

〈研究論文(學術)〉

## Tank/liquor-flow 방식에 의한 폴리에스테르 직물의 감량특성

서말용 · 한선주 · 박상완\* · 서수정\*\* · 김삼수\*\*

한국섬유개발연구원(KTDI), \*(주)성안, \*\*영남대학교 공과대학 섬유학부  
(1997년 12월 9일 접수)

### Properties of Alkali Hydrolyzed Polyester Fabric by Tank/Liquor-flow Method

Mal Yong Seo, Sun Ju Han, Sang Wan Park\*, Su Jung Seo\*\*, and Sam Su Kim\*\*

*Korea Textile Development Institute(KTDI)*

*\*Seong-An Co., Ltd.*

*\*\*School of textile, Yeung Nam Univ., Kyeongsan, Korea*

(Received December 9, 1997)

**Abstract**—In this study, PET fabric was hydrolyzed with NaOH using the Tank m/c and Liquor-flow m/c to determine the alkali hydrolysis properties of PET fabrics. The results were as follows :

The weft density and tensile strength of PET fabrics hydrolyzed with Liquor-flow m/c were higher than those hydrolyzed with Tank m/c in case of less than 10% of weight loss. However, above 10% of weight loss, reverse phenomenon was showed. K/S value of hydrolyzed PET with Liquor-flow m/c was higher than that with Tank m/c above 10% of weight loss. It was observed that the micropores of PET surface were collapsed due to physical force(abrasion and collision) during hydrolysis.

Bending rigidity of hydrolyzed PET fabric was about 32% and 40% of bending rigidity of warp and weft direction of untreated fabric at 7% of weight loss, respectively. Above 7% of weight loss, decrease rate was decreased.

### 1. 서 론

감량가공은 폴리에스테르 직·편물의 개질, 즉 만짐새 향상을 위해 필요불가결한 공정의 하나이다. 즉 PET 직물의 감량가공은 NaOH 수용액으로 섬유 표면의 가수분해시켜 폴리에스테르 섬유특유의 뻣뻣한 촉감을 견섬유와 같이 “부드럽고 촉촉한 감촉”으로 가공하는 기술이다<sup>1,2)</sup>.

폴리에스테르 직물의 감량가공방법은 직물의 다

양화, 공정의 합리화, 품질의 안정화, 생산성 향상 등의 요구에 대응하기 위하여 여러가지 감량가공방법이 활용되고 있다. 처리포를 NaOH 수용액에 침지한 상태에서 온도·시간을 변화시키는 batch식 감량으로 탱크방식, 원스방식, 빔방식, 액류방식이 있으며, 연속식 감량방법으로 연속 견열방식, 연속 스팀방식 등이 있다. 연속식 감량은 고농도 NaOH 수용액을 사용하여 단시간 처리하지만, batch식 감량은 연속감량에 비해 저농도 NaOH 수용액에 처

리포를 침지하여 98°C 이하의 온도에서 장시간 처리하기 때문에, batch방식이라는 번거로움은 피할 수 없지만, 가능한 한 제품에 마일드함과 풍만성이 있는 소프트한 촉감을 줄 수 있다고 한다<sup>3-6)</sup>.

한편, 원가절감과 생산성향상이라는 관점에서 연속감량기(CDR)로 감량가공해왔던 염색가공업체들은, 80년 중반이후 극세직물과 표면변화가 요구되는 신합섬의 감량가공을 위해 batch식 방법인 탱크감량에 관심을 돌렸으나, 작업위험성, 설치공간문제, 용수와 인력문제 때문에 섬유기계메이커에서는 작업안전성과 저장력 수행이 가능한 새로운 감량기를 개발하고자 하였다.

액류감량기는, 이러한 개발노력의 결실로서 감량가공 후 처리액을 회수하여 재이용이 가능하기 때문에 인력절감, 에너지절감 및 환경보전 측면에서 충분히 배려된 획기적 가공기계로서 국내에서도 93년 개발되어, 지금까지 감량가공업체에 270여대 이상 보급된 것으로 알려지고 있다.

