〔報 文〕

Journal of the Korean Society
of Clothing and Textiles
Vol. 12, No. 2(1988) p. 181~188

암모니아水／수산화나트륨에서 處理된 綿의 微細構造와 物理的 性質(Ⅰ)

崔 喆 鎬·金 美 善·李 粲 旻*

전남대학교 사범대학 가정교육과·*목포대학 가정학과

Physical Properties and Fine Structure of Cotton Mercerized in Ammonia Water/Sodium Hydroxide(Ⅰ)

Chul-Ho Choi · Mee-Sun Kim · Chan-Min Lee*

Dept. Home Economics Education, Chonnam National University
*Dept. Home Economics, Mokpo National College

(1988. 2. 22 접수)

Abstract

Cotton fabrics were slack-mercerized in sodium hydroxide, ammonia water(min. 28% NH_3), and mixture of ammonia water/sodium hydroxide. The surface of treated cotton fabrics were observed through SEM, and the changes of fine structure were analyzed by X-ray diffractometer.

In addition to that shrinkage was compared mutally, and tenacity-elongation compared, too. SEM photographs showed fibrls rearranged strightly toward fibre axis.

X-ray diffraction represented increased amorphous fraction, and partial recrystallization into cellulose Ⅱ lattic after treatment with sodium hydroxide and mixture of ammonia water/sodium hydroxide. The mercerization produced increased fibre tenacity-elongation with slack state. Lastly, the best condition of mercerization was 4%/14%, 10°C, 5~30 min. in mixture of ammonia/sodium hydroxide.

Ⅰ. 序 論

綿은 被服材料의 保健衛生面에서 완벽한 特性을 갖고 있으나 被服管理面의 Wash & Wear性에서 큰 缺點을 갖는다.

綿의 缺點을 改善하는 間接的인 方法으로서 머어서化가 행하여지고 있다[1].

從來의 머어서化 加工은 水酸化나트륨을 많이 使用하여 왔으나 廢水에서의 低調한 回收率과 費用이 많이 드는 것 등이 결점으로 나타나고 있어 最近에는 Hess 등[2,3]에 依해 알려진 또 다른 綿纖維 팽윤제인 液體 암모니아에 관심을 갖게 되었다. 특히 液體 암모니아의 回收率은 90% 以上이며 머어서化 綿의 生産性을 높일

수 있는 것으로 報告[4,5]되고 있다.

한편 Gailey[6,7] 등은 암모니아—셀룰로오스 複合體나 나트륨—셀룰로오스 化合物이 셀룰로오스로 再變形될 때 內部構造의 格子變形이 前者의 경우에 셀룰로오스 Ⅲ, 後者의 경우에 셀룰로오스 Ⅱ가 形成된다고 報告하고 있다.

이와같은 事實에 根據하여 綿纖維의 結晶格子變形과 改質은 머어서化의 實驗條件에 따라서 달라질 것이라 思料되므로 여러가지 實驗이 되어져야 할 것이다.

本 硏究에서는 여러가지 머어서化 條件으로서 綿織物을 각각 水酸化나트륨, 암모니아水, 암모니아水와 水酸化나트륨 混合水溶液 中에서 無張力狀態로 處理하였다.

각 條件에서 處理된 머어서化 綿纖維는 表面狀態를 電子顯微鏡(SEM)으로 관찰하여 팽윤과 再結晶이 纖維表面에 어떤 영향을 미치는지 調査하였다.

팽윤 綿纖維의 再結晶과 微細構造는 X-線 회절분석법을 통하여 調査하였다. 각각의 머어서化 條件에 대한 綿纖維의 改質狀態를 알아보기 위해 綿織物의 强伸度와 收縮率을 測定하였다.

Ⅱ. 實 驗

Ⅱ-1. 試料 및 試藥

Ⅱ-1-1. 試 料

綿平織物(65×65/inch)을 拔糊한 後에 8時間 精練한 다음 熱風乾燥機에서 90°C, 4時間 건조시킨 後, 데시케이터속에서 48時間 以上 보관하였다.

Ⅱ-1-2. 試 藥

NaOH, NH_4OH, CH_3COOH, Triton X-100 등 모든 試藥은 市販一級品을 使用하였다.

