

洗剤使用量低減を目的とする洗濯機の改良

工学部機械システム工学科
文部科学技官 萱場 龍一

1. はじめに

人間生活を行ううえで一日も欠かさず行われている衣類の洗浄は、多量の界面活性剤やリン酸塩基等のビルダーを廃液として排出し、河川や湖沼、沿岸海域の水質汚染、富栄養化の一因となっている。このように環境問題の面から見ても洗剤使用量を減少させていくことは重要である。

本研究では、流体工学的見地から洗濯洗浄に関する研究を実験的に行い、洗剤使用量低減を目的とした最良の洗浄条件を見出す。そこで、従来の旋回流型洗濯機において、旋回流の他にポンプによる循環流を加えて洗浄効率の向上を図るための実験装置を作製した。本報告では、市販の洗濯機に循環流を加えるべくポンプ等の設置をするなど実験装置の改良、その結果について報告する。

2. 装置の改良

実験装置の概略図を Fig.1 に示す。市販の洗濯機 ASW-EC801 は、比較実験のために特に変更を行わず実験を行う。また、洗濯機 ASW-EC801 (改) は、流量を変えた実験を行うために市販の ASW-EC801 を改良したものである。市販の洗濯機を改良するにあたってまず、洗濯機の構造を理解するためにサービス技術資料をもとに一度、洗濯機の分解を行い、組み立てを行った。その後、洗濯機の改良を行った。

市販の洗濯機の中には既存の循環ポンプが取り付けられているが、少しでも循環流の流量を多くするために既存の循環ポンプを取り外し、テフロンマグネットポンプを洗濯機の外側に取り付けた。マグネットポンプからの水を洗濯槽に入れるためにポンプにブレードホースをつなぎ、洗濯上蓋に穴を開けることによって洗濯中の水を循環させた。

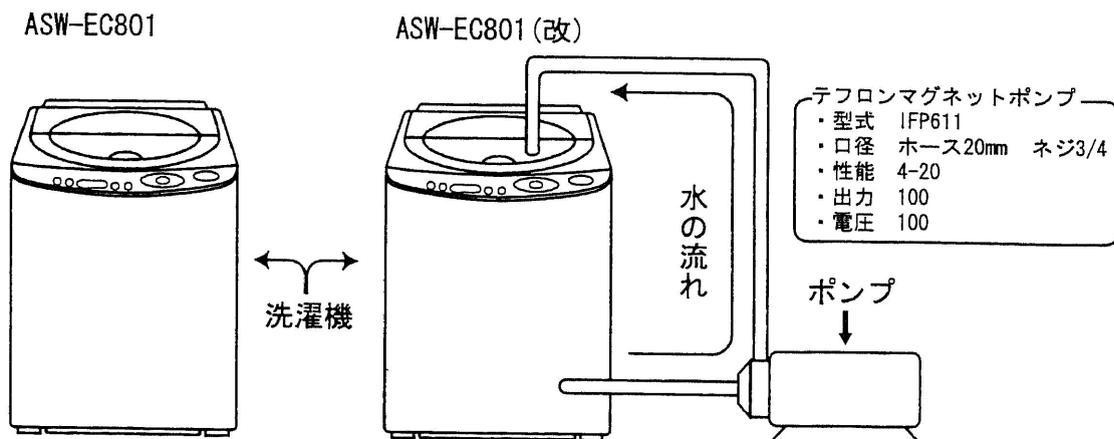


Fig.1 実験装置の概略図

3. 人工汚染布

人工汚染布は、汚れの種類や繊維基質、付着方法などの異なる様々なものが世界各国で開発され、使用されている。我が国ではこれまで油化学協会法による標準人工汚染布が広く用いられ、最近まで家庭用洗濯機の機械力判定の JIS 法にも採用されていた。しかし、この汚染布は、カーボンブラック、鉱油、油脂の3成分系であるため、天然汚れとの相関性に問題が生じることから、より天然汚れに近づけた組成による汚染布の開発が進められた。また近年、汚染布の調製に使用する塩素系有機溶剤の環境への影響も問題視されるようになり、ライオン株式会社で開発された水分散媒湿式人工汚染布が、この標準人工汚染布に代わって、1993年から電気洗濯機の JIS 法に採用され、(財)洗濯科学協会から市販されている。Fig.2 は、湿式人工汚染布の污垢組成を示す。

