

# 固型汚染의 洗滌성에 關한 研究

—再汚染防止劑의 效能을 中心으로

李 惠 善

## A Study on the Detergency of Particulate Soil —The Effect of Antiredeposition Agents—

*Lee Hye-sun*

### Summary

The effect of two antiredeposition agents on the detergency of particulate soil on four fabrics was studied.

Cotton, silk, nylon, polyester fabrics were soiled with the mixture of palmitic acid, hydrogenated oil, liquid paraffin and iron oxide black. Soiled samples were washed in sodium dodecylbenzene sulfonate solutions with and without antiredeposition agents. Two antiredeposition agents were carboxymethyl cellulose and polyvinyl pyrrolidone.

The detergency was calculated by means of the spectrometric analysis of iron.

The detergency of particulate soil on cotton was increased when CMC was added.

As CMC concentration was increased, the detergency was increased. The increase was small at first, but above 0.10% it was marked and above 0.20% it was slowed.

When antiredeposition agent was added, the detergency was increased markedly at cotton, nylon, polyester fabrics, but it was unaffected in case of silk.

As antiredeposition agent CMS was effective on cotton and PVP was effective on nylon and polyester.

### 序 論

洗滌은 纖維-汚染-洗液으로 된 洗滌系內에서

洗劑와 機械的인 힘의 作用으로 汚染粒子가 纖維로부터 分離되어 나와 洗液中에 分散되고 그 分散이 安定化됨으로써 이루어진다(Stevenson, 1961).

그러나 分散이 不安定하면 洗液中에 分散되었던

師範大學 助教授

汚染이 다시 纖維表面에 附着되는 再汚染現象이 일어나게 된다. 이와 같은 再汚染은 洗滌效果를 크게 감소시키게 되므로 洗滌에서 重要한 問題가 되고 있다(Harris: 1958, Rutkowski: 1968, Imamura: 1976).

그러나 固型汚染의 除去와 再汚染은 可逆적으로 일어나며 洗液의 分散力과 密接한 關聯을 가진다는 여러 報告가 있다(Compton: 1953, Phansalkar: 1955, Powe: 1959, Tuzson: 1962, Shimauchi: 1968). 이들의 研究로부터 纖維의 特性, 汚染의 極性, 界面活性劑의 ion性, 助劑의 添加 등이 洗液의 分散力에 影響을 주는 要因임을 알 수 있다. 極性汚染의 경우 陰ion系 界面活性劑의 洗滌性이 좋게 나타났고, 助劑로 多價 陰ion으로 解離되는 磷酸鹽을 添加했을 때 洗滌性이 크게 向上되었다(李: 1985).

以上과 같이 固型汚染의 洗滌性과 關係 깊은 洗液의 分散力에 影響을 주는 因子들에 關하여 많은 研究가 있으나 再汚染防止劑의 影響에 關한 具體的인 報文은 별로 없다.

그러므로 本 研究에서는 再汚染防止劑로 carboxymethyl cellulose와 polyvinyl pyrrolidone을 택하여 濃度에 따른 洗滌性을 살펴보고 纖維의 種類別로 再汚染防止 效果를 檢討하여 보았다. 纖維로는 平織으로 製織된 綿織物, 絹織物, nylon織物, polyester織物을 使用하였고, 界面活性劑로는

陰ion系인 sodium dodecylbenzene sulfonate를 使用하였다. 汚染으로는 脂溶性汚染인 palmitic acid, hydrogenated oil, liquid paraffin과 固型汚染인 四三酸化鐵의 混合汚染을 使用하였고 洗滌率은 洗滌前後의 汚染布上의 固型汚染의 量을 分光分析法로 定量하여 求하였다.

## 材料 및 方法

### 1. 試料

#### 1) 試驗布

試驗布는 韓國衣類試驗檢査所에서 製作되어 纖維類 製品의 染色堅牢度 試驗用 添附 白布(KS K 0905)로 쓰이는 白綿布, 白絹布, 白nylon布, 白polyester布를 구입하여 綿布는 Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 10%(o. w. f.), 液比 30:1로 100℃에서 3시간, 絹布는 sodium laurylsulfate 0.1%, 液比 30:1, 30℃에서 1시간, nylon布와 polyester布는 Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 2%, sodium laurylsulfate 0.1%, 液比 30:1, 60℃에서 1시간 精練하여 空氣中에서 乾燥시킨 후 各各 12×12cm 크기로 잘라 soxhlet 抽出器에 넣고 benzene: ethanol=2:1(重量比)의 共沸混合物로 8시간 抽出하여 脂溶性 不純物을 완전히 除去하여 使用하였다. 이들 織物의 特性은 Table 1과 같다.

