

Polyester/綿 混紡織物の alkali 處理加工

이석영 · 조 환*

섬유기술진흥원

*영남대학교 공과대학 섬유공학과
(1991. 7. 22 접수)

Alkali-Treatment of Polyester/Cotton Blend Fabric

Suk Young Lee and Hwan Cho*

Research Institute of Textile Technology

*Department of Textile Engineering, Yeungnam Univ., Gyongsan, Korea

(Received July 22, 1991)

Abstract—To develop an one-bath process for weight-reduction and mercerization of polyester/cotton fabric, concentrated NaOH solution was padded and steam-treated at high temperature.

Following results which can be used commercially are obtained.

(1) Steaming temperature of 110-120°C is most efficient.

(2) Optimum concentration of NaOH solution is 15-20%.

(3) Most favorable weight-reduction is 20% in the aspect of fabric handle, and under this treating condition, dye exhaustion onto the mercerized cotton fiber is also increased to 40% or more.

From above results, we believe that the economical and concurrent weight-reduction and mercerization of polyester/cotton fabric can be realized. Moreover, with continuous treatment by pad-steam procedure, it is expected that this is, also, advantageous for the improvement of fabric quality and productivity.

1. 緒 論

Polyester(이하 PET로 略함) 纖維는 天然纖維보다 우수한 여러가지의 장점 때문에 많이 사용되고 있으나, 結晶性이 높아서 染色性이 좋지 못하며 촉감이 딱딱한 단점도 지니고 있다. 이러한 결점을 개선하기 위한 많은 研究가 행하여져 왔으며, 그들 중에서도 특히 촉감을 개선하기 위한 알칼리 處理加工이 오래 전부터 실시되어 오고 있다.

이 PET 纖維의 알칼리 處理加工은, 1952年 영국 ICI社의 특허¹⁾와 1958年 Dupont社²⁾가 특허를 획득한 이래 수많은 研究가 이루어져 왔으며, 학술적으로는 日本의 Hashimoto의 研究^{3,4)}가 기초가 되어진 것으로 알려져 있다. 이러한 PET 纖維의 알칼리 處理에 의한 유연화가공은 알칼리를 단독으로 처리

하는 것이 보통이지만,⁵⁻⁸⁾ PET 纖維에 絹과 같은 촉감을 부여하기 위해서는 높은 減量率이 요구되므로, 4급 암모늄염과 같은 감량촉진제를 사용하는 方法도 많이 研究되었다.⁹⁻¹⁴⁾

綿은 被服材料의 保健衛生面에서 거의 완벽한 特性을 가지고 있으나 광택, 염색성, 형태안정성 등의 향상을 목적으로 알칼리 溶液으로 處理하는 머서化가 행하여지고 있다. 머서化는 1850年 영국의 John Mercer가 특허¹⁵⁾를 획득한 이후 광택의 향상, 染料親和性의 증진 및 染色性의 向上, 形態安定性의 向上, 化學的 反應性의 개선, 強力의 向上, 吸水性的 증대, 촉감의 개선 등의 目的으로 많은 연구¹⁶⁻¹⁸⁾가 행하여져 왔으며, 수산화나트륨(NaOH) 이외에 회수율이 우수한 liquid ammonia(L.A.)를 사용한 머서化의 研究^{19,20)}도 많이 있다.

한 종류의 섬유가 지니고 있는 장점을 보다 더 향상시키고 단점을 개선시키는 것을 목적으로 한 혼紡纖維의 사용은 지난 20여년간에 급격히 증가하였으며, 그 중에서도 PET 單纖維와 綿과의 混紡品이 옷감용으로 가장 많이 사용되고 있다. 이러한 PET/綿 混紡 織物에서 PET 成分에는 유연성 및 防汚性を 向上시키고, 綿成分에는 親水성과 染色性を 개선하기 위한 方法의 일환으로 PET/綿 混紡織物에 대한 NaOH 溶液處理 方法의 研究도 보고된 바 있다.

本 研究에서는 PET/綿 混紡織物을 高濃度의 NaOH 용액으로 pad한 후, steamer를 이용하여 고온 증열처리하는 pad-steam 法으로 處理하므로써, PET 纖維의 減量加工과 綿纖維의 머서化 加工을 1-속법으로 동시에 처리하는 가공공정을 개발함과 동시에 연속처리 가공의 가능성을 검토해 보고자 하였다.

2. 實 驗

2.1 試料 및 試藥

2.1.1 試料

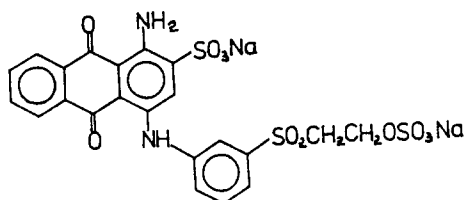
本 研究에 사용한 試料는 진일염공에서 호발·정련한 PET/綿 混紡織物(이하 E/C로 略함)의 平織으로, 경사 및 위사의 번수는 45, 絲密度는 경사 115本/in, 위사 75本/in이며, 布重量은 103.0 g/m², 혼용율은 PET 63.5%, 綿 36.5%이다.