Ⅱ-2. 綿織物의 머어서化 加工

Ⅱ-2-1. 水酸化나트륨 處理

恒溫槽에 設置한 反應槽에서 水酸化나트륨의 濃度 : 7, 4, 21, 28%(Wt/Wt), 處理溫度 : 10, 30, 60°C에서 綿織物을 無張力狀態로 各各 유지하면서 2, 5, 15, 30, 80分間 處理한 다음 水洗하고 1% 醋酸으로 15分間 헹군 後, 다시 증류수로 잘 洗滌하여 乾燥機에서 乾燥하였다.

Ⅱ-2-2. 암모니아水 處理

精鍊한 綿織物을 암모니아水(最少 NH_3濃度 : 7, 14, 21, 28%)로 溫度 10°C, 각각 2, 5, 15, 30, 80分間 無張力狀態에서 處理하였다.

Ⅱ-2-3. 암모니아水와 水酸化나트륨 混合液 處理

Ⅱ-2-1의 處理方法으로 암모니아와 水酸化나트륨 濃度比(4 : 14, 7 : 11, 11 : 7, 14 : 4)의 混合水溶液에서 各各 處理하였다.

Ⅱ-3. 電子顯微鏡에 依한 머어서化綿의 觀察

머어서化 綿의 斷面, 側面과 表面을 Scanning electron microscope(JSM-35°C, JEDL 社製, Japan)을 使用하여 출력 : 15kV, 배율 : 1000, 2000으로 觀察하였다.

Ⅱ-4. X-線 回折分析

處理綿과 未處理綿을 X-線 回折分析장치(Geiger flex, Reigaku 社製, Japan)를 使用하여 微細構造의 格子變化를 調査하였다(測定條件 : Cu-Ka, Ni-filter, 35kV, 15mA, 주사범위 : 2θ).

Ⅱ-5. 收縮率의 測定

各各의 條件에서 處理된 試料를 90°C로 4時間 以上 熱風乾燥機에서 乾燥시킨 後, 데시케이터 안에서 48時間 以上 放置한 다음 그때에 試料가 收縮된 程度를 調査하여 아래 式을 利用하여 測定하였다.

$$\text{收縮率}(\%) = (S_{TB} - S_{TA}) \times 100 / S_{TB}$$

S_{TA} : 處理後의 綿織物의 길이

S_{TB} : 處理前의 綿織物의 길이

Ⅱ-6. 强伸度 測定

處理綿과 未處理綿을 KSK 0522에 의거하여 인스트롱 引張試驗機(DSS-10T-S, Shimadzu 社製, Japan)를 使用하여 織物의 經絲方向으로 測定하였다. 이때의 引張速度는 50mm/min., 測定時의 溫度는 20±1°C, 濕度는 65±2%로 하였다.

Ⅲ. 結果 및 考察

Ⅲ-1. 머어서化綿의 SEM 觀察

암모니아水와 수산화나트륨 混合液과 水酸化나트륨으로 處理한 綿纖維는 팽윤에 依한 再結晶으로 纖維表面이 부드러워지고 광택을 띄게 되며 綿纖維가 갖는 天然꼬임이 多少 풀리게 되어 斷面이 원형에 가깝게 變化된다. 또 암모니아水만으로 處理된 綿의 경우도 程度의 차이는 있으나 그림 1과 그림 2를 통해서 위와 동일한 現象이 있음을 알 수 있었다.