따라서, 이 연구에서는 탱크식 감량기와 액류식 감량기를 이용하여 폴리에스테르 직물을 알칼리 감량가공하였을 때, 감량기계의 차이 때문에 생기는 감량직물의 염색성, 인장강도, 표면형상, 굽힘특성 등을 비교·검토하였다.

## 2. 실험

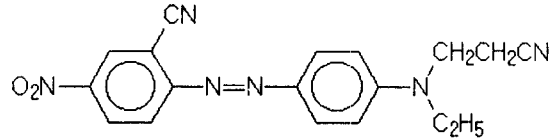
### 2.1 시료 및 시약

시료로는 Table 1의 제원과 같은 폴리에스테르 직물(chiffon)을 사용하였으며, NaOH와 호발제를 사용하여 고압 R/W에서 정련축소(115°C×30min.), 예비열고정(200°C×90m/min.)한 시료를 사용하였다.

**Table 1. Specification of polyester fabric (Chiffon)**

Sample	Yarn count		Density		Twist		Weave
	WP	WT	WP	WT	WP	WT	
Chiffon	100/48	100/48	98	72	2,400	2,400	Plain

시약으로 50% NaOH, 호발제, 초산을 정제하지 않은 공업용 시판품 그대로 이용하였으며, 염료는 Intrasil Rubine RD-GFL(C.I. Disperse Red 73)을 사용했는데, 염료의 분자구조는 다음과 같다.



### 2.2 실험장치

Batch형인 탱크식 감량기와 액류형 감량기(SIDS-1010 : 삼일산업(주))를 이용하였다.

### 2.3 실험방법

#### 2.3.1 알칼리 가수분해 및 염색실험

탱크식 감량기에서는 욕비 1 : 140, 처리온도(95°C)와 NaOH 농도(7.2%)를 고정하고, 처리시간(10, 15, 20, 25, 30, 40, 50, 60, 70분)을 변화시켰으며, 액류식 감량기에서는 욕비 1 : 33, 주행속도 150m/min., 처리온도(96°C)와 NaOH 농도(4%)를 고정하고, 처리시간(20, 30, 40, 50, 60, 70, 80분)을 변화시키면서 알칼리 가수분해 하였으며, 60°C에서 10분간 수세, 세탁기에서 25°C×15분간 수세·탈수를 거친 후 24시간 이상 자연건조하였다. 알칼리 처리 전후의 항량화 과정을 거친 시료무게를 칭량하여, 다음식에 따라 감량율을 구하였다.

$$\text{Weight loss(\%)} = \frac{W_o - W}{W_o} \times 100$$

$W_o$  = weight of sample before hydrolysis

$W$  = weight of sample after hydrolysis

염색실험은 알칼리 처리 전후 시료를 일정한 크기로 재단하여 Mini Color Pot Dyeing M/C(DAIEI사제(日))을 사용하여 다음 조건에서 130°C×40분 염색하였다.

Dyes(Intrasil Rubine RD-GFL)	1% o.w.f.
Bath ratio	1 : 50
pH(acetic acid)	4.5

### 2.3.2 인장강도 측정

KS K 0520 Ravelled Strip Method에 따라 인장강신도 시험기 M500PCX-10(Testomatic Co.)를 이용하여 경/위사 방향으로 인장속도 250mm/min., 시료 파지거리 76mm로 각각 5회 시험하여 평균치를 구하였다.

### 2.3.3 염착성 측정

CCM(Data Match Spectraflash 50 ; Data color International사제)을 이용하여 염색시료의 표면반사율을 최대흡수파장( $\lambda_{max}=520\text{nm}$ )에서 각각 3회 측정한 다음 그 평균치로 Kubelka-Munk 식에 따라 K/S값을 산출하였다.

$$K/S \text{ value} = \frac{(1-R)^2}{2R}$$

$K$  = extinction coefficient of dyed sample

$R$  = reflectivity of dyed sample

$S$  = scattering coefficient

### 2.3.4 표면관찰

알칼리 처리시료를  $10^{-2}\text{mmHg}$  감압하에서 Au-coating한 다음 Hitachi사제(일본) Scanning Electron Microscope(S-2500C)을 이용하여 경사방향의 표면형상을 관찰하였다.

