

## 洗浄における機械力の効果

### Effect of Mechanical Action on Fabric Washing

元木 加世, 駒城 素子

Kayo MOTOKI, Motoko KOMAKI

(お茶の水女子大学大学院 人間文化研究科 ライフサイエンス専攻)

#### 1. はじめに

洗浄における機械力は、固体表面に付着した汚れを引き離し、さらに再付着しないように洗液中に分散させるエネルギー源となり、汚れの除去には必要不可欠である。

汚れに対して適切な機械力を与え、汚れを効果的に除去することは、水や洗剤の使用量削減に繋がると考えられる。近年では、機械力を高めたドラム式全自動洗濯機の開発が進められており、環境負荷を抑えた洗浄方式を探る傾向がさらに高まりつつある。

これまでも洗浄に関わる機械力についての研究がいくつか行われており、例えば、機械エネルギーと汚れの除去、流体力による固体粒子の除去、交番流による繊維の洗浄などの論文が発表されている。

本稿では、これら洗浄機構における機械力についての研究をまとめる。

#### 2. 機械エネルギーと洗浄効率<sup>1)</sup>

白岩らは、家庭用の全自動電気洗濯機を用いて、浴量、浴比および時間を変えて木綿人工汚染布の洗浄を行い、その際に消費された機械エネルギーを熱量法により求め、洗浄効率との関係を検討した。

その結果、単位布重量当りに消費されるエネルギーの増分(対数)と洗浄効率との間には、浴量、浴比、時間によらず、直線関係が得られることが確認された。

また洗浄効率は、洗浴の温度、組成が一定であれば、浴比に関係なく布に加えられる機械エネルギーによって定まることが明らかになった(図1)。

#### 3. 流体力による固体粒子汚れの除去<sup>2)</sup>

日景らは、固体粒子汚れの洗浄メカニズムを検討するため、セルロース、アセテート、ポリエステルおよびガラス基質にポリスチレン粒子を付

着させたものを水で洗浄し、粒子の除去力  $F_{H1/2}$  を算出した。

その結果、 $F_{H1/2}$  は粒子径が大きいほど大きく、粒子径一定では基質効果があらわれ、 $1.01 \mu\text{m}$  粒子においては、ポリエステル>アセテート>ガラス>セルロースの順であった(表1)。

また VTR 装置により粒子の挙動を観察した結果、粒子には A 型(基質に対して平行に除去される粒子)、B 型(平行に除去されない粒子)の2つのタイプの挙動が確認され、さらに A 型には  $A_1$  型(基質から離れて画面上から消える粒子)、 $A_2$  型(基質から離れるが、再び停止する粒子)の2つに分かれることが観察された。

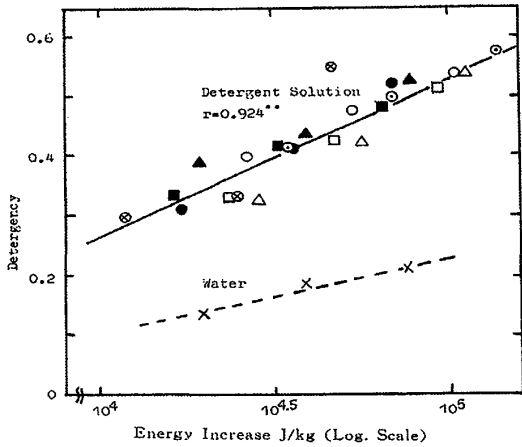
全粒子に対する A 型の割合は、 $5.00 \mu\text{m}$  粒子においては、ポリエステル>アセテート>ガラス>セルロースの順に高く、基質の表面粗度よりも基質の親水性の影響を受けることがわかった。また、流速が大きくなると  $A_1$  型の割合が増加し、 $A_2$  型は減少することが明らかになった。

#### 4. 交番流による洗浄<sup>3) 4)</sup>

長谷川らは、流体力の影響を調べるために交番流での繊維の洗浄を試み、その洗浄効率を市販洗濯機での結果と比較した。

実験装置の原理を図2に示す。円筒を上下2枚の金網で区切り、その中に人工汚染布を入れ、円筒を流れる洗液の向きを上下交互に変えて洗浄を行う。汚染布は金網間を上下に往復移動し、金網と衝突することで圧縮や変形が生じると同時に、洗液が繊維中に貫流し汚れが除去される。

交番流における洗浄結果の一例を図3に示す。交番流での洗浄では、洗浄開始から6分程度で洗浄効率はほぼ一定となり、70~98%の高い値が得られた。また、市販の渦巻式洗濯機による実験結果を図4に示すが、交番流での洗浄効率は渦巻式洗濯機でのその2倍以上の値を示した。