2.1.2 試藥

NaOH(Yakuri Pure Chemical社製)와 Na₂SO₄, Na₂CO₃, CH₃COOH(Shinyo Pure Chemical社製) 등의 試藥은 市販 1級 試藥을 정제하지 않고 그대로 사용하였다.

2.1.3 染料

實驗에 사용한 染料는 反應性染料인 Remazol Brilliant Blue R Special(Hoechst)로서, 分子量은 626이며 그 分子構造는 다음과 같다.



2.2 實驗 方法

2.2.1 알칼리 處理

試料를 45×45 cm의 크기로 제단하여 numbering하고 padding M/C Model VPN-1(Tsujii社製)을 사용하여, 알칼리 용액의 농도를 달리해 가며 pad한 다음 mangle 압력 2.6 kg/cm²로 균일하게 압착시키고 나서, 織物의 경·위사 방향으로 張力을 일정하게 유지하기 위하여, 별도로 제작한 4각 pin-tenter 틀에 고정시켰다. 이 試料를 High Temperature Steamer Model HT-3(Tsujii社製)에 넣어, steam 압력 1 kg/cm², steam 속도 150 l/min으로 하여, 온도와 시간을 변경해가며 증열처리한 후, 80℃와 40℃의 온수로 순차적으로 수세하고, 실온의 증류수로 충분히 수세하였다.

이렇게 알칼리 處理한 試料를 자연건조시킨 다음, 60℃의 열풍건조기에 넣어 4시간 동안 충분히 건조시키고, silicagel이 들어있는 Desiccator에 넣어 보관하였다.

2.2.2 處理布의 染色

알칼리 處理한 試料를 Mini Colour Pot Dyeing M/C(Daiei社製)에서 욕비 1 : 100, 염색농도 3% o. w.f, 승온속도 1C/min로 60℃에서 1時間 染色하였으며, 이때 사용한 염의 사용량은 Na₂SO₄ 50 g/l, Na₂CO₃ 5 g/l로 일정하게 첨가하였다. 染色한 試料는 냉수세 5분, 초산으로 pH 5로 조절된 용액으로 50℃에서 10분간 중화, 70℃에서 5분간 온수세, 냉수세의 순으로 순차적으로 수세한 후 자연 건조하였다.

2.2.3 引張強度 測定

Tensorapid III(Uster社製)를 사용하여 파지거리 25.4 cm, 인장속도 300 mm/min으로 측정하였으며, 경사만을 실상대로 측정하였다.

2.2.4 表面색농도 測定

Computer Colour Matching System(이하 CCM으로 略함) MM 7000(ICS社製)을 사용하여, 광원 D65, 10° 시야법으로 測色한 다음, 表面 색농도(colour intensity)를 測定하였다. 이때, 알칼리 處理하지 않은 染色試料를 기준시료로 하고, 이것에 대한 알칼리 처리 후 染色한 시료의 表面 색농도의 증가율을 구하였다.

2.2.5 굽힘特性 測定

Kawabata's Evaluation System인 Pure Bending

Tester(KES-F2) (Kato Iron Work社製)를 사용하여, 굽힘剛性(B값)과, 굽힘히스테리시스幅(2HB값)을 經緯方向에 대하여 두 곳씩 측정하여 평균하였다.

2.2.6 전자현미경에 의한 表面 관찰

試料를 Ion Coator를 사용하여 Au로 真空 증착시킨 다음, 주사전자현미경 S-450(Hitachi社製)을 사용하여 試料의 표면과 단면을 촬영하였다.

3. 結果 및 考察

3.1 Alkali 濃度와 減量率

E/C 混紡織物을 高濃度의 NaOH 용액으로 padding後, steamer로서 高溫蒸熱처리하였을 때, PET 纖維의 減量 정도를 알아보기 위하여 steam 온도, 처리시간, NaOH 농도 등을 변경해가며 alkali 處理를 한 다음, 그 減量 감소로부터 PET 纖維의 減量率을 구하였다.