Table 1. Characteristics of fabrics

Materials	Weave construction	Thickness (mm)	Yarn number		Fabric count (ends×picks/5cm)
			warp	weft	
100 % cotton spun yarn	plain	0.331	30'S	36'S	142 × 136
100 % silk filament yarn	"	0.078	21D	21D	276 × 192
100 % nylon	"	0.108	30D	30D	246 × 224
100 % polyester	"	0.103	50D	50D	200 × 178

#### 2) 試藥

Palmitic acid : 試藥用一級(關東化學株式會社)  
 Hydrogenated oil : 市販 shortening(三立食品工業株式會社)

Liquid paraffin : 試約用一級(和光純藥工業株式會社)

Iron oxide, black : 試藥用一級(和光純藥工業株式會社)

Sodium dodecylbenzene sulfonate(DBS) : 試藥

用一級(東京化成工業株式會社)

Carboxymethyl cellulose(CMC): 試藥用一級(純正化學株式會社)

Polyvinyl pyrrolidone(PVP): 試藥用一級(Sigma), 分子量 10,000

Ferrous ammonium sulfate: 試藥用特級(石津製藥株式會社)

Ortho-phenanthroline: 試藥用特級(林純藥工業株式會社)

Hydroxylamine hydrochloride: 試藥用一級(和光純藥工業株式會社)

其他試藥: 모두 試藥用一級

## 2. 實驗方法

### 1) 汚染布 製作

汚染布는 脂溶性成分으로 palmitic acid, hydrogenated oil, liquid paraffin을 固型成分으로 四三酸化鐵을 使用하여 다음과 같은 方法으로 製作하였다.

Table 2와 같은 組成을 가진 汚染을 mortar에서 잘 混合한 후 綿織物에는 0.50ml씩, nylon과 polyeste織物에는 0.35ml씩, 絹織物에는 0.30ml씩을 取해 roller에 벌어뜨린 후 20℃로 維持된 平板 위에서 均一하게 roller에 묻혀 試驗布위에 砲充(saturation)시켜 汚染布를 製作하였다.

製作된 汚染布의 表面反射率은 30±2%였으며 洗滌도중 올이 풀려나가는 것을 防止하기 위해 四方에서 올을 풀어 實際 크기가 5×10cm되게 하여 2枚를 汚染되지 않은 面끼리 맞붙여 縫合한 후 標識하여 標準狀態(20±2℃, 65%RH)에서 1週間 熟成시킨 후 使用하였다.

Table 2. Composition of soil

Palmitic acid	2.0g
Hydrogenated oil	2.0g
Liquid paraffin	6.0g
Iron oxide, black	1.0g

### 2) 洗滌方法

洗滌은 standard launder meter(40~45r.p.m.)를 使用하여 洗滌瓶에 증류수로 만든 洗液 100ml, steel ball 10개씩 넣고 豫熱한 후 各各 汚染布 1組씩을 넣어 40℃에서 20分間 洗滌한 후 3分씩 3回 증류수로 평균 다음 空氣中에서 건조시켰다.

### 3) 洗滌率의 評價

洗滌率은 洗滌後 洗滌液中에 脫落된 鐵(W<sub>w</sub>)은 濾紙(No.5a, Azumi Filter Paper Co. LTD)로 거른 後 定量하였고, 洗滌布에 남아 있는 鐵(W<sub>s</sub>)도 따로 定量하여 아래 式에 따라 算出하였다.

$$\text{洗滌率} + \frac{W_w}{W_w + W_s} \times 100(\%)$$

但, W<sub>w</sub> + W<sub>s</sub> = 全汚染量

定量方法은 鐵을 6N-HCl에 溶解시킨 다음 hydroxylamine hydrochloride로 還元하고 ortho-phenanthrolin으로 發色시켜 pH4~7로 맞춘 후 spectronic 20를 使用하여 波長 505nm에서 吸光度(O.D.)를 測定하여 ferrous ammonium sulfate로부터 얻은 Fe檢量線을 使用하여 Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>의 量으로 換算하였다.

모든 實驗值는 같은 變因을 3回 實驗하여 그 平均值를 使用하였다.

