

電解と超音波技術を用いたすべての汚れを落とす小型洗浄機の開発

Development of the portable Washing machine removing all stains on clothes using ultrasonic and electrolytic technology

山田千帆¹⁾

指導教員 北折典之¹⁾

1) 東京工業高等専門学校 物質工学科 無機機能性材料研究室

キーワード: *Ultrasonic, electrolysis, Alumite, Washin machine*

1. 緒言

衣類に付着する汚れには、大別して 2 種類存在する。泥などの粒子が繊維間に挟まることで生じる物理的汚れと、染料などが繊維に染み込むことで生じる化学的汚れである。今日までに、衣類の一部分に付着した汚れを超音波洗浄によりポイント洗いする家庭用小型洗浄機が開発されてきた。しかしながら、超音波洗浄を用いた方式では、物理的汚れしか除去できないという問題があった。そこで、本研究室では、超音波洗浄に加えて電気分解による漂白を用いることで、物理的汚れと化学的汚れを同時に除去出来る洗浄機の開発を行った。この洗浄機は、汚れている部分を洗剤で濡らし、その

部分に直接超音波振動と電気分解で生成する漂白剤を与え、汚れを除去するものである。これまでに、超音波洗浄と電気分解を組み合わせ、紅茶と泥で汚染させた布の洗浄試験を行った結果、両者を組み合わせることで洗浄率が向上することが確かめられた。

本研究では、製品化を目指すため実際に Fig.1 のような試作機を作製し、洗浄試験を行った。しかしながら、洗浄時、超音波洗浄が停止することや、電気分解で発生する次亜塩素酸イオンなどの漂白剤によって超音波振動ホーン(Al 製)が腐食される課題が生じた。そこで、振動ホーンが腐食されるのを防ぐため、超音波振動ホーンを還元雰囲気である陰極とすることで腐食の防止を検討した。改良した試作機の洗浄部を Fig.2 に示す。この実験では、まず振動ホーンの代わりに Al 板を用いて実験を行い、腐食性を評価した。また、Al 板にアルマイト加工を施し、陰極として用いたときの腐食性を評価した。これらの結果より、実際に試作機を改良して超音波振動ホーンを陰極とし、洗浄試験を行った。本報告ではこれらの結果について報告する。

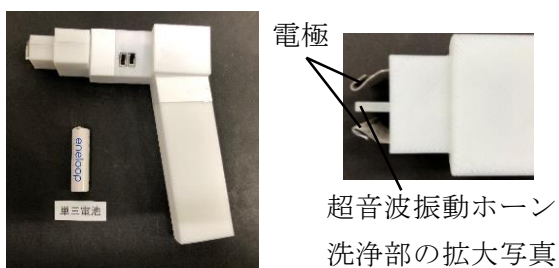


Fig.1 試作機の概見図

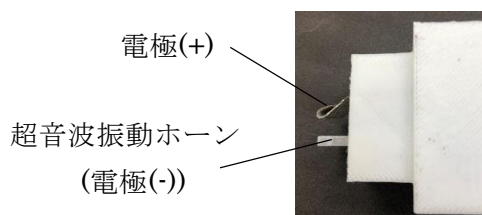


Fig.2 改良した試作機の洗浄部の拡大写真

2. 実験

2-1. Al 板を陰極として用いた時の Al の腐食性の評価

まず、超音波振動ホーンの代わりに Al 板を用いて実験を行った。Al 板を陰極、Pt 板を陽極として、1.2 wt%食塩水中で電気分解を行った。この時、電

極間距離は 5 mm、電極面積は 69mm² とした。12 V、0.5 A で 3 時間以上印加し、Al 板の腐食を評価した。

2-2. アルマイト処理による腐食の改善

約 10 wt%硫酸、電流 0.2 A、電圧 18.5 V、電解時間を 4 時間とし、Al 板をアルマイト処理した。その後、95°C以上の熱湯に浸漬し、30 分間の熱封孔処理を行った。このとき、アルマイトを見やすくするため、封孔時に紅茶液に浸漬させ、カラーアルマイトとした。作製したアルマイトを陰極、Pt 板を陽極とし、1.3 wt%食塩水中で電気分解を行った。この時、電極間距離は 5 mm、電極面積は 154 mm² とした。9 V、0.2 A で 3 分間の印加を 8 回繰り返し、Al 板の腐食を評価した。