Fig. 1은 處理溫度를 120°C로 일정하게 하였을 때, NaOH의 濃度와 處理時間의 변화에 따른 PET 纖維의 減量率을 나타낸 것으로서, NaOH의 濃度가

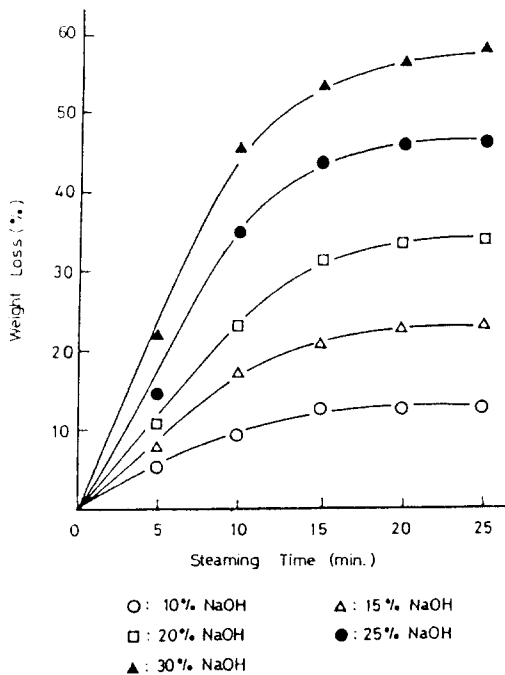


Fig. 1. Relation between weight loss and steaming time at various concentration of NaOH at 120 °C.

增加함에 따라 減量率이 증가하고 있고, 處理時間이 길어짐에 따라 減量率 또한 증가하고 있음을 알 수 있다. 특히, steam 처리 초기, 즉, 10분까지는 시간에 따라 직선적인 減量率 증가를 보이고 있으나, 그 후부터는 減量率도가 서서히 저하하다가, 20분이 지나면 減量率이 거의 포화치에 도달하는 것으로 나타났는데 이와 같은 현상은 장시간의 高溫處理로 인하여 試料가 건조되었기 때문인 것과 PET 纖維 표면에 닿은 NaOH의 소모에 기인하는 것으로 추측된다.

3.2 處理溫度와 減量率

E/C 混紡織物에서, 減量에 미치는 steam 溫度의 영향을 알아보기 위하여, padding時 NaOH의 濃度를 20%로 일정하게 하고, steam 濃度와 處理時間을 변화해가며 處理하였을 때, PET 纖維의 減量率 변화를 측정하여 Fig. 2에 나타내었다.

Steam 온도가 높아짐에 따라 減量率도 서서히 증가하는 경향을 나타내고 있으나, 處理時間이 5분 이상으로 길어지면, steam 溫度 120°C까지는 減量率이 증가하지만, 그 이상으로 溫度가 높아지면, 오히려 감소하는 경향을 보이고 있다. 이와 같은 경향은 steam 溫度가 120°C 이상으로 높아지면, 高溫이기 때문에, 증기의 공급속도보다 건조속도가 빨라져서, 加水分解 反應이 억제되고, 또 다른 한편으로는 PET 纖維표면에 닿는 NaOH의 소모와 migra-

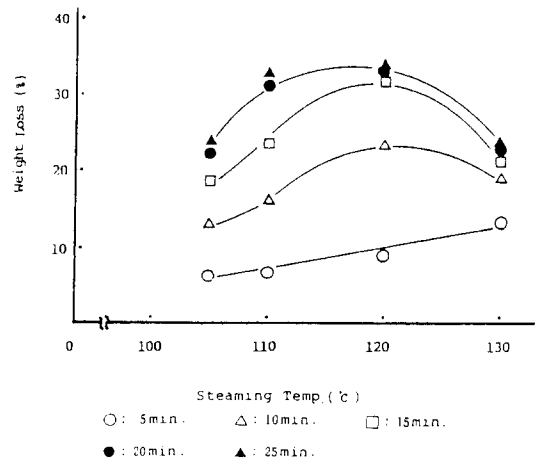


Fig. 2. Relation between weight loss and steaming temperature at various steaming time at 20% NaOH.

tion에 기인하는 것으로 생각된다. 한편, 최고율의 감량은 20%의 NaOH, 120°C의 조건에서는 15-20분 정도에서 얻어진다고 볼 수 있다.

3.3 引張強度의 變化

E/C 混紡織物의 steaming에 의한 alkali 處理加工時 물성의 변화를 알아보기 위하여, 120°C에서 NaOH의 濃度和 處理時間을 변경해가며 alkali 處理한 織物의 引張強度를 측정 비교하였다. Fig. 3은 alkali 處理하지 않은 시료에 대한 引張強度의 유지율을 나타낸 것으로서, NaOH의 濃도가 증가할수록, 處理時間이 길어질수록, 引張強度가 저하하고 있음을 알 수 있으며, 특히 處理초기에 급속하게 引張強度가 저하하고 있음을 나타내고 있는데, 이와 같은 경향은 Fig. 1에서 alkali 處理 초기에 減量이 급속히 일어나고 있는 경향과 잘 일치하는 것으로서, 減量

