

폴리에스테르 織物의 알칼리加工에 關한 研究

—物理量, 官能量과 태와의 相互關係를 中心으로—

鄭 濟 石

檀國大學校 工科大学 纖維工學科

A Study on the Alkaline treatment of Polyester Fabric

—The effect of correlation with the physical, sensory properties and handle—

Je Seok Jeong

Dept. of Textile Engineering, College of Engineering, Dan Kook University

(1986. 4. 1. 접수)

Abstract

In this research, we tested the textile physical and the sensory properties and the handle of the domestic polyester fabrics were treated with the varying alkaline concentrations and temperatures were tested.

The tests were conducted to determine the effects of the alkaline treatment on the changes of the physical and the sensory chrateristics of the domestic polyester fabrics.

The results were as follows;

1. When treated with the varying alkaline concentrations from 7.5% to 15% at temperatures from 60°C to 90°C, the weight decreasing phenomena were shown to as a linear equations increase in that range.

2. As the weight loss increased, the softness and the smoothness were increased but the fullness and the tightness were decreased.

3. The positive correlations were found between the sensory and the physical properties, and the fullness and the tightness, while a negative correlation was found between softness and the smoothness.

4. The regression equations obtained by the sensory chrateristics related with the physical chracteristics were as follows;

$$\text{Softness: } y=84.01-0.74x$$

$$\text{Fullness: } y=0.06+0.78x$$

$$\text{Smoothness: } y=88.67-0.82x$$

$$\text{Tightness: } y=0.34+0.79x$$

I. 緒 論

一般的으로 織物의 品質을 決定하는 要素 中 計量化 하기 힘든 項目으로 主觀的인 評價인 태(Handle of

cloth)는 織物을 손으로 만졌을때의 觸感과 視覺的 美的 感覺을 포함하여 製品의 品質을 綜合 評價하는 것을 말하며, 이에 關한 研究는 1926年 Binns¹⁾, Pierce²⁾가 織物의 官能特性과 力學的 因子에 關한 것을 報告 하였고, 小林,³⁾ Ellis⁴⁾는 情報理論的 方法에 있어서

〈Table 1〉 Characteristics of polyester raw fabric

Sample	Item	Yarn No(d)		Fabric count (t/5cm)		Weight (g/cm ²)	Tenacity(g)		Elongation(%)		Weave
		wp.	wt.	wp.	wt.		wp.	wt.	wp.	wt.	
Polyester fabric		75.6	79.5	210.0	194.0	67.4	44	33	35.3	36.8	Taffeta

entropy 를 사용하여 織物의 觸感을 計量化하는 方法을 提案하고 官能 檢査 應用을 試驗하고 있다.

태는 織物의 物理特性和 官能特性이 결부된 複合特性으로서, Lundgren⁵⁾은 心理的 變化에 따라 織物에 對한 收容性を 評價하였고, 태의 표현에 있어서 主觀的 評價와 物理特性에 對한 客觀的인 評價를 一致시키려고 Matsuo,⁶⁾ Ellis⁴⁾가 試圖하고 있으나, 客觀的인 評價法은 거의 實用化 되고 있지 않다.

태의 測定法에 關하여는 小林³⁾ 松尾⁷⁾등에 의하여 提案되고 있으며, 織物의 美的要素의 해석으로 Brand⁸⁾는 태의 概念을 하나의 指針으로 나타냈으며, 官能特性和 物理的 性質과의 關係를 統計的 方法을 利用한 研究가 발표되었다.^{9~11)}

最近에 들어와서 織物의 태에 關한 研究가 急速히 進展되고, 最終製品의 品質을 向上하기 위한 性能 設計理論을 要求하게 되므로서 加工技術의 多樣化로 태 變化의 收容性を 綜合 評價하여 좋은 品質의 纖維 製品을 開發할 必要性을 느끼게 되었다.