2-3. 超音波振動ホーンを陰極とした時の洗浄試験

実際に装置を改良して超音波振動ホーンを陰極とし、洗浄試験を行った。衣類用洗剤(カネヨ 作業衣専用洗剤)を 15 倍希釈した水溶液に食塩を 2 wt% 添加し、洗浄液とした。この洗浄液と、改良した試作機を用いて 3 種類の汚染布(泥汚れ、紅茶汚れ、泥+紅茶汚れ)を最大で 5 分間洗浄した。試料布を十分すすいで乾燥させた後、分光色差計(日本電色 NF333)にて表面反射率を測定し、反射率から以下の式を用いて洗浄率を求めた。

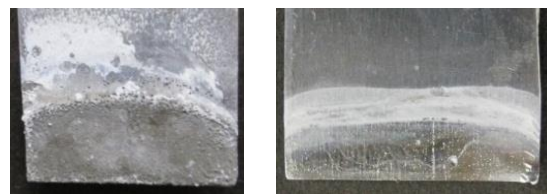
$$\text{洗浄率} = \frac{\text{洗浄後の反射率} - \text{洗浄前の反射率}}{\text{白布の反射率} - \text{洗浄前の反射率}} \times 100 \quad (1)$$

3. 結果および考察

まず超音波振動ホーンの代わりに、Al 板を陰極として電気分解を行った時の Al 板の腐食を Fig.3 に示す。また、比較として Al 板を陽極と陰極の間において電気分解を行った時の Al 板の腐食を示す。Fig.3 より、白さびが Al 電極に付着したものの、洗浄液に浸漬していた先端部分に付着物は見られず、比較写真と比べると、腐食を改善することができた。しかしながら、完全には腐食を防げなかったため、陰極に用いている Al 板にさらにアルマイト処理を施し、耐腐食性の向上を試みた。Fig.4 に、アルマイト処理した Al 板を陰極として電気分解を行った時の腐食を示す。Fig.4 より、アルマイトは数回の電気分解には耐えうるが、徐々に剥がれて最

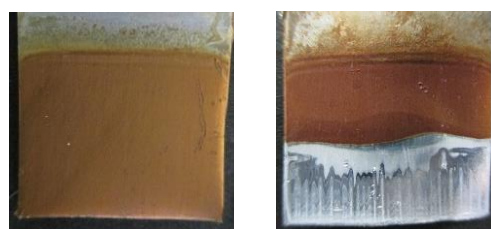
終的には完全に消失してしまうことが分かった。また、アルマイト皮膜の厚さが増大すれば耐腐食性は向上するが、アルマイトは絶縁体であるために、皮膜の厚さに比例して電解時に高い電圧が必要となることが分かった。従って、Al 板を陰極として用いた時、アルマイト処理による耐腐食性の向上は見込めないと考えられる。

Al 板を還元雰囲気である陰極に用いれば腐食を軽減できることから、実際に試作機を改良して超音波振動ホーンを陰極とし、洗浄試験を行った。Table 1 に各汚染布の洗浄率を示す。Table 1 より、改良した小型洗浄機は、泥汚れに対しては高い洗浄力を示したものの、紅茶汚れについては洗浄率 50%に満たなかった。十分な洗浄力を得るには、電気分解の電圧や洗浄液の食塩濃度を上げる必要があるが、その場合さらに超音波振動ホーンの腐食が促進されると考えられる。今後は、超音波振動ホーンの腐食をさらに防ぐ方法を検討していく。



Al の腐食 Al 板を陰極とした時

Fig.3 陰極に Al 板を用いた時の腐食の改善



電解前 電解後

Fig.4 電解におけるアルマイトの耐腐食性

Table 1 試作機による各汚染布の洗浄率

洗浄時間[s]	洗浄率[%]		
	泥	紅茶	泥+紅茶
浸漬のみ	48.7	26.4	38.9
30	65.0	-	-
180	-	44.8	-
300	-	-	67.6