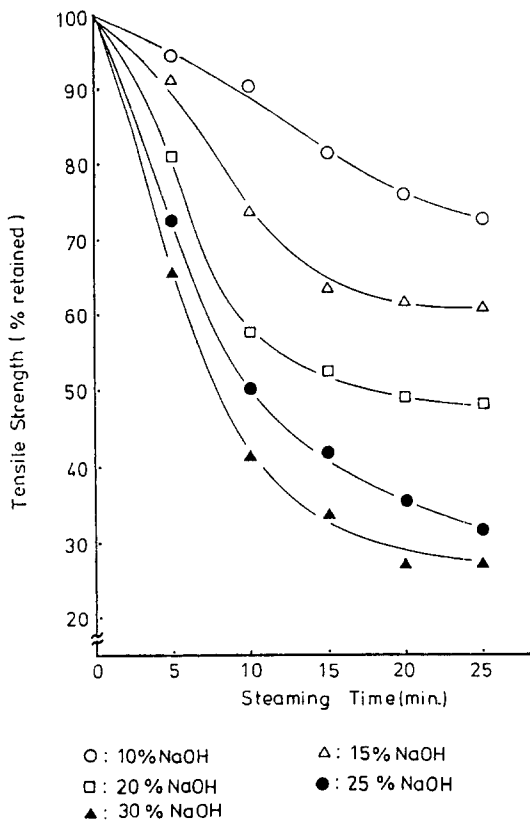


Fig. 3. Relation between tensile strength and steaming time at various concentration of NaOH at 120°C.

率이 증가됨에 따라 引張強度가 현저하게 저하한다는 것을 알 수 있다.

Fig. 4는 steam 온도의 변화에 따른 引張強度 유지율을 나타낸 것으로서 處理時間이 길어지고 steam 온도가 증가함에 따라, 減量率이 증가하므로 引張強度가 저하함을 알 수 있으나, 5분間 증열처리한 試料를 제외하고는, steam 온도가 120°C를 넘으면 오히려 引張強度가 증가하는 것으로 나타났다. 이와 같은 현상은 Fig. 2에서 본 바와 같이, 120°C 이상의 高溫에서는 減量率이 오히려 감소하기 때문인 것이라고 생각된다.

3.4 染色性的 變化

綿纖維를 NaOH 용액으로 처리하면, 머서化 되어 綿纖維의 染色性이 향상된다는 것은 주지의 사실로서, 綿纖維의 結晶領域의 일부가 형클어져 非結晶領域으로 변화하여 結晶化도가 70%에서 50% 정도로 감소되며, 分子配向에 변화를 일으켜 染色性的 向上효과를 가져온다고 알려져 있다.²¹⁾

E/C 混紡織物을 고농도의 NaOH 용액으로 pad한 다음, 高溫의 steam으로 증열처리하였을 때, 綿織

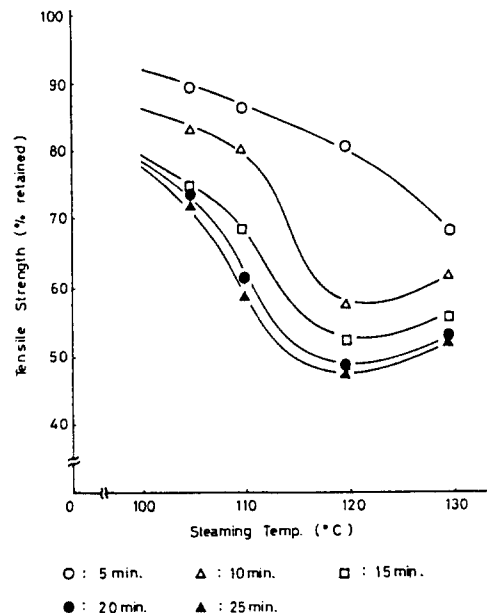


Fig. 4. Relation between tensile strength and steaming temperature at various steaming time at 20% NaOH.

維의 Mercerization 이 어느 정도 이루어졌는가를 알아보기 위하여, 試料을 反應性 染料로서 染色하여, 미처리 시료보다 얼마나 진하게 염색되었는가를 하는 표본 색농도의 증가율을 CCM으로 측정하여 비교하였다. Fig. 5와 6은 그 결과를 나타낸 것으로서, Fig. 5에서 NaOH의 농도가 증가할수록 표본 색농도가 진해진 것으로 보아, NaOH의 농도가 진할수록 綿纖維의 Mercerization 효과가 증가되었음을 알 수 있다.

또, NaOH의 농도가 10%인 경우에는 표본 색농도가 조금밖에 증가하지 않았으나, 15% 정도에서 급격히 증가하며 20%를 넘으면 그 증가속도가 둔화되는 것으로 나타났는데, 이것은 100°C 이상의 高溫에서는 완전히 Mercerized된 cellulose는 존재하지 않으며, NaOH의 濃度가 10% 미만에서는 거의 天然 cellulose로 존재하고, 그 이상의 진한 濃度에서 Mercerized cellulose가 존재하기 때문이며, 또한 NaOH 濃度가 15% 정도에서 染色性이 급격히 증가한다고 하는 Hirohitod의 보고²²⁾와 잘 일치하고 있다.