### 2.3.5 밀도 측정

밀도는 KS K 0511법에 따라 위사방향으로 5회 측정하여 그 평균치를 구하였다.

### 2.3.6 굽힘특성

직물의 태에 관련되는 직물의 역학적성질은 직물, 또는 섬유의 탄성범위내에서의 소규모변형(비파괴 변형)이므로, 이 영역에서의 측정은 매우 높은 감도를 요구하게 된다. 따라서, 알칼리 처리 전후 시료의 굽힘특성은 KES-FB2 System을 이용하여 경/위사방향으로 각각 측정하였다.

## 3. 결과 및 고찰

Fig. 1은 탱크식 감량과 액류식 감량에서 처리시간에 따른 감량률을 나타낸 것이다. Fig. 1에서 알 수 있는 바와 같이, 처리시간이 증가함에 따라 감

량률이 거의 직선적으로 증가하고 있으며, 동일할 처리시간에서는 탱크감량시료가 액류감량시료보다 감량률이 높고, 시간이 경과됨에 따라 그 차이는 크다.

처리시간이 경과됨에 따라 감량률이 증가하는 것은,  $\text{OH}^-$  이온에 의한 에스테르 결합의 분해로 생성된 가수분해물인 테레프탈레이트 음이온이  $\text{Na}^+$  이온과 결합하여 염의 형태로 반응계에서 제거되어, 반응이 평형에 이르지 않고 PET 표면에서 내부로 계속 진행하기 때문인 것으로 추정되며, 섬유내부에서는 가수분해반응이 일어나지 않는다고 보고되어 있다<sup>7,8)</sup>.

탱크감량시료가 액류감량시료보다 감량률이 높은 것은, 많은 다른 인자들의 영향도 있지만, NaOH 농도차이에 의한 것이라고 생각된다.

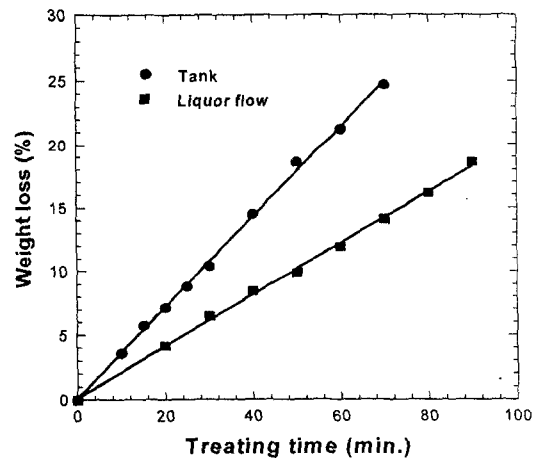


Fig. 1 Variations of weight loss of PET fabrics hydrolyzed with Tank and Liquor-flow method as a function of treating time.

Fig. 2는, 탱크감량과 액류감량시 감량률의 증가에 따른 경/위사 밀도변화를 나타낸 것이다. 감량률이 증가함에 따라 경사밀도는 미소하게 감소하고 있으며, 액류감량 시료가 탱크감량시료보다 경사밀도가 약간 높게 나타나 있음을 알 수 있다. 이는 액류감량은 로우프 주행방식으로 위사방향의 장력을 거의 받지 않는 상태에서 감량이 이루어지며, 탱크감량은 시료를 핀에 걸어 호이스트로 운반·감량·수세하기 때문에, 피감량물의 무게 뿐만 아니라 NaOH 수용

액·수세수의 함침무게에 의하여 위사방향으로 큰 장력을 받기 때문인 것으로 생각된다.

한편, 감량률이 증가함에 따라 액류감량한 시료의 위사밀도는 선형적으로 감소하고 있으며, 감량률 약 18.5%에서는 미처리시료에 비해 약 4본/inch 감소함을 알 수 있다. 이는 액류감량시 로우프 주행으로 피감량률이 순환하기 때문에 경사방향의 장력을 받기 때문인 것으로 생각된다.