本 研究에서는 天然纖維 指向의 要求에 依한 觸感 改善 目的으로 國產 主衣類用 纖維 原料인 폴리에스테르 織物이 알칼리 水溶液에서 溶解, 減量되는 性質을 活用하여 알칼리 處理 時의 溫도와 濃도가 織物의 태에 어떠한 影響을 미치는가를 檢討코져 現場에서 減量加工 時, 一般적으로 使用되고 있는 알칼리 溶液의 處理 溫도와 濃도 범위내에서 各各 數種으로 變化시켜 處理한 후, 處理 織物의 物性, 官能檢査, 物理量을 測定하여 物理量과 官能量, 태와의 相互 關係를 研究 檢討하였다.

II. 試料 및 試藥

1. 試料

國內에서 生産되고 있는 後處理加工을 하지않은 폴리에스테르 織物을 使用하였으며, 그 特性은 다음의 〈Table 1〉과 같다.

2. 試藥

수산화나트륨(日本 KANTO 製), 염산(日本, JU-

NSEI 製)은 一級 試藥을 그대로 使用하였다.

III. 實驗 方法

1. 알칼리 處理

수산화나트륨의 濃도를 7.5, 10.0, 12.5, 15.0%, 處理 溫도를 60, 70, 80, 90°C 로 變更하고, 處理時間은 30分으로 固定하여 水槽에서 浴比 1:100으로 反應시킨後에 2%의 묽은 염산으로 中和하여 乾燥機에서 3時間정도 乾燥 시킨 뒤, 物性試驗의 試料로 使用하였다.

2. 物性 試驗

1) 무게 測定

KS K 0514(織物의 무게 測定 方法: 작은 試驗片法)에 依하여 試驗片의 무게를 測定하였다.

2) 두께 測定

KS K 0506(織物의 두께 測定 方法)에 依하여 標準 狀態下에서 thickness gauge(大榮科學(株) CR-10B)를 使用하여 두께를 測定하였다.

3) 強伸度 測定

KS K 0520(織物의 引張強度 試驗 方法: 그래프法)에 依하여 instron(Model 1131 U.S.A)을 使用하여 測定하였다.

試驗片의 크기: 10×15cm

파지거리: 7.6cm

分離速度: 25.0cm/min

4) 防皺度 測定

KS K 0550(織物의 防皺度 試驗 方法: 개각도法)에 依하여 mosanto 式 crease resistance tester 로서 試料(4.0×1.5cm)에 500g의 荷重을 걸고 5分 後에 荷重을 除去한 뒤, 개각을 測定하였다.

$$\text{防皺度} = \frac{\alpha}{180} \times 100 \quad \alpha: \text{개각도}$$

5) 剛軟度 測定

KS K 0538(織物의 剛軟度 試驗 方法: 하이트루우프法)에 依하여 測定하였다.

3. 官能檢査

判定者로 하여금 주어진 試料의 特性 또는 良否를 辨

뽀나 촉感到 의해 判定하게 하는 方法으로서 Ⅲ-1의 알칼리 處理에 依한 試料 16개中 10개를 채취하였고, 檢査員은 大學生 10名으로 하여 順位法에 의해 좋은 값으로부터 나쁜값의 順으로 10, 9, 8, ... 3, 2, 1 등으로 점수를 주어 檢査하였으며, 10種의 試料를 提示하고 視覺과 觸感到에 의한 判定 結果를 同時에 提示토록 하였다.

判定項目은 softness, fullness, smoothness, tightness로 하였으며 各 panel 간의 一致性이 存在하는가를 調查하기 위하여 Kendall¹²⁾의 一致性 係數(coefficient of concordance) ω를 算出하였다.

특히 試料 k개, panel n 사람으로서 試料 i에서 j 번째의 順位가 주어졌을 때 그 順位를 R_{ij}라 하고

$$T_j = \sum_{i=1}^n R_{ij} \text{ 로 두면}$$

$$\omega = \frac{12s}{n(k^3 - k)} \quad (1) \quad \text{단 } S = \sum_{j=1}^k (T_j - \frac{n(k+1)}{2})^2$$

$$T = \frac{\sum_{i=1}^n R_{ij}}{n}$$

또한 物理量과 官能量의 相關 關係를 살펴보기 위하여 Spearman¹³⁾의 相關係數 R을 求하였다.

