対応した水供給システムが構築されているわけではない。また、現在の滅菌処理方法は塩素処理が一般的であるが、塩素処理を代表とする化学処理のみでは、滅菌上及び環境対応において限界がある。

そこで、水中プラズマ放電を利用した殺菌処理に関する研究を名古屋大学と共同で実施した。この方法では、消耗品として、電力の他に電極のみであり、電極の消耗が抑えられればコスト面で優れた滅菌処理が可能となる。また、微生物処理では除去できなかった水中有機汚染物質をプラズマ放電で分解除去できるという報告もある¹⁾。

本研究では、水中プラズマ放電を用いた水浄化システムによる滅菌処理技術を確立するため、プラズマ放電に用いる電極の寿命を評価し、電極材料として最適な材質を検討した。

2. 実験方法

図1に放電装置の概略図を示す。実験に用いた電極の種類は、直径約1mmのタングステン(W)、モリブデン(Mo)、アルミニウム(Al)、銅(Cu)、炭素(C)、ステンレス(SUS304)である。これら電極材料の極先端部を残してアルミナ管で覆い、互いの電極間距離が1mmとなるように対向させた。電解液は、蒸留水300mlに硫酸ナトリウム(Na₂SO₄)を10⁻⁴mol/lの割合で添加した。高圧パルス電源のパルス幅は、2 μsに固定した条件で放電実験を行った。評価方法は、プラズマ放電後の

電極表面のSEM観察と、試験前後の電極質量を測定し電極の消耗度合を調査した。また、パルス電源の電圧を徐々に上げていきプラズマが発生する電圧を調べた。さらに、プラズマ放電後の電解液を100ml採取してICP発光分光分析法により電極溶出量を測定した。

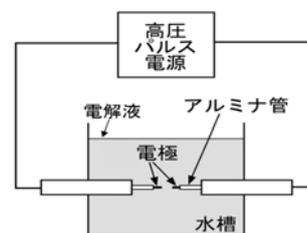


図1 水中プラズマ放電装置の概略図

3. 実験結果および考察

3.1 放電による電極の損傷

W、Al、Cu電極では、10分以上プラズマ放電を発生させることが出来たが、電解液が沸騰してきたため、装置の仕様上、10分で放電を終了させた。他の電極は、損傷が激しく、Mo電極では1分、SUS304電極では5分、C電極では30秒しか放電を継続させることが出来なかった。図2は、放電前と上記の時間で放電させた後の各電極先端部のSEM像である。図2の電極先端部SEM像からは、電極先端部の損傷が一番少なかったのはW電極であった。Cu、Mo、SUS304電極については、先端部が溶解して丸くなっていた。Al電極では先端部分に白色酸化物が生成していた。一方、C電極については、実験で行った電極の中で一番損傷が激しかった。次に、この実験で対向させた一対の電極重量と損傷量から単位質量あたりの電極消耗量を調べ

^{*1} 工業技術部 加工技術室 (現浜松工業技術支援センター) ^{*2} 工業技術部 加工技術室

た。その結果を図3に示す。図3の電極の消耗割合から電極の耐久性について見てみると、W電極、Al電極に耐久性があると考えられる。これまでの電極先端部SEM像と単位質量あたりの電極消耗割合から、今回検討した電極材質の中で、耐久性のあるのは、Wであるといえる。

