

마찰과 세탁에 의한 극세섬유 직물의 표면과 촉감변화에 관한 연구

오경화 · 윤재희

중앙대학교 가정교육학과

End Use Tactile Property of the Split-type Nylon/PET Microfiber Fabrics

Kyung Wha Oh · Jae Hee Yoon

Dept. of Home Economics Education, Chung-Ang University

(2004. 1. 9. 접수)

Abstract

In this study, the effect of washing, bleaching, and abrasion on tactile and the water absorption properties of the split-type Nylon/Polyester (N/P) microfiber pile-knit was investigated under various end-use conditions. We examined the water absorption and surface properties of PET microfiber which will be very useful in the future. We also studied the variations of their performance during usage caused by friction and repeated washing, regard to all kinds of physical, chemical changes which will appear while using those textiles. Progress in further splitting of PET microfiber fabric is observed with increases in the number of washing and bleaching cycles, and treatment temperature. Initial water absorption (%) was increased with progress in splitting, which provided efficient capillary channel. Surface properties were varied with additional splitting by washing and abrasion. Formation of pilling and splitting by abrasion increase surface roughness, diminishing tactile property, and reduced water absorption property. The current results from this study is expected to provide the appropriate washing management guide to consumers, and to inform end-use performance of product to a producer for improving product quality.

Key words: Microfiber, Washing, Bleaching, Abrasion, Water absorption, Surface property; 극세섬유, 세탁, 표백, 마찰, 흡수성, 표면특성

I. 서 론

21세기에 들어 국내 섬유업체는 환경친화적이고
기능성이 강화된 소재 개발로 부가가치를 높이는데
주력하고 있다. 흡한 속건 소재로 수분의 이동을 자
유롭게 해 짧은 기간 내에 땀을 흡수, 증발시켜 최적
의 체온을 유지할 수 있도록 해주는 섬유가 스포츠웨
어와 여성용 속옷 등에 사용되는가 하면, 후 공정에

서 별도의 분할과정이 없어 환경친화적인 소재로 꼽
히는 0.2~0.3d(데니어)의 초극세사가 개발되어 사용
되고 있다.

이러한 고부가가치의 의류용 신소재 중 극세섬유
(micro fiber)는 사람의 머리카락 굵기의 100분의 1이
하의 미세한 섬유로서 통상 1d 수준이었던 것이 오늘
날에는 공업기술의 발달로 0.2~0.3d 수준의 방사까지
도 가능하게 되었다. 일반적으로 이렇게 섬도가 0.3d
이하로 되면 보통사와는 전혀 다른 고도의 유연성, 촉
감, 외관을 가지게 되는데 따라서 이러한 섬유를 초극
세 섬유(ultramicro fiber)라고 따로 분류하기도 한다

본 연구는 2003년도 중앙대학교 학술연구비 지원에 의
해 수행되었습니다.

(이정민 외, 1998). 즉, 섬유는 직경이 작아짐에 따라 유연성, 광택, 미끄러짐의 증가와 비표면적이 확대되고 비강도가 향상된다. 따라서 직편물이나 부직포와 같이 원단으로 제조했을 때 섬유의 치밀화, 공간의 미세화, 표면에 존재하는 섬유가닥수의 증가로 외관 및 촉감에서 차별화가 이루어진다. 이들의 특성은 종래 섬유 소재가 가지고 있는 기능성을 크게 향상시키고 경우에 따라서는 새로운 기능을 부가하게 된다. 이러한 초극세 섬유는 주로 인조 스웨이드, 인공피혁, 투습방수 고밀도 직물, silk like 소재 및 wiping cloth 등으로 폭넓게 적용 중에 있으며 앞으로의 적용분야도 더욱 확대될 것으로 기대된다(Kim et al., 2000).

특히 극세섬유의 표면적이 큰 것을 이용하여 최근 다양한 기능이 부여된 생활용품들이 속속 개발되어 시판되고 있으며 또한 뛰어난 수분 흡수력과 탁월한 배수력, 우수한 세탁건뢰도는 잦은 세탁을 요하는 행주나 걸레, 타월 등 고흡수성 섬유재료로도 많이 이용되면서 소비자들에게 각광받고 있다(Kim & Park, 2000).