$$R - 1 = \frac{6 \sum d^2}{n(n^2 - 1)} \quad (2) \quad n: \text{試料數}$$

d: 두 변량의 차의 곱

4. 物理量 測定

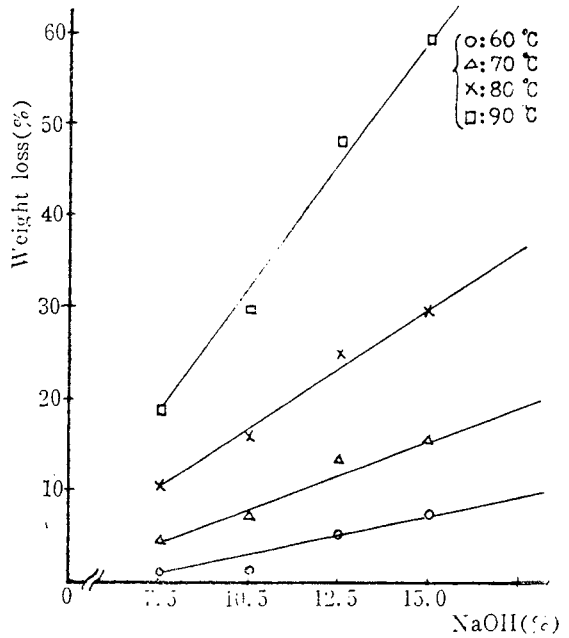
태의 物理量을 求하기 위하여 織物의 伸張特性, 壓縮特性, 屈曲特性 및 表面摩擦特性을 綜合한 綜合的인 因子를 다음 條件下에서 求하였다.

- Tester: Handle-O-meter (日本 UENOYAMA)
- Size of sample: 25.0 × 25.0 mm
- Length of test plate : 10.0 mm

Ⅳ. 實驗結果 및 考察

1. 알칼리 處理에 따른 特性變化

1) 알칼리 處理가 織物 減量率 및 두께에 미치는 影響
폴리에스테르 纖維의 알칼리 處理는 織物의 重量減



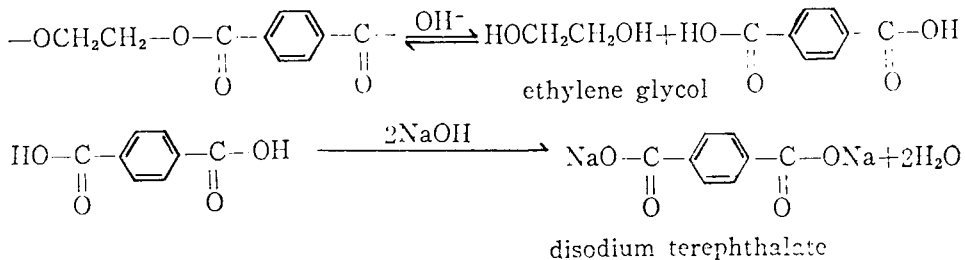
[Fig. 1] Weight loss of polyester fabric treated in NaOH solution for 30min.

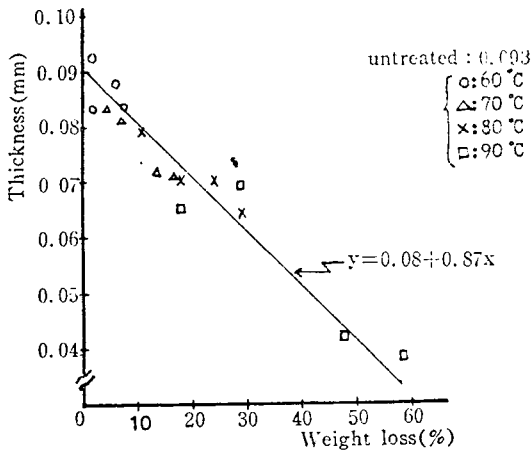
少에 따라 얻어지는 觸感到의 變化를 利用한 加工이며, 重量 減少 現象은 에스테르의 加水分解에 의한 것으로 알려져 있다.¹⁴⁾

또한 알칼리 處理에 依한 폴리에스테르 纖維의 加水分解는 纖維 表面으로 부터 順次的으로 進行되며, hydroxide ion(OH⁻)이 纖維 内部로 浸透하지 못하는 것은 纖維狀의 陰 ion과 OH ion間的 靜電氣의 反發 및 폴리에스테르 纖維의 疎水性 때문에 에스테르 結合分子鎖의 加水分解 速度에 의하여 영향을 받는다고 思慮된다.