이와같은 現象은 處理水溶液 中에서 綿의 바깥 微細

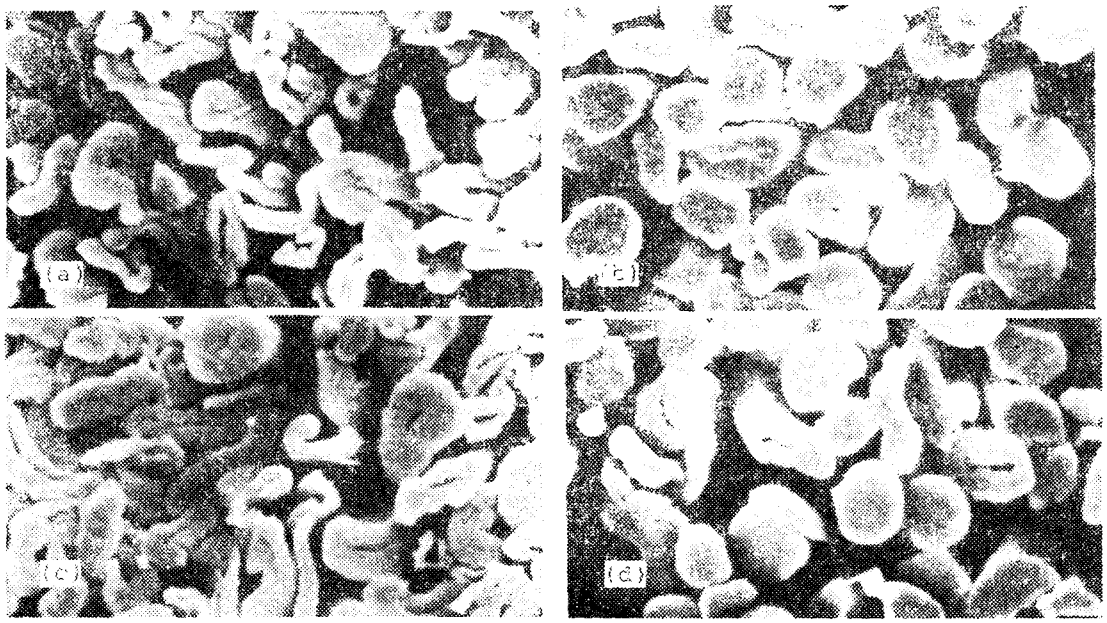

Fig. 1. SEM phtographs of cross sections of cotton fibers slack-mercerized at 10°C, 5 min.(×1000)
a) Untreated, b) NaOH(28%) treated, c) NH_4OH(min.NH_3 : 28%) treated,
d) NaOH(14%) & NH_4OH(min. NH_3 : 4%) treated

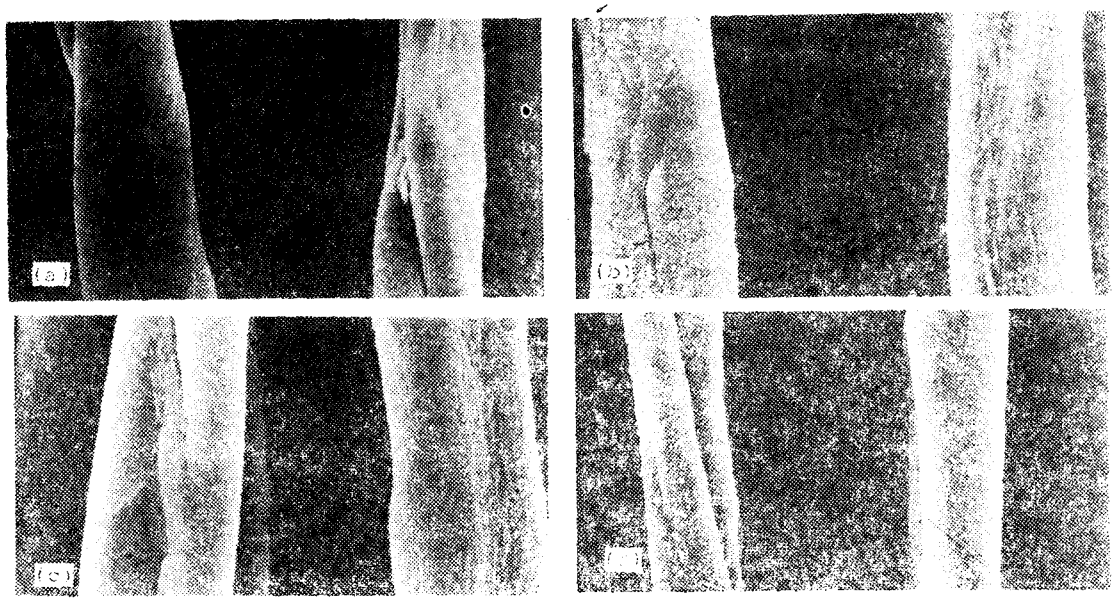

Fig. 2. SEM photographs(longitudinal views) of cotton fibres slack-mercerized at 10°C, 5 min.(×2000)
a) Untreated, b)NaOH(28%) treated, c) NH_4OH(min. NH_3 : 28%) treated,
d) NaOH(14%) & NH_4OH(min. NH_3 : 4%)

纖維層이 안 微細纖維層보다 암모니아나 水酸化나트륨의 영향을 많이 받게 되므로서 起因하는 것으로 Nodder 등[8]도 報告한 바 있다.