Fig. 6에서는 steam 濃度가 높아질수록 오히려 표본 색농도가 감소하는 등 Mercerization 효과가 감소하는 것으로 나타났다. 이와 같은 현상은 cellulose 纖維와 alkali 용액의 反應이 발열반응이기 때문에 steam

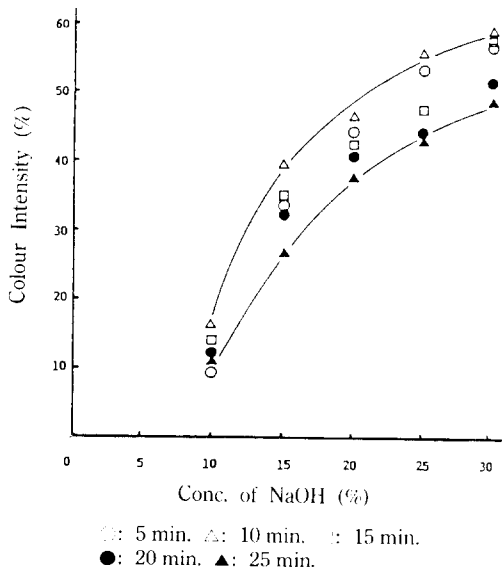


Fig. 5. Relation between colour intensity and concentration of NaOH at various steaming time at 120°C.

온도가 높아지면 alkali의 反應성이 저하하여 Mercerization의 효과가 저하하는데 기인하는 것으로 생각된다.²²⁾

3.5 촉감의 變化

PET 織物을 NaOH로서 alkali 處理加工하면 촉감이 개선된다는 것은 잘 알려진 사실이며, 또 綿織物도 지운 Mercerization보다 고온 Mercerization이 더

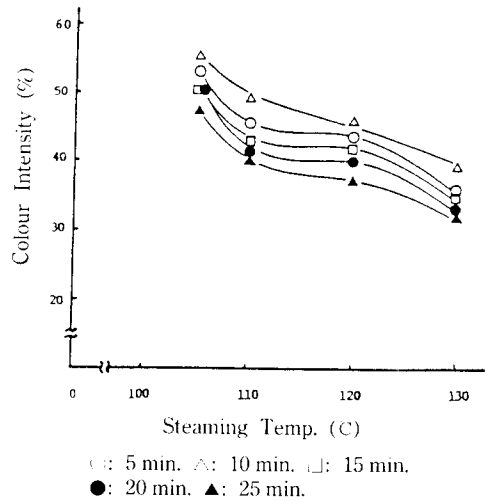


Fig. 6. Relation between colour intensity and steaming temperature at various steaming time at 20% NaOH.

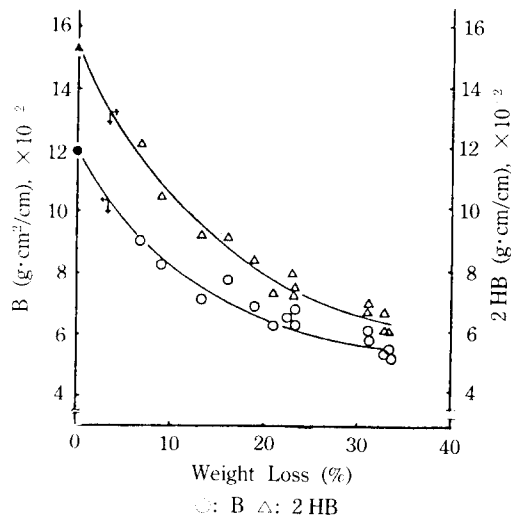


Fig. 7. Relation between bending rigidity and bending hysteresis with weight loss.