[Fig. 1]은 實驗 Ⅲ-1에 依해서 濃度와 溫度를 變化하면서 30分間 處理 한 後 重量 減量率을 測定한 結果를 나타낸 것이다.

[Fig. 1]에서 보면 hydroxide ion(OH⁻)의 濃度가 클수록 에스테르 結合의 加水分解에 依해 重量 減少率은 直線的으로 增加함을 알 수 있고, 폴리에스테르 纖





[Fig. 2] Relation between variation of thickness and weight loss at various concentration of NaOH solution for 30min.

維는加水分解되어 terephthalic acid와 ethylene glycol로 되며 terephthalic acid는 다시 수산화나트륨에 의해 나트륨鹽이 되어 물에 녹게 된다.¹⁵⁾

따라서 terephthalic acid는 나트륨鹽이 되어反應係에서除去되기 때문에加水分解反應은平衡에到達하지 않고一方으로進行¹⁶⁾ 되는 것으로思慮된다.

또한處理溫度 및 濃度の增加에 따라減量率은增加하였으며 특히溫度 80°C程度부터急激한變化가始作되었고, 濃度の變化에 따른減量率보다溫度가 미치는 영향이 더욱 큰것은溫度的上昇에 따라熱的膨潤現象이加水分解를促進시키는 것으로高岸¹⁷⁾ 등에 의해確認되었다.

[Fig. 2]는 알칼리處理에 의한織物の 두께의變化와 減量率을測定한結果로溫도와濃도가 높아져감에 따라 두께가 수산화나트륨의 강한鹽基에 의해 ester group이 나트륨鹽으로齡化되어變化함을알 수 있었으며, 減量率이增加되면增加될수록 두께가 얇아짐으로 두께와觸感은密接한關係가 있는 것을알 수 있다.

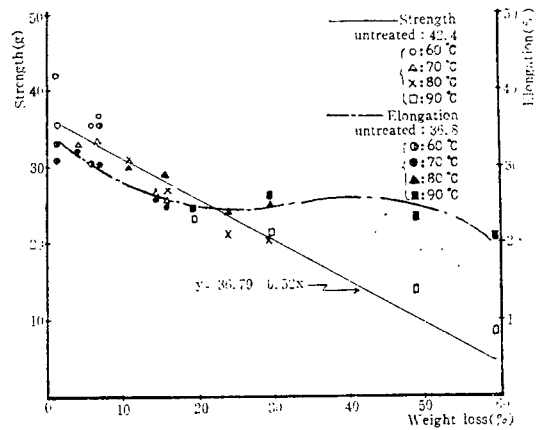
2) 알칼리處理가 强伸도에 미치는影響

實驗Ⅲ-1과Ⅲ-2-(3)의方法에 의해强伸도를測定한結果를 [Fig. 3]에 나타내었다.

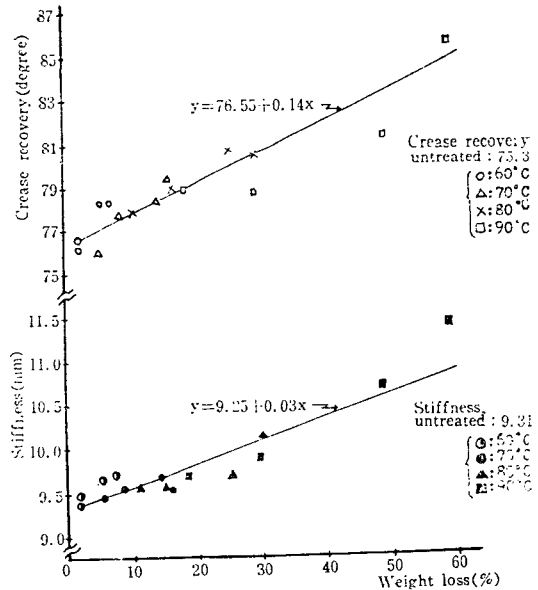
[Fig. 3]에서 보던溫度 90°C, 濃度 12.5% 일때 强伸度變化가 가장低下됨을알 수 있고重量減少에 따라 强伸度도減少되었다. 따라서減量加工에 있어서는織度, 꼬임수織物の組織等を充分히考慮하여適正減量率을設定하여야 한다고思慮된다.