그림 2는 未處理綿과 水酸化나트륨 28%, 암모니아水(min. NH_3 : 28%), 水酸化나트륨(14%)와 암모니아(min. NH_3 : 4%)의 混合水溶液中에서 10°C로 5分間 處理한 綿纖維表面의 2,000배율 SEM 사진이다.

未處理綿의 表面에서는 全體的으로 微細纖維가 纖維軸方向에 螺旋形態로 나타났고 水酸化나트륨 處理綿은 纖維軸方向으로 平行하게 微細纖維가 再配列됐음을 볼 수 있었다. 암모니아水와 암모니아水/수산화나트륨 混合液에서 處理된 綿도 비슷한 傾向을 보였으며 水酸化나트륨 處理綿에 비하여 보다 均一한 狀態의 微細纖維 再配列을 볼 수 있었다. 이상과 같은 微細纖維의 纖維軸方向으로의 再配列은 綿纖維의 팽윤과 再結晶으로 因한 cellulose分子사슬의 再編成을 意味하는 것이라 생각된다.

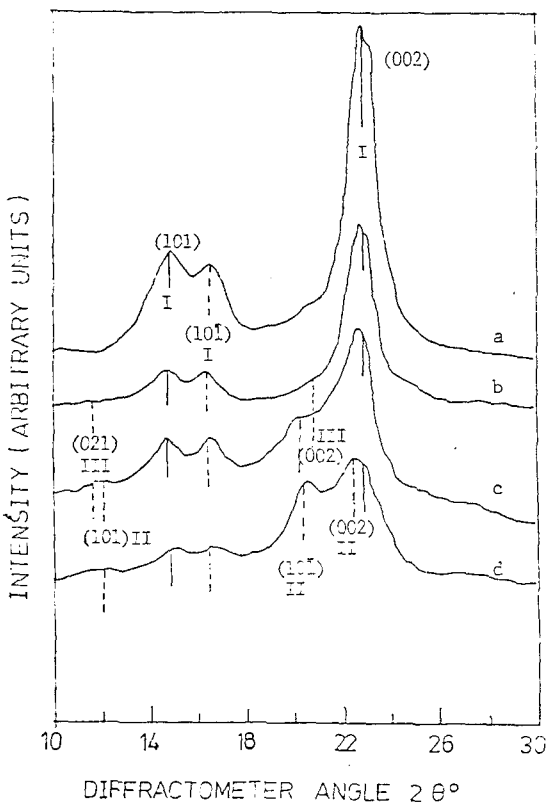

Fig. 3. Nomalized radial X-ray diffractograms of slack-mercerized cotton fibre : a) Untreated, b) NH_4OH(min. NH_3 : 28%) treated, c) NaOH(14%) & NH_4OH(min. NH_3 : 4%) treated, d) NaOH(28%) treated.

Ⅲ-2. 머어서化綿의 結晶格子 變化

그림 3은 無張力狀態에서 各各 머어서化시킨 綿과 原綿의 X-線 回折曲線이다. Peak(a)는 原綿의 曲線으로서 cellulose Ⅰ의 結晶格子를 보이며 암모니아水 處理綿은 (b)의 回折曲線을 보였다. (b)의 曲線을 통하여 팽윤後 cellulose Ⅰ으로 再結晶 되었음을 알 수 있으며 전반적으로 모든 peak가 (a)의 peak보다 幅이 넓어지고 높이는 낮아진 것으로 봐서 非結晶영역이 原綿보다도 增加하였음을 알았다. 그리고 peak(002)가 22°쪽으로 다소 shift되어 나타난 것은 不完全格子들의 會合으로 생각되었으며 cellulose Ⅲ로의 結晶格子 變化를 나타내는 peak(021)가 미약한 세기를 나타낸 것으로 보아 cellulose Ⅲ의 格子變形은 없는 것으로 생각되었다.

암모니아水와 水酸化나트륨의 混合液에서 處理된 綿의 回折曲線을 나타내는 (c)은 cellulose Ⅰ, Ⅱ의 混合된 結晶格子와 상당한 量의 非結晶영역의 增加를 나타냈다. Peak(格子 Ⅲ) 021, 002에서는 結晶영역의 세기가 작게, peak(格子 Ⅱ) 101, 10$\bar{1}$에서는 結晶영역의 세기가 크게 나타났다.

水酸化나트륨 處理綿의 回折曲線(d)는 대부분 結晶領域이 cellulose Ⅱ格子로 存在하는 것을 나타냈으나 16.3°와 14.7°에 peak(格子 Ⅰ) 101, 10$\bar{1}$의 흔적이 남아 있는 것으로 보아 完全히 cellulose Ⅱ로 格子變化하였다고 보기에는 어려웠다.