탱크감량한 시료의 위사밀도는, 감량초기 미처리 시료에 비해 약 3본/inch 감소하다가 감량률이 증가함에 따라 위사밀도가 미처리시료에 가깝게 회복됨을 알 수 있으며, 감량률 약 10%에서는 액류감량시료의 밀도와 동일하며, 그 이상의 감량률에서는 탱크감량시료가 액류감량시료보다 높게 나타나 있음을 알 수 있다. 이는 감량초기의 예비열고정시에 받은 내부응력이 완화될 뿐만 아니라, 팽윤에 의해 위사밀도가 감소한 것으로 생각되며, 감량률 약 10% 이상에서는 열수축에 의해 밀도가 회복된 것으로 고찰된다.

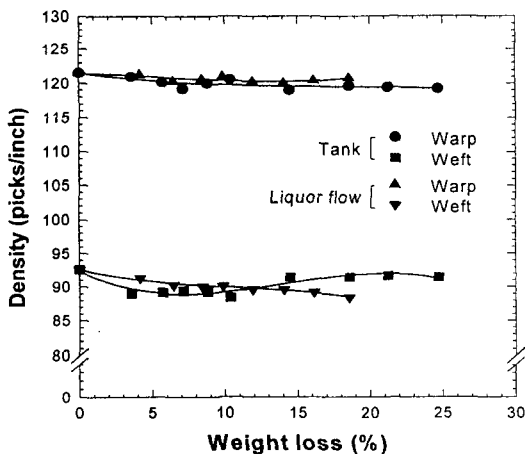


Fig. 2 Variations of density of PET fabrics hydrolyzed with Tank and Liquor-flow method as a function of weight loss.

Fig. 3은, 탱크감량과 액류감량한 시료의 경사방향 SEM 사진을 나타낸 것이다. (A)는 미처리 시료사진, (B), (C)는 탱크감량한 시료사진으로서, 감량률이

10.3%, 21.2%, (D), (E), (F)는 액류감량시료의 SEM 사진으로서, 감량률이 각각 4.1%, 9.8%, 16.1%이다. (A)는 미처리 시료이나 표면에 미세한 crater형이 관찰되며, 이는 전처리 공정인 정련축소공정에서 생긴 것으로 생각된다. 감량가공방법에 관계없이 감량률이 증가함에 따라 시료표면에 crater의 수가 많아지고, 크기가 증가하는 중첩현상을 볼 수 있는데, crater의 크기는 PET의 연신율에 의존하며, crater의 수와 분포는 소광제로 첨가되는 무기미립자의 농도와 분포에 의존한다고 보고되어 있다<sup>9,10)</sup>.

액류감량한 시료의 표면은 물리적인 외력(마찰, 스침)에 의해 감량시 형성된 crater가 일그러지고 붕괴되는 모습을 관찰할 수 있으며, 이는 액류감량시 피감량률이 로우프상태로 150m/min. 속도로 주행하기 때문에 주행시 액류감량기의 내벽을 부딪치면서 beating효과와 아울러 섬유표면이 손상받았기 때문이라고 고찰된다.

Fig. 4는 감량률이 증가함에 따라 탱크, 액류감량 시료의 경·위사의 인장강도변화를 나타낸 것이다. Fig. 4에서 알 수 있는 바와 같이 감량률이 증가함에 따라 인장강도는 감소하고 있으며, 경사방향을 볼 때는 탱크감량시료와 액류감량시료의 인장강도 감소율이 미세한 차이는 있으나 거의 같고, 위사방향을 보면 감량초기에는 동일 감량시 액류감량시료가 탱크감량시료보다 인장강도가 높으며, 감량률 약 10% 이상에서는 오히려 탱크감량시료가 액류감량시료보다 인장강도가 높음을 알 수 있다. 일반적으로 감량초기에는 섬유표면에 작은 crater들이 군데군데 생성되다가 감량률의 증가와 더불어 crater의 수와 크기가 증가하여, crater의 조밀한 부분과 중첩에 의해 crater가 크게 형성된 부분은 인장하중에 대하여 weak-point로 작용하기 때문에 감량률의 증가에 따라 인장강도가 감소한 것으로 생각된다. 감량률 약 10% 이상에서 동일 감량시 탱크감량시료가 액류감량시료의 인장강도보다 높은 것은 Fig. 2와 같이 위사밀도차에 기인된 것으로 고찰되며, 경사방향의 인장강도도 위사 밀도의 영향이 미세하게 나타남을 알 수 있다.