有機質成分		油性成分	オレイン酸	28.3%
			トリオレイン酸	15.6%
有機質成分		油性成分	コレステロールオレート	12.2%
			流動パラフィン	2.5%
			スクアレン	2.5%
			コレステロール	1.6%
		たんぱく質	ゼラチン	7.0%
無機質成分			泥	29.8%
			カーボンブラック	0.2~0.3%

[人工汚染布の詳細]

名称：湿式人工汚染布

素材：綿100%

寸法：5cm×5cm

污垢成分：油性成分(6種)

表面反射率：40±5%

Fig.2 湿式人工汚染布の污垢組成 (%)

4. 実験方法および手順

湿式人工汚染布にそれぞれ汚染布番号をつけ、その汚染布の表・裏の表面反射率を3ヶ所ずつ測定し、平均をとる。次に2枚の補助布を用意し、1枚につき湿式人工汚染布を5枚ずつ糸で縫いつけ (Fig.3)、洗濯機に投入する。設定条件にあわせて水量を測定し、洗剤をとかし洗剤液を投入したのち洗濯機の標準コースで洗浄を行う。洗浄終了後は、汚染布を自然乾燥させ、汚染布の表・裏の表面反射率を3ヶ所ずつ測定し、その平均をとる。最後に洗浄効率を算出する。

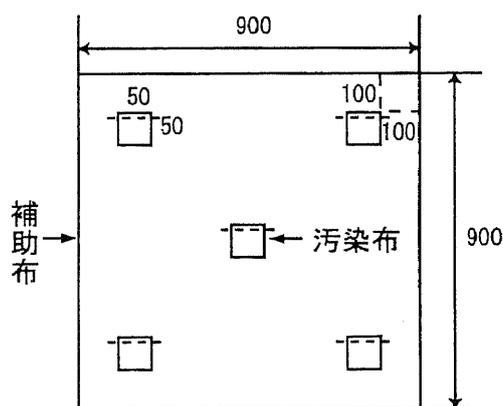


Fig.3 汚染布の縫い付方

5. 測定方法

測定方法としては、反射率測定機器を使用して洗浄資料布 (汚染布、綿白布) の洗浄前後のそれぞれの表面反射率を Y 値として測定した。

6. 評価方法

6-1 洗浄力の評価

本来、洗浄力の評価は、予め布に付着している汚れの重量と洗浄後の布に残留している汚れの重量から計算する。しかし、これらの分析は、大変手間のかかることから、布上にある着色成分（主にカーボンブラックなどの無機成分）の多少に応じて、布の色の濃淡が変化することを利用し、色調の変化で洗浄力を評価する方法が良く利用されている。この布の色の濃淡の変化は、色差計を用いて表面反射率（Y 値）を測定することで表わすことができ、以下に示す算出方法により洗浄力の計算ができる。

洗浄効率 (Detergency) の算出方法

クベルカムンク法

$$\text{洗浄効率 (\%)} = \frac{(\text{汚染布の } K/S) - (\text{洗浄布の } K/S)}{(\text{汚染布の } K/S) - (\text{原白布の } K/S)} \times 100$$

$$\text{ここで、 } K/S = \frac{(1 - R/100)}{2R/100}$$

R : 表面反射率
K : 吸光度係数
S : 散乱係数

6-2 画像観察での評価

洗濯洗浄前後の汚染布上にある着色成分をデジタル HF マイクロスコープ (VH-8000) を使用することによって、汚染布の洗浄具合の観察を行い画像上での比較を行う。この評価方法では、視覚上の繊維のすき間レベルまで洗浄評価を確認することができる。