Ⅲ-3. 收縮率

表 1은 水酸化나트륨과 암모니아 水溶液안에서 無張力으로 綿平織을 各各 時間에 따라 處理하여 그에 따른 綿平織의 收縮率을 調査한 것이다.

水酸化나트륨 濃度가 增加할수록 收縮率은 커졌으며 28%, 10°C, 5分에서 最大置를 나타냈다. 각각의 處理濃度別 時間에 따른 收縮率은 묽은 濃度인 경우에 時間이 지남에 따라 增加하였고 짙은 濃度인 경우에는 5~15分에서 最大置를 보였다.

암모니아水 處理綿의 收縮率은 水酸化나트륨 處理綿에 비하여 작았으며 기타의 경향은 類似하였다. 이와 같이 水酸化나트륨 處理綿이 암모니아水 處理綿보다 收縮率이 顯著하게 큰 것은 各各의 處理水溶液 안에서 相異한 메카니즘으로 綿이 膨潤하게 되므로서 起因하는 것이라 생각된다. 즉 암모니아水 中에서는 綿纖維가 암모니아 셀룰로오스를 水酸化나트륨 水溶液中에서는 나

Table 1. Shrinkage of cotton fabrics mercerized under various experimental conditions.

: %

Concentration, % / Treated temp., °C / Treatment and treated time, min.	7		14		21		28	
	10	30	10	30	10	30	10	30
Sodium hydroxide, slack-mercerized								
2	2.1	3.5	12.8	9.7	16.7	13.6	22.8	18.9
5	3.2	3.6	14.4	10.3	18.3	15.6	23.3	18.9
15	3.2	3.6	16.7	9.7	18.3	17.5	23.3	18.6
30	3.9	3.6	17.2	8.6	18.2	15.3	22.8	18.6
80	4.4	3.6	16.7	8.6	18.0	17.8	22.8	18.8
Ammonia, slack-mercerized								
2	1.3	—	1.4	—	1.8	—	1.6	—
5	1.4	—	1.4	—	2.6	—	—	—
15	1.6	—	1.4	—	2.2	—	2.2	—
30	1.6	—	1.8	—	2.2	—	2.7	—
80	2.0	—	1.8	—	—	—	2.7	—

Table 2. Tenacity-augmentation(%) of cotton fabrics mercerized under various experimental conditions

: %

Concentration, % / Treated temp., °C / Treatment and treated time, min.	7		14		21		28	
	10	30	10	30	10	30	10	30
Sodium hydroxide, slack-mercerized								
2	5.7	2.9	8.6	3.8	11.4	9.5	11.4	25.7
5	8.6	3.8	21.0	8.6	13.3	14.3	18.1	27.7
15	8.6	3.8	21.9	8.6	19.0	14.3	20.0	28.6
30	8.6	3.8	22.9	16.2	22.9	16.2	23.8	23.8
80	10.5	3.8	23.8	18.1	28.6	20.0	20.0	19.0
Ammonia, slack-mercerized								
2	5.7	—	6.7	—	9.5	—	1.0	—
5	5.7	—	6.7	—	9.5	—	1.9	—
15	5.7	—	6.7	—	9.5	—	5.7	—
30	5.7	—	7.6	—	11.4	—	3.8	—
80	2.9	—	5.7	—	0	—	0	—

트륨—셀룰로세이트(cellulosate)를 形成하므로서 膨潤하게 되며 이들은 後處理 後에 제각기 再結晶化와 非結晶化가 각각 다른 狀態로 진행되기 때문이다.

Ⅲ-4. 引張强度增加率

表 2는 여러가지 濃度의 水酸化나트륨과 암모니아水로 温度와 時間等의 條件下에서 綿織物을 處理하고 난 다음에 各各의 引張强度를 測定하여 계산한 綿平織의 强度增加率이다.

水酸化나트륨 處理綿인 경우에 28%, 30°C, 15分에서 가장 큰 强度增加率을 나타냈으며 一般的으로 處理濃度가 增加함에 따라서 綿織物의 强度增加率이 커졌다. 處理時間에 따른 强度增加率은 28%의 處理液인 경우에 5~15分間帶에서 컸으며 7%~21%의 處理液에서는 處理時間이 길어질수록 컸다.