## 結果 및 考察

### 1. 再汚染防止劑의 濃度에 따른 洗滌性

洗滌溫度40℃, 界面活性劑 濃度 0.25%에서 再汚染防止劑로 carboxymethyl cellulose를 添加하여 濃度에 따른 洗滌性을 綿織物에서의 固型汚染의 除去效果로 調査한 結果는 Fig.1과 같다.

이에 따르면 洗滌性은 界面活性劑 單獨일 때보다 再汚染防止劑를 添加했을 경우에 向上되었으며 濃度가 增加함에 따라 洗滌性이 더욱 좋게 나타났다.

이와 같이 洗滌性이 向上된 것은 洗液中에 解離

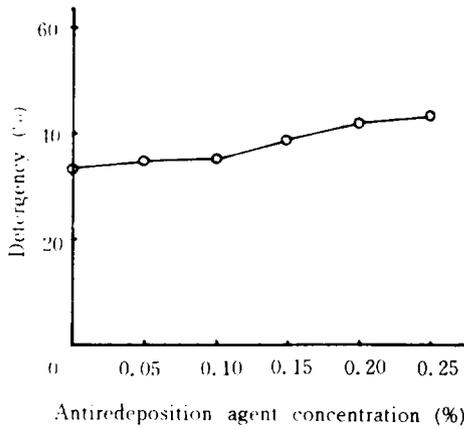


Fig. 1. Effect of antiredeposition agent concentration on the detergency of particulate soil on cotton

되어 陰荷電을 갖게 된 Carboxymethyl cellulose 分子들이 一部는 洗液中에 分散된 汚染粒子를 包圍하여 固型汚染의 分散을 安定化시키고 一部는 纖維 表面에 吸着되어 汚染이 다시 纖維表面에 附着되는 것을 防止하기 때문인 것 같다.

이는 前報(李, 1985)에서 電解質을 添加했을 때 洗滌性이 向上된 것과도 關係가 있는 것 같다. 汚染粒子가 洗液中에 解離된 陰ion을 吸着함에 따라 汚染과 纖維間의 電氣的 反撥力이 커져 再汚染이 줄어든 것으로 생각된다.

이러한 結果는 汚染의 除去 및 再汚染에 electrokinetic force가 매우 重要하게 作用한다는 Harris (1958)와 Trotman(1966)의 報告를 뒷받침하고 있다.

한편 濃度에 따른 洗滌性의 向上程度는 0.10%까지는 약간씩 增加했고 0.20%까지는 크게 向上되었으며 그 이상의 濃度에서는 다시 向上程度가 작게 나타났다.

## 2. 纖維의 種類에 따른 再汚染防止劑의 效果

再汚染防止劑로 carboxymethyl cellulose와 polyvinyl pyrrolidone을 使用하여 洗滌溫度 40℃,

界面活性劑 濃度 0.25%, 再汚染防止劑 濃度 0.20%에서 綿織物, 絹織物, nylon 織物, polyester 織物에서의 固型汚染의 洗滌性을 調査한 結果는 Fig.2와 같다.

Fig.2에 따르면 再汚染防止劑의 添加에 關係없이 洗滌性은 cotton < polyester < nylon < silk의 順으로 나타났다.

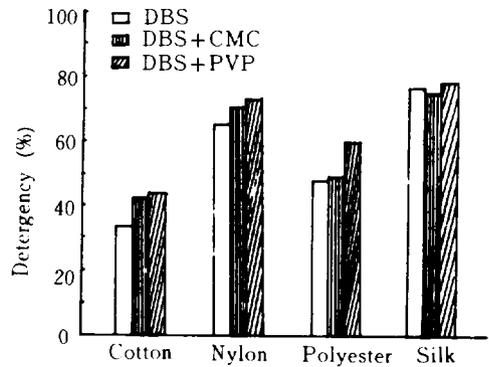


Fig. 2. Effect of antiredeposition agents on the detergency of particulate soil on four fabrics

이는 本研究에서 固型汚染과 脂溶性汚染의 混合汚染을 使用했기 때문에 나타난 結果로 생각된다. 脂溶性汚染의 除去는 纖維의 親水性이 클수록 쉬워 polyester < nylon < silk의 順으로 나타난 것으로 보인다(Fort, 1966). 綿織物의 洗滌性이 가장 낮게 나타난 것은 纖維의 形態가 不規則하고 紡績糸로 되어 있으므로 汚染의 trap이 많아서 생긴 結果로 생각된다(Smith, 1969).

再汚染防止劑를 添加했을 경우 綿織物, nylon 織物, polyester 織物에서는 洗滌性이 向上되었으나 絹織物에서는 別로 效果가 없었다.