7. 実験結果

実験種類別の洗濯機比較実験の結果を Fig.4 に示す。縦軸に洗浄効率 (Detergency) (%), 横軸に実験の種類をとる。Fig.5 では、洗濯機内部の水量を変化させた比較実験の結果を示す。縦軸に洗浄効率 (%), 横軸に水量 (L) をとる。

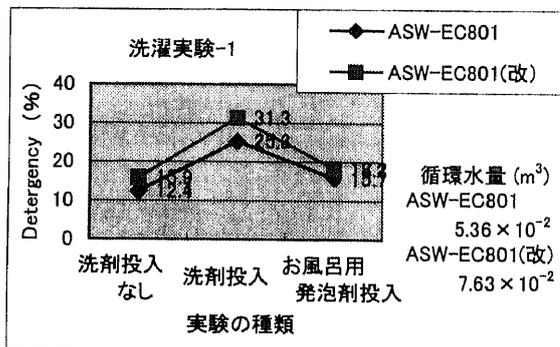


Fig.4 ASW-EC801 と EC801(改)との比較

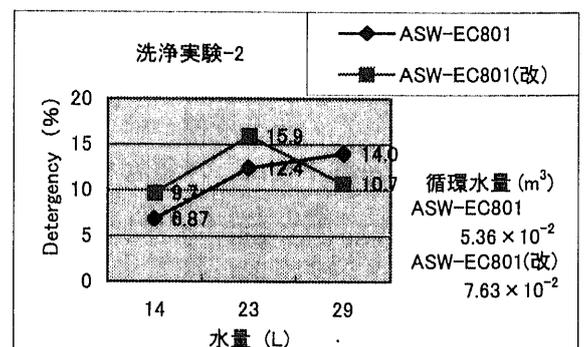


Fig.5 水量を変えた場合の比較

※ ASW-EC801 (改) の実験で洗浄の最中 (約 8 分間) は、ポンプを連続的に運転した。循環水量はポンプから出る流量にポンプが作動している時間を掛け合わせることで求めた。

洗浄試験後の汚染布の観察状況を Fig.6、Fig.7、Fig.8、Fig.9 に示す。図中の丸は、汚れが付着している箇所を示す。



Fig.6 ASW-EC801 での洗浄画像

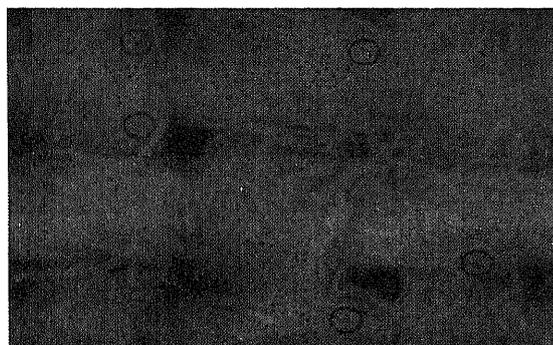


Fig.7 ASW-EC801(改)での洗浄画像



Fig.8 ASW-EC801 での洗浄画像(洗剤使用)



Fig.9 ASW-EC801(改)での洗浄画像(洗剤使用)

8.まとめ

実験結果から連続的に循環流を加えることによって、市販の ASW-EC801 よりも ASW-EC801 (改) の方が若干ではあるが洗浄効率の向上が確認された。今後の課題としては、市販の洗濯機のポンプよりも大幅に流量を多くした洗濯機に改良し同一条件での実験を行ってみる。また、ホースから洗濯槽に循環させている出口の改良も行ってみる。

最後に本報告を終えるにあたり、御指導頂きました本学部機械システム工学科長谷川富市教授ならびに研究室の学生諸君、また実験装置製作にご協力して頂きました機械工場技官の皆様にお礼を申し上げます。

参考文献

1. 阿部 幸子 洗濯の科学 40 12-16 (1995)
2. 西尾 宏 洗濯の科学 38 (3) 33-37 (1993)
3. 落合 綾 お茶の水大学卒業論文「洗浄における機械作用の研究」(2001)