암모니아수 處理綿織物인 경우에는 암모니아 濃度와 處理時間에 따라 强度增加率이 별 차이를 보이지 않았으나 全體的으로 約 5~10%의 强度增加率을 보였다.

이와같이 綿平織의 强度가 수산화나트륨과 암모니아水 處理에 依해 多少의 增加率을 보인 것은 綿纖維가 머어서化하는 동안 膨潤하고 後處理에 依해 再結晶 再配列하는 동안에 綿纖維軸에 대한 微細纖維의 螺旋角

度가 未處理綿보다 작아지며 微細纖維의 配向(orientation)[9]이 좋아지기 때문이다. 또 셀룰로오스 分子의 再編成過程에서 생겨난 微細纖維의 收縮에 依하여 보다 많은 새로운 分子間水素結合이 生成될 것이므로 이와 같은 分子間結合力은 織物의 强度에 큰 영향을 미칠 것이다.

Ⅲ-5. 伸度增加率

각 處理條件에 따른 머어서化 綿織物의 伸度增加率을 表 3에 나타내었다.

Table 3. Elong-augmentation(%) of cotton fabrics mercerized under various experimental conditions : %

Concentration, % / Treated temp., °C / Treatment and treated time, min.	7		14		21		28	
	10	30	10	30	10	30	10	30
Sodium hydroxide, slack-mercerized								
2	1.8	1.8	14.0	7.7	19.5	15.1	23.8	21.7
5	4.3	2.7	15.7	9.8	19.6	17.5	25.5	23.3
15	4.4	3.2	17.7	10.1	19.7	17.5	25.5	25.1
30	4.5	3.5	20.5	11.2	20.3	18.2	25.5	22.8
80	5.1	4.1	20.7	11.9	20.8	18.6	25.2	22.4
Ammonia, slack-mercerized								
2	2.9	—	2.5	—	—	—	—	—
5	3.6	—	3.4	—	2.3	—	1.6	—
15	2.4	—	1.7	—	2.0	—	2.1	—
30	2.9	—	2.0	—	1.2	—	3.8	—
80	1.8	—	1.8	—	1.1	—	3.0	—

Table 4. Properties of cotton fabrics treated in sodium hydroxide & ammonia(18%) under various experimental conditions : %

Conc. ratio of NH_3 & NaOH / Treated temp., °C / Property and treated time, min.	4 : 14		7 : 11		11 : 7		14 : 4	
	10	30	10	30	10	30	10	30
Shrinkage, %								
2	12.8	12.2	6.7	8.0	2.8	3.9	2.2	1.7
5	14.2	12.5	8.3	8.3	2.8	3.9	2.2	1.9
15	13.9	13.9	9.4	9.0	4.4	4.4	2.2	2.2
30	13.9	13.9	10.3	9.4	5.0	4.4	2.8	2.5
80	16.7	14.2	11.1	9.7	5.0	6.0	2.8	2.8
Tenacity-augmentation, %								
2	21.0	11.4	18.1	12.4	18.1	9.5	0	3.8
5	23.8	15.2	19.0	12.4	19.0	11.4	0	5.7
15	25.7	20.0	23.8	23.8	21.0	9.5	1.9	3.8
30	30.5	23.8	26.7	23.8	28.6	9.5	6.7	7.6
80	17.1	18.1	17.1	20.0	13.3	9.5	1.9	3.8
Elongation-augmentation, %								
2	9.1	7.4	7.3	5.8	2.3	4.6	1.9	1.8
5	13.7	8.4	7.7	6.4	2.8	4.6	4.2	2.3
15	13.3	9.3	8.1	6.7	2.8	4.6	3.5	2.8
30	12.5	9.3	9.2	6.6	3.3	5.1	3.1	3.4
80	12.5	11.5	7.1	7.1	3.8	5.8	1.8	3.2

水酸化나트륨 處理에서는 濃度가 짙어짐에 따라서 綿平織의 伸度增加率이 커졌으며 28%의 處理液에서 가장 最大置를 보였다. 7%~21%의 處理液에서는 處理時間이 길수록 伸度增加率이 커졌으며 특히 28%에서는 짧은 處理時間에 伸度增加率의 最大置를 기록했는데 그때의 時間은 5分이었다.

溫度에 따른 綿平織의 伸度增加率은 10°C와 30°C를 比較하였을 때 10°C에서 處理한 綿織物이 더 우수한 伸度增加率을 나타냈다.