3) 알칼리處理가 防皺度 및 剛軟도에 미치는影響

實驗Ⅲ-1에 의해處理된織物を防皺度는Ⅲ-2-(4),



[Fig. 3] Relation between tensile strength, elongation and weight loss of polyester fabrics at various concentration of NaOH solution treated for 30min.



[Fig. 4] Relation between of stiffness, crease resistance and weight loss of polyester fabrics at various concentration of NaOH solution treated for 30min.

剛軟度는Ⅲ-2-(5)의方法으로測定한結果를 [Fig. 4]에 나타냈다.

[Fig. 4]에서 보는 바와같이 減量率이 커감에 따라防皺度の 개작은 커짐을알 수 있으며織物の組織과經·緯糸密度에 큰 영향이 있는 것으로經·緯糸의密度가 커지면 커질수록 개작이 작게 나타나粗硬한느낌

<Table 2> Weight loss number of specimen

Sample No	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅	S ₆	S ₇	S ₈	S ₉	S ₁₀
Weight loss(%)	1.9	4.4	10.6	18.6	7.0	29.5	24.4	48.1	15.8	59.3

<Table 3> Ranking score for sensory characteristics of treated polyester fabrics.

Sample		S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅	S ₆	S ₇	S ₈	S ₉	S ₁₀
sensory test	T _j	11	26	43	56	30	77	72	93	45	97
	\bar{T}	1.1	2.6	4.3	5.6	3.0	7.7	7.2	9.3	4.5	9.7
	ranking	1	2	4	6	3	8	7	9	5	10
softness	T _j	95	89	71	52	62	42	41	20	74	11
	\bar{T}	9.5	8.9	7.1	5.2	6.2	44.2	4.1	2.0	7.4	1.1
	ranking	10	9	7	5	6	4	3	2	8	1
fullness	T _j	20	31	32	52	38	74	68	93	47	95
	\bar{T}	2.0	3.1	3.2	5.2	3.8	7.4	6.8	9.3	4.7	9.5
	ranking	1	2	3	6	4	8	7	9	5	10
smoothness	T _j	90	82	67	58	78	36	45	18	64	12
	\bar{T}	9.0	8.2	6.7	5.8	7.8	3.6	4.5	1.8	6.4	1.2
	ranking	10	9	7	8	5	3	4	2	6	1
tightness	T _j	90	82	67	58	78	36	45	18	64	12
	\bar{T}	9.0	8.2	6.7	5.8	7.8	3.6	4.5	1.8	6.4	1.2
	ranking	10	9	7	8	5	3	4	2	6	1

<Table 4> Coefficient of concordance (W) and (X₀²)

Sensory characteristics	W	X ₀ ²
softness	0.93	83.70
fullness	0.85	76.50
smoothness	0.77	69.30
tightness	0.74	66.60

을 줄 것으로 思慮된다.

또한 剛軟度는 溫度 80°C, 濃度 15%와 溫度 90°C, 濃度 10%로 處理 했을 때 急激한 變化가 始作되었으 며 폴리에스테르 織物과 수산화나트륨의 鹼化 過程을 거치게 되므로 減量率이 增加 함에 따라 剛軟度の 값 이 增加 함을 알 수 있다.

2. 官能檢査, 物理量과 태와의 相互 關係

1) 官能檢査의 一致性

[Fig. 1]에서 溫度와 濃度の 變化에 따라 減量率을 測定한 結果 中 減量率이 類似한 값을 除外한 10種의 試料를 採取한 것을 <Table 2>에 나타냈으며 採取한 10 個(S₁~S₁₀)의 試料를 多點比較順位法¹⁸⁾을 適用하여 一連의 順位를 定하고 官能檢査를 행한 判定 中 softness, fullness, smoothness, tightness를 <Table 3>

에 나타냈다.