再汚染防止劑의 種類別로 보면 모든 織物에서 PVP가 CMC보다 洗滌性이 좋게 나타났다. PVP는 絹織物을 除外한 모든 織物에서 洗滌性을 크게 向上시켰으며 특히 polyester 織物에서 效果의이었다. CMC는 綿織物과 nylon 織物의 경우에만 洗滌性을 向上시켰다.

綿織物의 경우는 CMC의 添加로 洗滌性이 크게 向上되었고 PVP와 別로 차이가 없었다.

以上の 結果로 보아 再汚染防止劑로 綿織物에는 CMC를 使用하는 것이 經濟的이고, 疎水性纖維에는 PVP를 使用하는 것이 效果的일 것으로 생각된다.

## 摘 要

再汚染防止劑로 carboxymethyl cellulose와 polyvinyl pyrrolidone을 택하고 界面活性劑로 sodium dodecylbenzene sulfonate를 使用하여 綿織物, 絹織物, nylon織物, polyester織物에서의 固型汚染의 洗滌性을 檢討하여 보았다.

固型汚染으로는 定量分析이 可能的인 四三酸化鐵을 使用하였고 結果는 다음과 같다.

1. 綿織物의 경우 界面活性劑 單獨일 때보다 CMC를 添加했을 때 洗滌性이 向上되었으며 CMC의 濃度가 增加함에 따라 洗滌性은 더욱 좋게 나타났다.
2. CMC濃度 增加에 따른 洗滌性의 向上程度는 0.10%까지는 작았으나 그후 크게 增加하였고 0.20% 以上에서는 다시 서서히 增加하였다.
3. 再汚染防止劑의 添加에 따라 綿織物, nylon織物, polyester織物에서는 洗滌性이 크게 向上되었으나 絹織物에서는 效果가 없었다.
4. 再汚染防止劑로 綿織物에는 CMC를 疎水性纖維에는 PVP를 添加하는 것이 效果的으로 나타났다.

## 參 考 文 獻

- Compton, J. and Hart, W. J., 1953, A Study of Soiling and Soil Retention in textile Fibers: The effect of Yarn and Fabric Structure in Soil retention. *Textile Res. J.*, 23, 418.
- Fort, T., Billica, H. R. and Grindstaff, T. H., 1966, Studies of Soiling and Detergency. Part II: Detergency Experiments with Model Fatty Soil. *Textile Res. J.*, 36, 99.
- Harris, J. C., 1958, Electrical Forces Affecting Soil and Substrate in the Detergency Process—Zeta Potential. *Textile Res. J.*, 28, 912.
- Immamura, T. and Tokiwa, T., 1976, The Comparison of Interfacial Electrical Effects on the Detergency Calculated from the DLVO Theory with Those from Heterocoagulation Theory. *日化*, 6, 869.
- 李惠善, 1985, 助劑의 添加가 固型汚染의 洗滌性에 미치는 影響, 濟州大學校 論文集 第21輯, 101.
- Phansalkar, A. K. and Robert D. Vold. 1955, A Tracer Method for Determination of Deposition of Carbon on Cotton. *J. Phys. Chem.*, 59, 885.
- Powe, W. C., 1959, The Nature of Tenaciously Bound Soil on Cotton. *Textile Res. J.*, 29, 11.
- Rutkowski, B. J., 1968, An Electrophoretic Study of the Detergency Process. *J. Amer. Oil Chem. Soc.*, 45, 266.
- Shimauchi, S. and Mizushima, H., 1968, Soil Redeposition of Polyester Fiber and Its Test Method. *Amer. Dye Rep.*, 57, 462.
- Smith, S. and Sherman, P. O., 1969, Textile Characteristics Affecting the Release of Soil during Laundering. Part I: A Review and Theoretical Consideration of the Effects of Fiber Surface Energy and Fabric Construction Soil Release. *Textile Res. J.*, 39, 441.
- Stevenson, D. G., 1961, Mechanism of Detergency. *J. Society of Cosmetic Chemists*, 7, 353.
- Trotman, A. F., Dickson, A. F. and Parffit, G. D., 1966, Chemical Kinetics and Surface. Colloid Chemistry Part II: Surface and Colloid Chemistry. Oxford Pergamon Press. 111~117.
- Tuzson, J. and Brant A. Short. 1962, A Study on the Agglomeration, Deposition and Removal Process of Clay particles. *Textile Res. J.*, 32, 111.