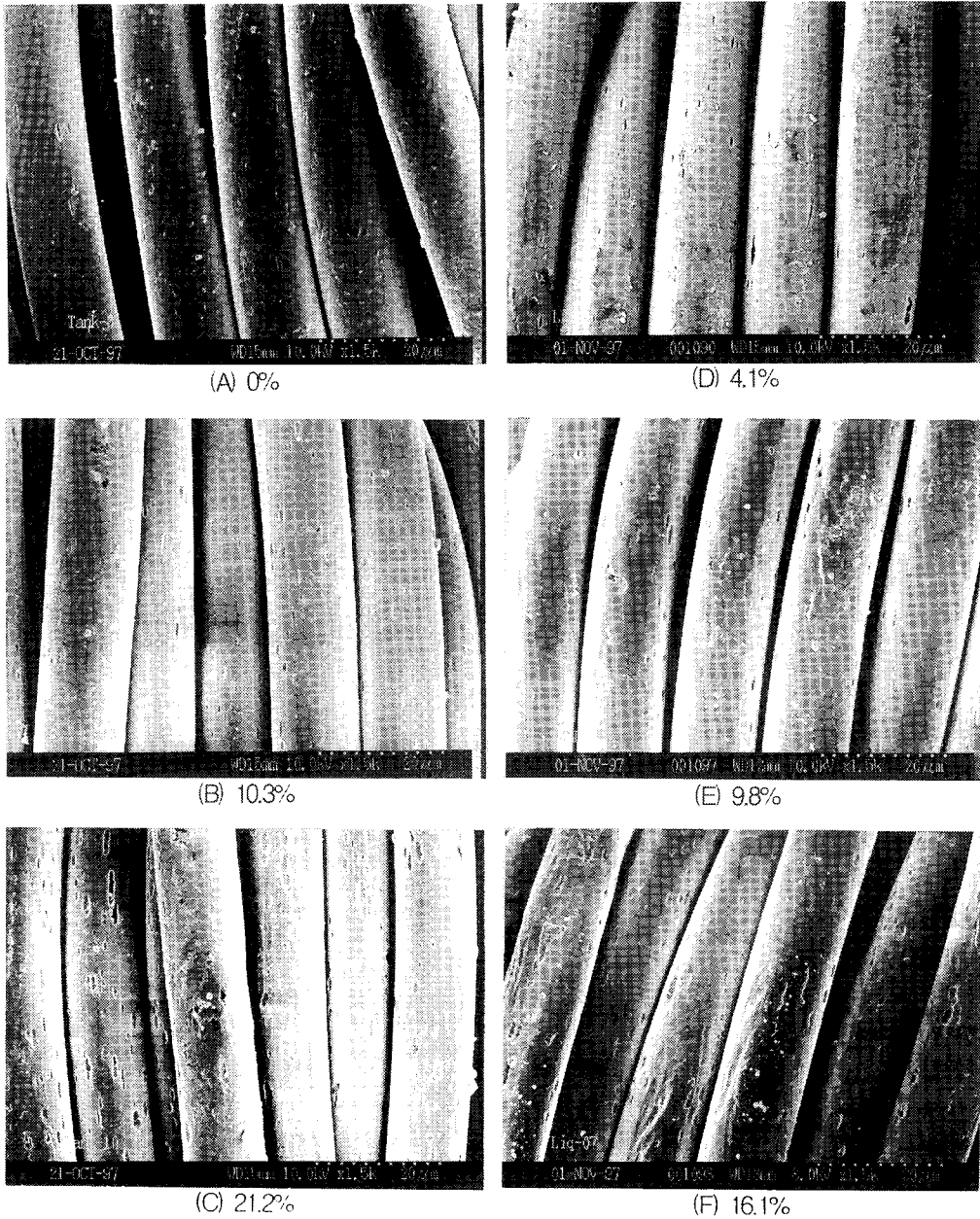


Fig. 3 SEM photographs of PET fabrics hydrolyzed with Tank and Liquor-flow method ( $\times 1,500$ ). (A) : Untreated, (B)(C) : Tank, (D)(E)(F) : Liquor-flow.