<Table 3>의 結果를 Ⅲ-3의 (1)式에 代入시켜 ω와 x₀를 算出하여 <Table 4>에 나타냈으며, 本 實驗의 경 우 특히 試料 數가 7種類 이상이므로 x₀²=n(k-1), ω = $\frac{12s}{nk(k+1)}$ 을 求하여 chisquare distribution의 값 과 比較하여 檢定하였다. 이때 x₀²는 自由度 f=k-1 x²의 分布를 한다.

또한 ω의 범위는 0≤ω≤1이고, x₀²는 各 評價項目 모두 x₀²>x²(9.0, 0.05)=16.92가 되므로 官能檢査 모 두 5%의 危險率에 有意함을 確認하였다.

[Table 5]는 官能檢査에서 有意하다고 檢定된 尺度 値와 Ⅲ-2의 測定에서 얻은 物理的 特性的 物理量과, 크기에 對한 平均値를 順位法에 依하여 順位를 배열한 것을 나타낸 것이다.

2) 物理量과 官能量과의 相關 關係

官能檢査에 依한 主觀的 評價와 物理的 測定에 依한 客觀的 評價로 順位點數를 주었음에, 그 評價의 一 致性 檢定 方法으로 Ⅲ-3의 (2)式에 代入하여 <Table 6>과 같은 相關 matrix를 얻었으며, 相關係數(R)의 값 은 -1에서 +1까지의 값으로 R이 +1에 가까운 값을 가지면 評價基準에 一致한다고 볼 수 있으며, -1에 가까운 價면 評價基準에 전혀 반대라고 볼 수 있다.

〈Table 5〉 The score of ranking for physical characteristics and sensory characteristics

Item	Test No.	Sample No.									
		S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅	S ₆	S ₇	S ₈	S ₉	S ₁₀
physical characteristic	1: thickness	1	2	4	8	3	7	6	9	5	10
	2: weight	10	9	7	5	8	3	4	2	6	1
	3: elongation crease	9	10	7	3	8	6	4	2	5	1
	4: resistance	2	1	4	6	3	5	8	9	7	10
	5: stiffness	1	2	4	6	3	8	7	9	5	10
sensory characteristic	6: softness	1	2	4	6	3	8	7	9	5	10
	7: fullness	10	9	7	5	6	4	3	2	8	1
	8: smoothness	1	2	3	6	4	8	7	9	5	10
	9: tightness	10	9	7	8	5	3	4	2	6	1

〈Table 6〉 Correlation matrix of physical characteristics and sensory characteristics

Test No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1		-0.96	-0.95	0.89	0.96	0.96	-0.90	0.95	-0.78
2	-0.96		0.90	-0.90	-1.0	-1.0	0.93	-0.98	0.89
3	-0.95	0.90		-0.96	-1.0	-1.0	0.84	-0.89	0.72
4	0.89	-0.90	-0.96		0.90	0.90	-0.84	0.89	-0.79
5	0.96	-1.0	-1.0	0.90		1.0	-0.93	0.98	-0.89
6	0.96	-1.0	-1.0	0.90	1.0		-0.93	0.98	-0.89
7	-0.90	0.93	0.84	-0.84	-0.93	-0.93		-0.95	0.89
8	0.95	-0.98	-0.89	0.89	0.98	0.98	-0.95		-0.91
9	-0.78	0.89	0.72	-0.79	-0.89	-0.89	0.89	-0.91	

〈Table 7〉 Physical value

Item	Sample									
	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅	S ₆	S ₇	S ₈	S ₉	S ₁₀
Handle-o-meter value	82.0	70.2	64.6	35.3	50.1	31.0	30.2	16.8	39.7	13.2

〈Table 6〉에서 보면 elongation 과 stiffness, softness 와는 전혀 一致하지 않았지만, stiffness 와 softness 는 評價基準에 가장 一致함을 알 수 있다.