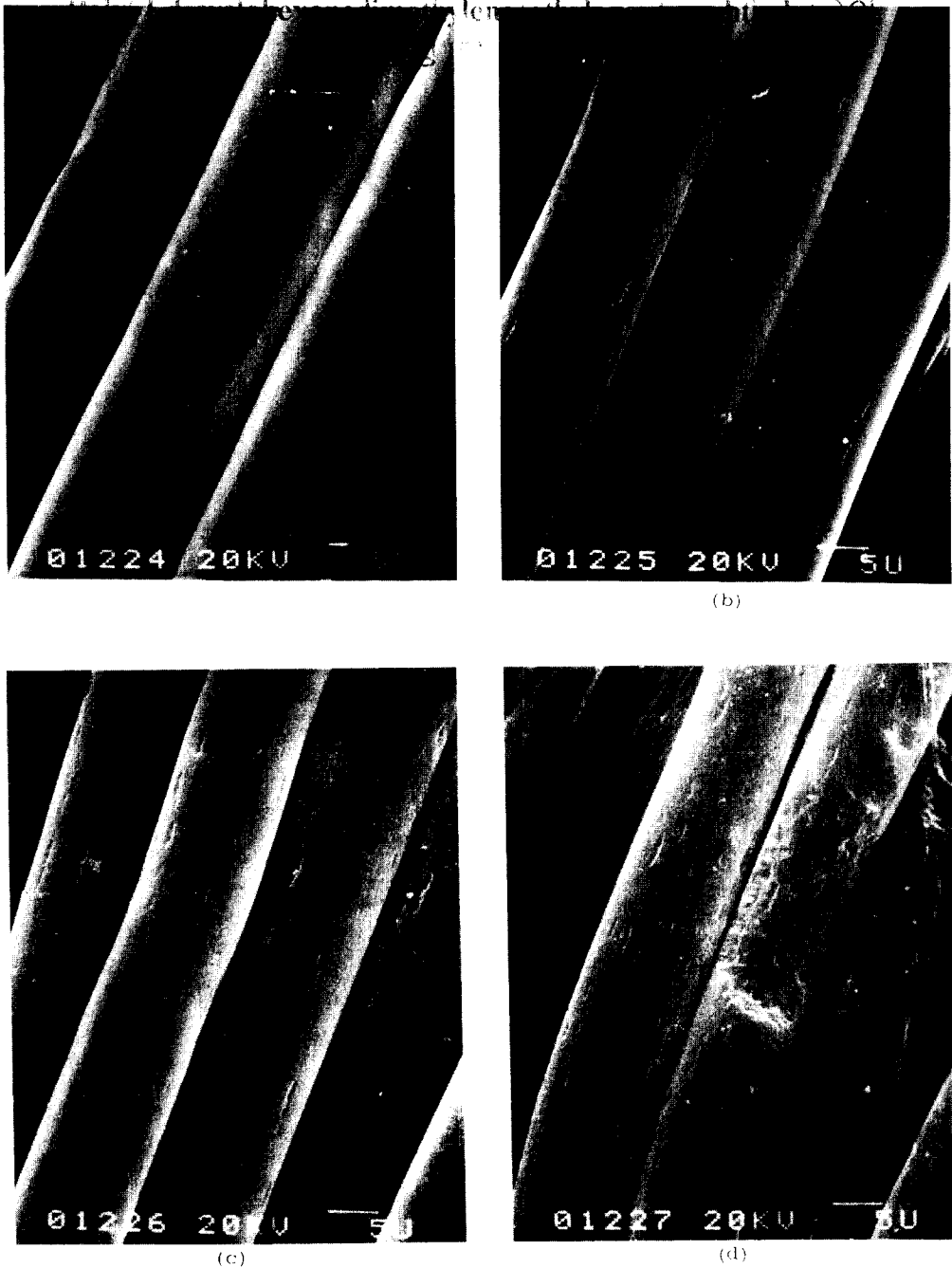


Fig. 8. Change in surface characteristics with alkali treatment of polyester fibers ($\times 2,000$).

- (a) untreated.
- (b) treated with 10% NaOH for 10 min at 120°C (W.L.=9.6%).
- (c) treated with 15% NaOH for 15 min at 120°C (W.L.=21.0%).
- (d) treated with 25% NaOH for 15 min at 120°C (W.L.=44.1%).