Fig. 5는 탱크감량시료와 액류감량시료의 감량률 증가에 따른 염착성(K/S)변화를 나타낸 것이다. 여기서 알 수 있는 바와 같이 감량률이 증가함에 따라 K/S 값은 모두 감소하고 있으며, 탱크감량시료가

액류감량시료보다 K/S 값이 완만하게 감소하고 있으며, 감량률 약 10% 이상에서는 동일 감량률일 때 탱크감량시료의 K/S값이 액류감량시료보다 높음을 알 수 있다.

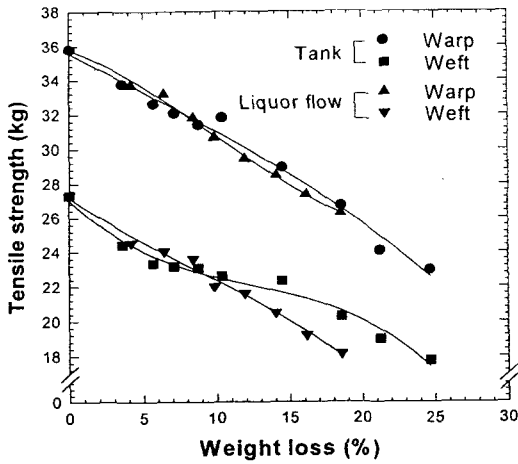


Fig. 4 Variations of tensile strength of PET fabrics hydrolyzed with Tank and Liquor-flow method as a function of weight loss.

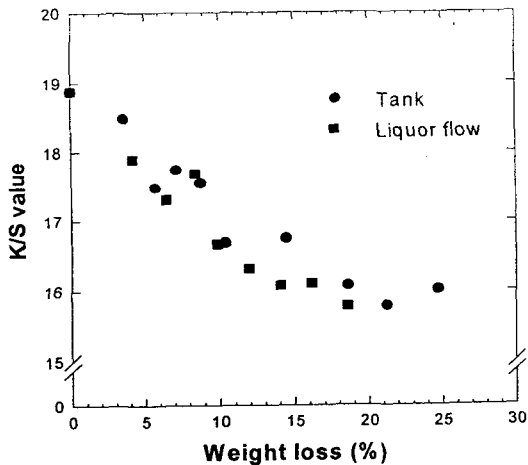


Fig. 5 Variations of K/S value of PET fabrics hydrolyzed with Tank and Liquor-flow method as a function of weight loss.

일반적으로 감량공정에서 PET 섬유표면에 crater가 형성됨에 따라 입사광의 난반사로 내부흡수광이 많아져서 K/S 값은 증가한다는 보고가 많이 있으나<sup>11,12)</sup>, Fig. 5에서와 같이 감량률이 증가함에 따라 K/S 값이 감소하는 것은, Fig. 2 처럼 감량률의 증가에 따라 경/위사밀도가 감소하고 섬도가 작아지기 때문인 것으로 생각된다.

한편, 감량률 약 10% 이상이 되면 탱크감량시료의 K/S 값이 액류감량시료보다 높은 것은, 감량률 약 10% 이상에서 탱크감량시료가 액류감량시료보다 위사밀도가 높을 뿐만 아니라 Fig. 3에서와 같이, 액류감량시료는 감량시에 형성된 crater가 물리적인 외력에 의해 일그러지고 붕괴되기 때문인 것으로 고찰된다.