암모니아水 處理綿織物은 約 2~3%의 伸度增加率을 나타냈다.

表 4는 水酸化나트륨의 量을 줄이면서도 最大의 머어서化 效果를 얻기 위한 方法을 찾아내기 위해 암모니아水와 水酸化와水酸化나트륨의 混合比를 여러가지로 해서 測定한 强伸度와 收縮率에 대한 結果이다.

먼저 收縮率에서 最大置를 나타낸 處理條件은 암모니아 4%와 水酸化나트륨 14%의 混合水溶液 10°C, 80分이었다.

强度增加率에서 最大置를 나타낸 處理條件은 암모니아 4%와 水酸化나트륨 14%, 10°C, 15~30分이었으며 그밖에 이와 비슷한 結果를 나타낸 條件은 암모니아 7%와 水酸化나트륨 11%의 混合水溶液, 10°C, 30分과 암모니아 11%와 水酸化나트륨 7%의 混合水溶液, 10°C, 30分이었다.

伸度增加率에서 最大置를 나타낸 處理條件도 암모니아 4%와 水酸化나트륨 14%의 混合水溶液, 10°C, 5分이었다.

이상과 같은 結果로서 綿平織의 强伸度와 收縮에 큰 영향을 미치는 要因은 混合液中에서 암모니아보다 水酸化나트륨에 있다는 것을 알았으며, 특이한 事項은 암모니아水와 水酸化나트륨이 混合되므로써 이들 試藥이 單獨으로 綿에 作用할 때보다도 더 優秀한 强伸度增加率과 收縮率을 보인 것이다.

만약 經濟性面에서 綿織物을 머어서化하고 物性을 改質하고저 한다면 저렴한 價格과 回收率에서 有利한 암모니아 쪽을 擇하는 것이 바람직할 것이므로 水酸化나트륨에 依한 머어서化 特性도 살리면서 이 점을 살릴 수 있는 方法으로 다음과 같은 處理條件이 바람직할 것이다. 즉 암모니아 7%와 水酸化나트륨 11%의 混合水溶液이다.

그림 4는 머어서化 綿平織의 收縮率과 伸度增加率의 相互關係를 나타낸 것이다. 암모니아水 處理綿의 경우를 除外하고는 水酸化나트륨 處理綿과 이들 混合水溶液 處理綿들은 收縮率과 伸度增加率 相互間에 비례성

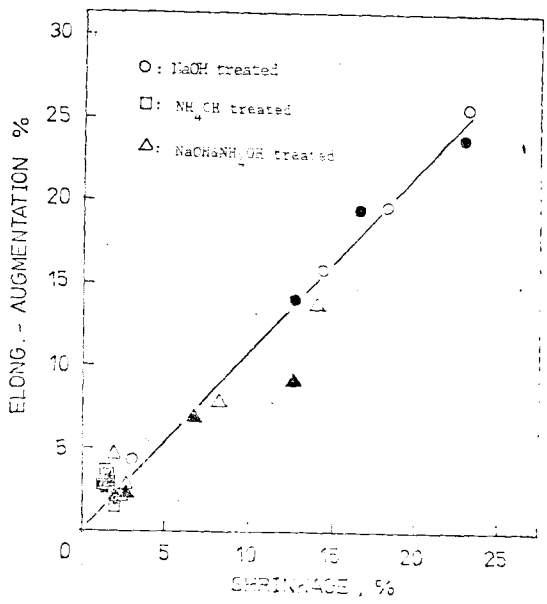

Fig. 4. Correlation of elong-augmentation and slack-mercerized cotton fabric shrinkage; solid mark, for 2 min. ; blank mark, for 5 min.

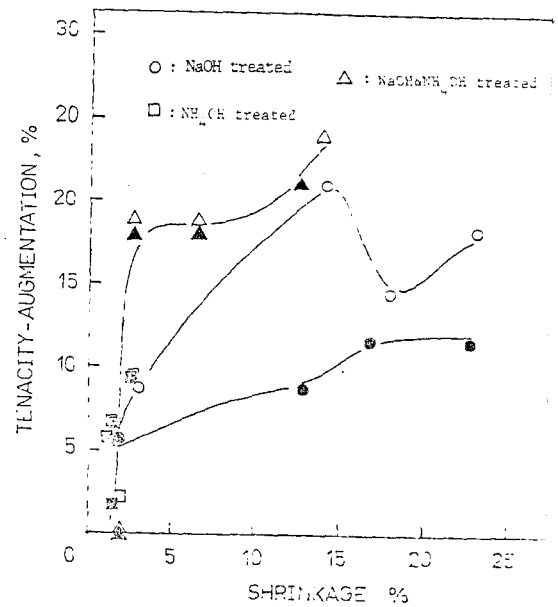

Fig. 5. Correlation of tenacity-augmentation and slack-mercerized cotton fabric shrinkage; solid mark, for 2 min ; blank mark, for 5 min.