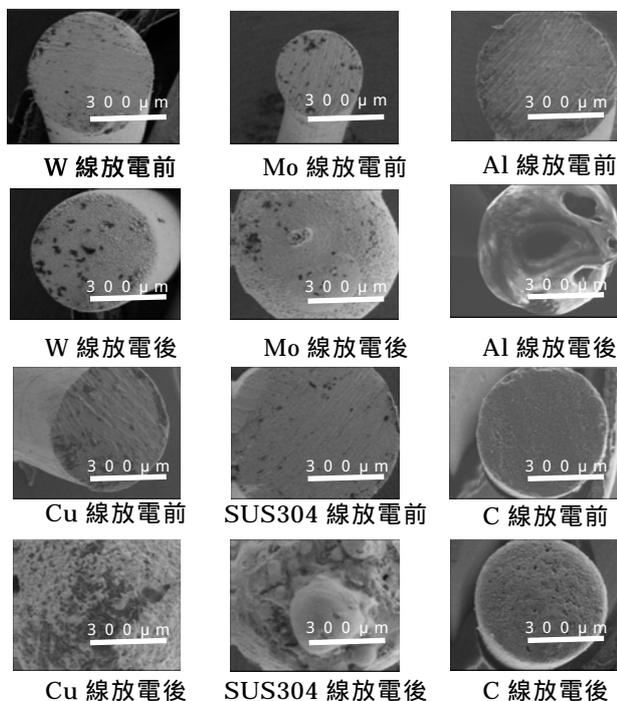


図2 放電前後の各電極先端のSEM像(×100)

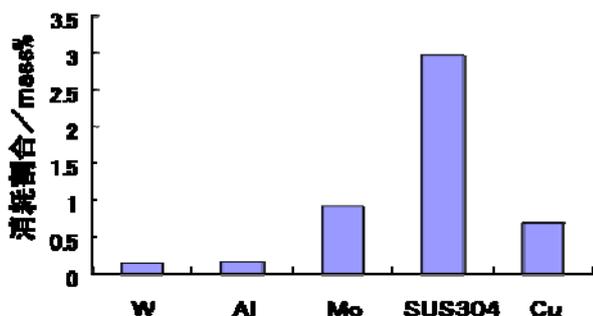


図3 各電極の消耗割合 (mass%)

炭素電極は、放電後、電極の差込口から外す際に折れてしまったため質量計測不能となり除外した。

3.2 プラズマ発生電圧

プラズマが発生する電圧を調べた結果を図4に示す。

Al電極が2800Vでプラズマを発生したのに対し、他の電極では3000V以上電圧を加えないとプラズマが発生しなかった。

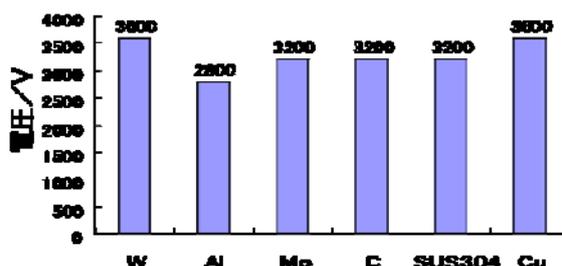


図4 各電極のプラズマ発生電圧

3.3 電解液中への電極溶出量

図5に、各電極材質の溶出量について示す。SUS304電極は、他の電極に比べて著しく溶出し、その主成分はFe、Cr、Niである。Cu電極については、溶出量が比較的少ないが、電解槽の底に、かなりのCuが析出して沈殿していた。Mo電極については、放電の際に電解液が青く染まり電解液中に溶出している様子が確認できた。電解液中への電極材質の溶出量は、Alが一番低かった。

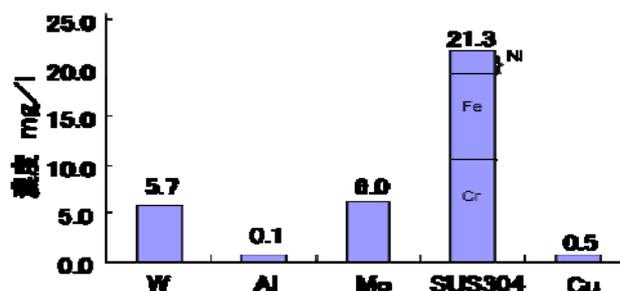


図5 各電極の電解液中への溶出量

4. 結び

電解質溶液を満たした水槽中で電極間距離を1mm、パルス幅を2μsに固定してプラズマを発生させ、電極の耐久性、溶出量について比較した。電極の種類としては、W、Mo、Al、Cu、C、SUS304を用いた。今回検討した電極材質の中で耐久性のあるものは、Wであった。また電解液中への溶出量が低く環境負荷の比較的小さいものはAlであった。

付記

本研究は、名古屋大学エコトピア科学研究所との共同研究として行った。

文献

- 1) 佐藤正之: 応用物理, 69(3), 301(2000)
- 2) 浦島邦子: 科学技術動向研究(身近にある水の現状と課題), P10(2007, 11月号), 文部科学省科学技術政策研究所科学技術動向研究センター