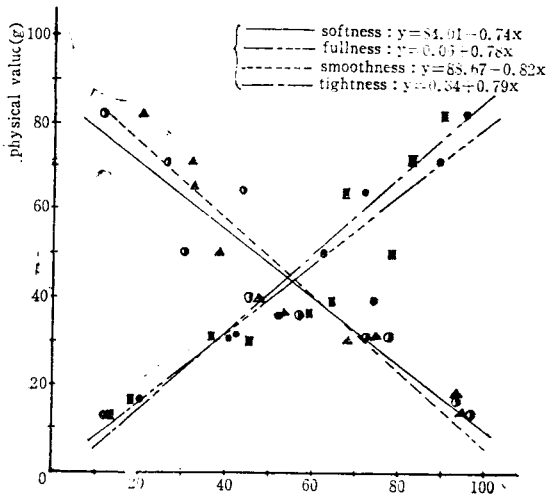
3) 物理量과 官能量이 태에 미치는 影響

實驗 Ⅲ-4의 方法으로 物理量을 測定한 結果를 태의 客觀的인 物理量으로 表示하여 〈Table 7〉과 같은 값을 얻었으며, 官能檢査에서 얻은 順位點數〈Table 3〉와의 關係에서 物理量과 softness, fullness, smoothness, tightness 와의 關係를 [Fig. 5]에 나타내었다.

[Fig. 5]에서 보면 物理量과 softness 는 物理量이 크면 클수록 官能量은 減少하는 것을 알 수 있으며 〈Table 6〉에서 보면, softness 는 thickness 와 stiffness 에 높은 相關성을 나타내고 있다.

Hoffman¹⁹⁾은 stiffness 가 彈性係數에 비례하며, 필라멘트의 모양·코임수·糸의 내부마찰 및 製織의 形態는 剛軟度에 影響을 미친다고 하였다. 따라서 [Fig. 4]에서 알칼리의 濃度와 溫度의 增加에 따라 stiffness도 增加되는 것과 [Fig. 2]에서 濃度와 溫度가 增加되면 두께도 얇아지고 柔軟해지므로 物理量이 크면 클수록 hard 한 느낌을 주고 物理量이 적으면 flexible 한 느낌을 주게 될 것이다.

物理量과 fullness 와의 關係에서는 物理量이 增加하면 fullness 도 增加하며 이것은 減量率과는 반비례 현상이다. 또한 〈Table 6〉에서 보면 fullness 는 weight 와 elongation 과 높은 相關성이 있게 나타나며 특히 weight 와 더 높은 相關성이 나타났다.



[Fig. 5] Correlation between softness, fullness, smoothness, tightness and physical value

物理量과 smoothness와의 關係에서는 物理量이 增加하면 smoothness는 減少하는 傾向을 나타내고 있으며, 두께와 防皺度, stiffness와 相關性이 높음을 알 수 있으며, 減量率이 增加하면 smoothness도 增加되는 것은 減量에 依해 織物이 柔軟해지기 때문에 思慮된다.

物理量과 tightness는 物理量이 增加되면 官能量도 增加되는 것으로 보아 減量率이 增加되면 官能量은 減少하는 것을 알 수 있으며, tightness는 weight와 elongation과 相關性이 높으며, 減量率과는 比喩한다.

4) 物理量과 官能量の 檢定

<Table 8>은 物理量과 官能量과의 關係에서 相關係數의 有意性을 檢定한 값으로서 $t = R\sqrt{\frac{n-2}{1-R^2}}$ (但 R: 상관계수, n: 시료수)에 의하여 自由度 n-2의 t-分布率을 有意 檢定한 結果를 나타낸 것이다. 여기에서 自由度 8일 때 $t(0.05) = 2.306$ 으로 危險率 5%로 相關性에 有意함을 確認할 수 있었다.

따라서 [Fig. 5]의 直線的인 함수 關係를 알기 위하여 最小 自乘法에 依한 回歸直線方程式에 依해 <Table 9>와 같은 式을 얻었다.