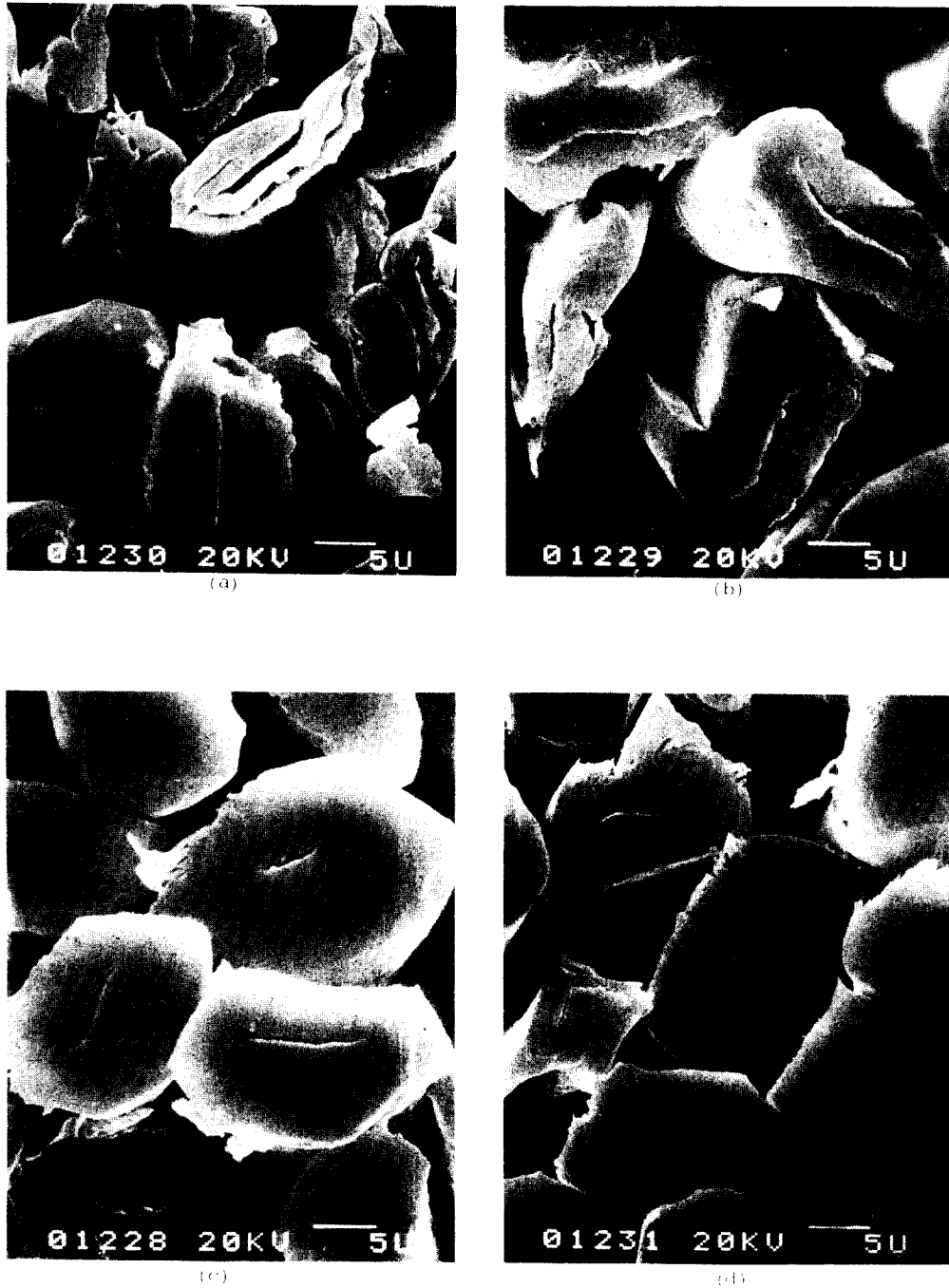


Fig. 9. Cross-sections of untreated and treated cotton fibers ($\times 2,500$).

(a) untreated.

(b) treated with 10% NaOH for 5 min at 120°C (C.I. 9.0%).

(c) treated with 20% NaOH for 20 min at 120°C (C.I. 40.4%).

(d) treated with 30% NaOH for 5 min at 120°C (C.I. 56.3%).

부드러워 진다고 알려져 있다. 따라서 E/C 混紡織物의 alkali 處理에 의한 촉감의 변화도 상당히 클 것으로 예상되어, 이를 확인해 보기 위하여 織物의 촉감을 평가하는 방법 중의 하나인 굽힘特性을 測定하였다.

Fig. 7은 減量率과 굽힘特性值와의 관계를 나타낸 것으로서, 減量率이 증가할수록 B값 및 2HB값이 거의 같은 경향으로 감소하고 있으며, 減量率 10% 이내에서 급속히 저하하여, 20% 정도가 되면 未處理試料의 약 절반값으로 낮아지고 그 이후에는 저하정도가 현저하게 둔화된다. 이와 같은 경향은 PET 織物의 alalki 處理加工時 減量率의 증가에 따른 B 및 2HB값은 거의 직선적으로 저하하지만,^{24,25)} E/C 混紡織物에서는 減量率이 낮은 값에서 크게 저하하며, 그 이후 서서히 저하한다고 하는 보고²⁶⁾와 잘 일치하고 있다.

織物의 굽힘特性值에 영향을 미치는 要因으로는 일반적으로 실자체에 의한 要因과 경·위사 相互作用 効果에 의한 要因으로 구분하여 생각할 수 있으며, 경·위사 相互作用 効果에 영향을 주는 要素로서는 경·위사間의 접촉압력, 경·위사間의接觸長, 경·위사의 密度, 실의 굽기 등을 들 수 있으며, 굽힘히스테리시스幅에 영향을 미치는 要因으로는 이들 이외에 마찰계수를 들 수 있다.^{27,28)} 따라서 이와 같이 굽힘剛性이나 굽힘히스테리시스幅의 값이 alkali 處理에 의하여 큰 폭으로 저하하는 것은 減量에 따른 단섬유의 굽기감소나 織物의 커버팩터의 감소에 의하여 絲內 및 絲間의 접촉이 느슨해져서 교차점에서의接觸壓力,接觸角度, 纖維間 및 絲間의 마찰 등이 감소하기 때문²⁷⁾이라고 알려져 있다.

3.6 表面 및 斷面の變化

Fig. 8은 E/C 混紡織物을 高濃度の NaOH 용액으로 pad한 다음 高溫의 steam으로 증열처리 하였을 때 PET 纖維의 表面變化를 나타낸 것이다. 減量率이 증가함에 따라 PET 纖維의 굽기가 점차 가늘어지며, 表面에 섬유 축방향의 많은 crater가 형성되어 있는 것으로 보아, 減量이 되었음을 확인할 수 있으며, 40% 이상 減量된 試料에서는 사진(d)에서와 같이 減量이 급속히 진행되어 부분적으로 纖維가 손상되어 있음을 확인할 수 있다.