Fig. 6은 탱크감량시료와 액류감량시료의 감량률 증가에 따른 굽힘강성을 나타낸 것이다. 여기서 알 수 있는 바와 같이, 굽힘강성은 경·위사에 대하여 탱크감량 시료와 액류감량시료 모두 거의 동일한 거동을 보이나, 감량률 약 10% 이상되면 위사의 굽힘강성은 탱크감량시료가 액류감량시료보다 미세하게 높아졌으며, 감량률 약 7%까지는 굽힘강성이 급격하게 감소하여, 경사는 미처리시료의 약 32%까지, 위사는 약 40%까지 감소함을 알 수 있다.

일반적으로 감량률의 증가에 따라 굽힘강성이 감소하는 것은, PET 섬유의 가수분해반응으로 인해 섬도가 작아져 경·위사 교차면적이 작아질 뿐만 아니라, 교차압력도 낮아져 경·위사의 상호독립적 자유도가 증가하기 때문인 것으로 생각되며, 감량 초기에 굽힘강성이 급격하게 감소하는 것은 섬도감소 뿐만 아니라, 예비열처리에 받은 내부응력이 완화되기 때문인 것으로 고찰된다.

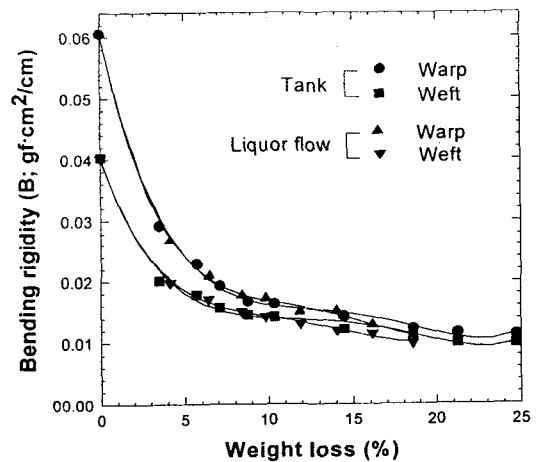


Fig. 6 Variations of bending rigidity of PET fabrics hydrolyzed with Tank and Liquor-flow method as a function of weight loss.

## 4. 결 론

## 참고문헌

폴리에스테르 직물의 감량가공시, 감량가공기계에 따라 감량특성이 어떻게 변하는지를 알아보기 위하여 탱크감량과 액류감량방법을 비교해 본 결과, 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 위사밀도와 인장강도는 감량률 약 10% 이하에서는 동일감량시 액류감량시료가 탱크감량시료보다 높으나, 그 이상의 감량률이 되면 반전현상이 나타나며, 감량률 약 10% 이상에서 탱크감량시료의 K/S 값이 액류감량시료보다 높다.
2. 액류감량시료는 감량시 물리적인 외력(마찰, 부딪침)에 의한 섬유표면손상으로 감량시 형성된 crater의 일부분이 일그러지고 붕괴되는 모습을 관찰할 수 있었다.
3. 감량률 약 7% 에서 경사방향의 굽힘강성은 미처리시료의 약 32%, 위사는 미처리시 료의 약 40%까지 감소하며, 그 이상의 감량률에서는 아주 완만하게 감소한다.

1. 서문호, 한국섬유공학회지, 31, 1038(1994).
2. 森俊夫, 纖維加工(日), 47, 501(1995).
3. 長谷川元治, 染色工業(日), 29, 592(1981).
4. 善田達也, 加工技術(日), 23, 166(1988).
5. 福伸工業(株), 加工技術(日), 28, 192(1993).
6. 福伸工業(株), 加工技術(日), 30, 122(1995).
7. 橋本 健, 纖維學會誌(日), 14, 510(1958).
8. 橋本 健, 纖維學會誌(日), 15, 794(1959).
9. E. M. Sanders and S. H. Zeronian, *J. Appl. Sci.*, 27, 4477(1982).
10. C. M. Solbrig and S. K. Obendorf, *Text. Research Institute*, 61, 177(1991).
11. 戶田玉子, 纖維製品消費科學(日), 21, 473 (1980).
12. A. Adly and M. Gorrafa, *Text. Chem. and Colorist*, 12, 83(1980).