을 갖었다.

그림 5는 머어서化 綿平織의 强度增加率과 收縮率間의 相互關係를 나타낸 것이다.

水酸化나트륨 處理綿은 約 23%의 收縮率을 갖는 반면 混合水溶液에 處理綿의 收縮率은 約 24%에 지나지 않았으나 强度增加率은 混合水溶液 處理綿이 더 優秀하였다. 이와 같은 結果로 미루어 봐서 綿平織의 收縮率과 强度增加率間에는 이들 處理條件에 따른 相互關係가 다르게 나타난 것이라고 생각된다.

Ⅳ. 結 論

本 硏究에서는 綿平織을 無張力狀態에서 各各 水酸化나트륨, 암모니아水, 水酸化나트륨과 암모니아 混合水溶液으로 處理하여 硏究, 檢討한 結果로서 다음과 같은 結論을 얻었다.

1) 未處理 綿纖維의 微細纖維가 纖維軸方向에 螺旋狀으로 되어 있는 反面에 水酸化나트륨, 암모니아水와 그들 混合水溶液에 依해 處理된 綿纖維는 纖維軸方向에 평행인 直線狀으로 되었다.

2) 각각의 모든 處理線은 X-線回折曲線에서 非結晶이 增加하고 있음을 나타냈으며, 水酸化나트륨 處理綿은 cellulose Ⅰ, Ⅱ, 암모니아水 處理綿은 cellulose Ⅰ의 格子構造를 보였다. 그리고 암모니아水와 水酸化나트륨 混合液에서 處理된 綿은 cellulose Ⅰ, Ⅱ의 結晶格子構造를 나타냈다.

3) 强伸度增加率은 水酸化나트륨 14%와 암모니아 4%의 混合水溶液, 10°C, 30分의 處理條件에서 最大置를 나타냈다.

參 考 文 獻

1) Rousselle, M.A. & Nelson, M.L. & Hassenboehler, C.B. & Legendre, D.C., Liquid Ammonia and Caustic Mercerization, Textile Res. J., 16, pp. 304~310, 1976.

2) Barry, A.J. & Peterson, F.C. & King, A.J., X-ray Studies of Reactions of Cellulose in Non-aqueous Systems ; Interaction of Cellulose and Liquid Ammonia, J. Amer. Chem. Soc., 58, pp. 333~337, 1936.

3) Clark, G.L. & Parker, E.A., An X-ray Diffraction Study on the Action of Liquid Ammonia on Cellulose and Its Derivarives, J. Phys. Chem., 41, pp. 777~781, 1937.

4) Warwicker, J.O., The Fundamental Basis of Liquid Ammonia Incatment of Cotton, Cellulose Chem. Technolo, 6, pp. 85~97, 1972.

5) Lewin, M. & Roldan, L.G., The Effect of Liquid Anhydrous Ammonia on the Structure and Morphology of Cotton Cellulose, J. Polymer Sci. ; Part C, No. 36, pp. 213~229, 1971.

6) Gailey, R.M., The Liquid Ammonia Treatment of Yorns and Threads. 1. Principles and Practice. Pap. Conf. Liquid Ammonia Treatment of Cellulosic Textiles, Cotton. Silk and Man-made Fibres Research Assoc., pp. 9~20, 1970.

7) Nelson M.L. & Hassenboehler, C.B. & Andrews, F.R. & Markezich, A.R., Mechenical Propertiks of Cotton Yarns Mercerized in Liquid Ammonia and Codium Hydroxide, Textile Res. J., 46, pp. 872~879, 1976.

8) Lewin, M. & Sell, S.B., Chemical Processing of Fiber and Fibrics, Vol. 1, New York and Basel, pp. 135~136, 1983.

9) Lewin, M. & Sello, S.B., Chemical Processing of Fiber and Fabrics, Vol. 1, New York and Basel, pp. 170~172, 1983.