Fig. 9는 E/C 混紡織物의 고온 증열처리시 綿纖維의 머서化 정도를 확인해 보기 위하여 綿纖維의 단면을 SEM으로 관찰하여 촬영한 것이다. 綿纖維를 alkali 處理하여 머서化하면 纖維가 팽윤되어 단면이 원형에 가까워져서 織物의 광택을 부여하는 원인이 되고, 또 팽윤으로 인하여 綿纖維의 中空이 없어진다는 것은 잘 알려진 사실이다. Fig. 9의 사진을 보면 alkali 處理하지 않은 試料보다는 alkali 處理한 試料가, alkali 處理한 試料 중에서는 表面 色濃度の 증가율이 클수록 綿纖維 단면이 원형에 가까워지고 中空도 거의 없어지는 것으로 보아 alkali 處理에 의하여 머서化가 진행되었음을 확인할 수 있다.

4. 結 論

PET/綿 混紡織物의 減量處理와 머서化 加工을 1浴法으로 處理하는 工程을 개발하기 위하여 高濃度の NaOH 溶液으로 pad한 後 steamer로서 高溫증열 처리하는 研究 實驗 結果, 다음과 같은 實用化 가능성에 대단히 높은 結果를 얻었다.

(1) 알칼리 處理溫度는 110-120℃의 온도범위가 효과적이다.

(2) NaOH 濃度는 15-20% 정도가 적당하다.

(3) 織物의 촉감면에서는 減量率 20% 정도가 가장 이상적이며, 이 減量率 정도에서 綿纖維의 머서化에 의한 染色性 向上 効果도 40% 이상으로 향상된다.

이상의 實驗結果로 보아 E/C 混紡織物의 減量處理와 머서化 加工을 동시에 1욕법으로 실시할 수 있을 것이며, 또 pad-steam法으로 處理함으로써 연속작업이 가능하므로 생산성 向上에 크게 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

참고문헌

1. J. D. Hall and J. R. Winfield, U. S. Pat., 2,590,402 (to ICI) (1952).
2. N. J. Gajjar, U. S. Pat., 2,828,528 (to Dupont) (1958).
3. T. Hashimoto, 織學誌(日), **14**, 510-514 (1958).
4. Ibid, **15**, 794-799 (1959).
5. E. M. Sanders and S. H. Zeronian, *J. Appl. Polym.*

- Sci.*, **27**, 4477 (1982).
6. 田中博, 染色工業(日), **25**, 350 (1977).
 7. N. Yamazaki and H. Tonami, *Sen-i Gakkaishi*, **30**, T 485 (1974).
 8. *Ibid.*, **31**, T 395 (1975).
 9. 김갑진, 한국섬유공학회지, **17**, 151 (1980).
 10. 조 환, 이석영, 최상화, 장두상, *ibid.*, **19**, 350 (1982).
 11. 송석규, 김상윤, *ibid.*, **20**, 206 (1983).
 12. 국윤환, 최창남, *ibid.*, **21**, 83 (1984).
 13. 조 환, 장두상, 이석영, 김영범, *ibid.*, **23**, 451 (1986).
 14. V. A. Shenai and D. B. Lokre, *Text. Dyer Printer*, **11**, 27 (1978).
 15. J. Mercer, B.P 13, 296 (1950).
 16. M. A. Rousselle, M. L. Nelson, *Textile Res J.*, **46**, 304-310 (1976).
 17. M. Takahashi, H. Takenaka, *Sen-i Gakkaishi*, **36**, T 223 (1980).
 18. S. H. Zeronian, H. Kawabata, *Textile Res. Inst.*, **60**, 179-183 (1990).
 19. A. J. Barry, F. C. Peterson, A. J. King *J. Amer. Chem. Soc.*, **58**, 333-337 (1936).
 20. 최철호, 김미선, 이찬민, 한국외류학회지, **12**, 181-188 (1988).
 21. 曹煥, 最新纖維加工學, p.74-75, 螢峯출판사 (1981).
 22. 的場由穂, 染色도하우의 理論化(日), (株)染織經濟新聞社, p.381-384 (1986).
 23. 松井宏仁, 染色工業(日), **21**, 656-673 (1973).
 24. 宋 鍾, 橋本勇, 染色工業(日), **36**, 426-433 (1988).
 25. 송석규, 김상윤, 이기봉, 은용수, 한국섬유공학회지, **25**, 7, 24 (1988).
 26. 宋 鍾, 橋本勇, 染色工業(日), **37**, 598-606 (1989).
 27. 松尾達樹, 纖維機械學會誌(日), **21**, 260 (1968).
 28. *Ibid.*, **21**, 745 (1968).