V. 結 論

폴리에스테르 織物에 알칼리의 濃度와 溫度를 變化시키면서 處理한 後, 處理 織物의 物性變化 및 物理量 官能量과 태와의 相互關係를 살펴 본 結果, 다음과 같

<Table 8> The result of significance test

Sensory	Physical	t
softness	thickness	9.69
	crease resistance	5.83
	stiffness	0
fullness	weight	7.16
	elongation	4.37
smoothness	thickness	8.60
	crease resistance	5.52
	stiffness	13.92
tightness	weight	5.52
	elongation	2.93

<Table 9> Regression equation of polyester fabrics for handle of different factor

x	y	Regression equation
softness	handle	$y = 84.01 - 0.74x$
fullness	handle	$y = 0.06 + 0.78x$
smoothness	handle	$y = 88.67 - 0.82x$
tightness	handle	$y = 0.34 + 0.79x$

은 結論을 얻었다.

1. 알칼리의 溫度를 60~90°C, 濃度를 7.5~15%까지 變化시키면서 處理했을 때의 重量減少는 그 범위내에서 直線的인 增加現象을 나타냈다.

2. 減量率이 增加하면 softness와 smoothness는 增加하였으나, fullness와 tightness는 減少하였다.

3. 物理量과 官能量과의 關係에서는 fullness와 tightness는 陽의 相關性을 나타냈으며, softness와 smoothness는 陰의 相關性을 나타냈다.

4. 物理量과 官能量과의 相關關係에서 얻은 回歸直線方程式은 다음과 같다.

Softness: $y = 84.01 - 0.74x$

Fullness: $y = 0.06 + 0.78x$

Smoothness: $y = 88.67 - 0.82x$

Tightness: $y = 0.34 + 0.79x$

參 考 文 獻

1) H. Binns, The Discrimination of wool fabrics by the Sense Touch, *Bri. J. Psychol.*, 16, 237-247(1926)

- 2) F.F. Pierce, The Handle of cloth as a measurable quant. *J. Text. Inst.*, **21**, T379-389(1930)
- 3) 小林茂雄, 風合いの表現に關する情報理論的手法適用の検討, *日織機誌*, **26**, 73-81 (1973)
- 4) B.C. Ellis and R.K. Garnsworthy, A Review of Techniguess for the Assessment Hand, *Text. Res. J.*, **50**, 231-238(1980)
- 5) H.P. Lundgren, New Concepts in Evaluating fabric Hand, *Text. Chem. Color.*, **1**, 35-45(1969)
- 6) T. Matsuo and M. Saito, The Method for Measuring Hand, *J. Text. Mach. Soc of Japan.*, **17**, 19-104(1971)
- 7) 松尾達樹, 布の風合い計測方法, *繊維と工業*, **5**, 291-298(1972)
- 8) R.H. Brand, Measurement of Aethetics Analysis of Aethetics Campanents, *Text. Res. J.*, **34**, 791-804(1964)
- 9) W.S. Howorth and P.H. Oliver, Applicatian of Multiple Factor Analysis to the Assessment of fabric Handle, *J. Text. Inst.*, **49**, T540-553 (1958)
- 10) P. Brown, The Characterization of Bulk, *Text. Res. J.*, **33**, 395-412(1969)
- 11) 小林茂雄, 毛織物の風合いの官能特性と物理特性の對應づけ, *日織學誌.*, **25**, 223-232(1969)
- 12) 布の風合い, 布と風合の編輯委員會, 日本纖維機械學會, 152-154(1972)
- 13) 金魯洙, 金相溶, 纖維工業試驗, 文運堂, 12-13 (1973)
- 14) 橋本健, ポリエステル纖維のアルカリ處理に關しこ(第一報), *日織學誌.*, **14**, 510-514(1958)
- 15) 高錫元, 魏基燦, 金魯洙, Polyester纖維의 알칼리加工에 관한 研究, *纖維工誌*, **14**, 18-24(1977)
- 16) C.G.G. Namboori, *Text. Chem. Color.*, **1**, 50 (1964)
- 17) 高岸徹, 脇田登美司, 黒木直彦, ポリエステル纖維の有機溶媒/水處理による微細構造變化と染色性, *日織學誌.*, **34**, 331-335(1978)
- 18) 駁斗秀夫, 藤井憲治, 布の風合いの統計的分析の検討, 第23回年次大會 研究發表, *日織機誌.*, **23**, 129(1970)
- 19) R.M. Hoffman and L.F. Beste, Same Relations of fil properties to fabrics, *Text. Res. J.*, **21**, 66-77(1951)