浴比	浴量	洗液
□ 1 : 72.0	30ℓ	洗剤液
■ 1 : 36.0	30	//
⊙ 1 : 158.1	40	//
○ 1 : 76.9	40	//
● 1 : 38.5	40	//
⊗ 1 : 11.6	40	//
△ 1 : 80.2	50	//
▲ 1 : 40.1	50	//
× 1 : 38.5	40	水

図 1 単位布重量当りのエネルギー増分と洗浄効率の関係

表 1 各々の基質におけるポリスチレン粒子除去力

Substrate	Particle (μm)	Flow speed* (cm/sec)	$F_{N1/2}$ * (pN)	Flow speed** (cm/sec)	$F_{N1/2}$ ** (pN)
Cellulose	1.01	4.07	2.67	4.08	2.67
Glass	1.01	11.9	7.80	11.9	7.80
Acetate	1.01	21.0	13.8	21.0	13.8
	5.00	6.60	106	6.68	107
Polyester	1.01	25.0	16.4	25.0	16.4
	5.00	13.4	215	13.4	215
	15.0	5.21	753	5.25	759

Flow speed ; flow speed for 50% removal.  
 \* ; Flow speed and  $F_{N1/2}$  that have calculated until now.  
 \*\* ; Flow speed and  $F_{N1/2}$  when was excepted  $A_2$  type removal.

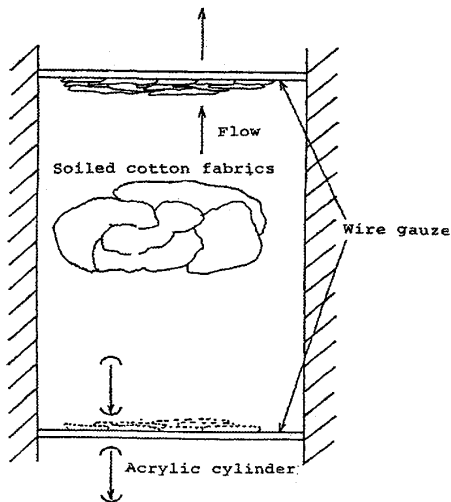


図 2 交番流洗浄の原理

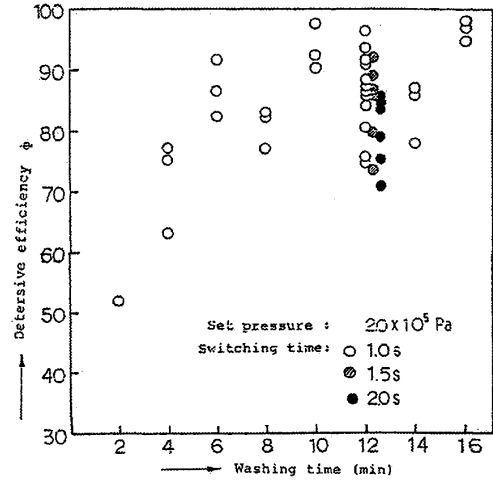


図 3 交番流による洗浄効率

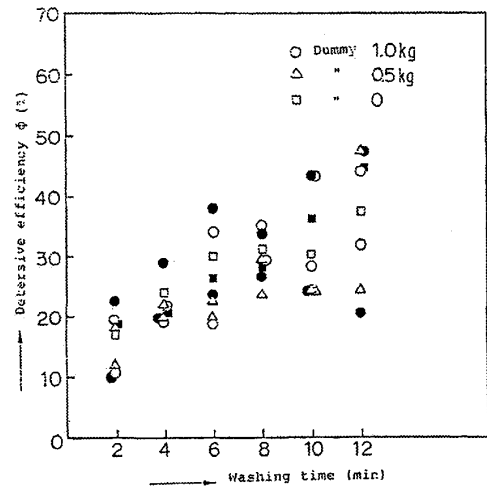


図 4 市販洗濯機による洗浄効率

参考文献

- 1) 白岩 治己, 山田 寿子, 繊維消誌, **28**, 85 (1987)
- 2) 日影 弥生, 岩崎 芳枝, 矢部 章彦, 繊維消誌, **34**, 660 (1993)
- 3) 長谷川 富市, 鳴海 敬倫, 近野 正昭, 多田 千代, 油化学, **36**, 418 (1987)
- 4) 長谷川 富市, 繊維学会誌, **61**, 232 (2005)