현재까지 개발되어 있는 초극세 섬유는 직접방사식, 추출형 복합섬유, 분할형 복합섬유의 3가지 방식으로 생산중이다. 하지만 극세섬유는 일반적으로 취급이 곤란하여 방사, 연신, 제직, 편성, 부직포화 등의 공정에서 많은 문제점이 발생하므로 원활한 제조가 어려운 편이다. 따라서 이들 공정에서는 주로 보통사와 같이 2~5d의 섬유로서 통과시켜 직물, 편성물, 부직포의 상태로 만든 다음 최후에 화학처리 등에 의하여 분할하여 극세섬유화하는 분할형 복합섬유방식이 주로 사용되고 있다.(Kimjinsa, 2000)

현재 실용화되어 있는 분할형 복합섬유 극세사 제조방법에는 크게 1성분이 다른 성분중에 분산되어 있는 해도형(海島型)과 1성분이 방사상으로 다른 성분을 분할하고 있는 분할형(分割型) 그리고 2성분이 평행으로 배치되어 있는 다중병렬형(多重竝列型)이 있다. 해도형은 1성분을 용해 또는 분해 제거하는 방식

으로 일반적으로 중합체 및 용제의 회수공정이 필요하고 실이 20~50% 감량되는 결점이 있으나 중합체 용출의 공간을 잘 이용하면 유연성을 높일 수 있다(이정민 외, 1998). 병렬형은 2성분을 기능적으로 탈리 또는 분해시키는 방법으로 화학처리도 이루어지나 일반적으로 기계적인 탈리를 이용하는 경우가 많아서 소비자가 제품을 사용하는 동안 지속적인 분할을 경험하기도 한다.

이러한 이유로 극세사를 이용한 직물은 일상생활에서 살균소독을 위한 삶기나 표백제 처리과정 또는 세탁기에 의한 강력한 기계력이 부가될 때 섬유표면에서 물리적, 화학적 변화가 초래될 수 있으며, 이는 곧 직물의 촉감과 성능에 영향을 미칠 것으로 생각된다.

따라서 본 연구에서는 유용하게 사용할 수 있는 차세대 섬유인 고감성 폴리에스테르 극세섬유 직물의 표면특성과 촉감에 관해 관찰하고 이것들이 소비자들의 습관적인 관리시 나타날 수 있는 지속적인 분할을 고려하여 마찰과 반복세탁에 따른 변화를 연구하고자 한다. 기존에 시판되고 있는 제품을 대상으로 세탁 및 마찰에 따른 극세섬유 직물의 성능변화와 건뢰도를 확인함으로써 소비자들에게는 적절한 세탁 관리법이나 세제사용법을 제시할 수 있으며, 또한 생산자들에게는 사용 중 분할의 진행으로 인한 원치 않는 촉감발생의 문제를 개선할 수 있는 기초자료를 제공하고자 한다.

II. 실험방법

1. 시료 및 재료

본 실험에서 사용한 시료는 현재 시판되고 있는 3가지의 극세사 섬유직물로 선정하였으며 구조적 특성은 Table 1에 제시하였다.

이렇게 준비된 시료는 실제 사용시 행하는 세탁조

Table 1. Characteristics of fabrics

Sample No.	structure	fabric
1	Woven fabric (partially splitted)	warp: Poly DTY 75d/36f weft: N/P DTY 160d/72f
2	Pile knit (fully splitted)	Back yarn: Poly DTY 150d/48f Pile yarn : N/P DTY 160d/72f
3	Pile knit (partially splitted)	Back yarn: Poly DTY 150d/48f Pile yarn : N/P DTY 150d/72f

*Poly: Polyester, N/P: Nylon/Polyester, DTY: Draw Textured Yarn

건에 따라 실험하여 표면특성의 변화된 정도를 살펴 보았다. 또한 마모에 따른 극세섬유직물의 표면특성 변화를 보기 위하여 학진형 마찰시험기를 이용하여 시료를 제작하였다.

2. 실험방법

1) 세탁조건

세탁은 S사의 8.0kg 가정용 전자동 세탁기와 세제 (KATRI)를 사용하여 표준주기로 설정하여 세탁시간 13분, 세탁온도 14±2°C, 행굼시간 2회, 탈수4분, 수위는 45l(저수위)로 하였다. 시료무게는 1.5kg으로 정하고 미달시는 보정용 시료를 이용하였으며 1, 3, 5, 10, 20회 세탁 후 회전 드럼식 건조기를 사용하여 표준주기에 맞추어 건조온도 60±2°C, 건조시간 1시간 20분, 회전수 46±2rpm으로 하여 각각 열풍건조하였다.

표백은 유효염소 4%이상 함유 시판 락스를 사용하였으며 표준량인 물4L에 20ml(200배) 희석하여 침지 온도 30±2°C에서 10, 30, 60, 120, 200, 400분간 시행하였으며 삶기는 물3L에 대하여 비누 9g 비로 넣어 용해한 후 100±2°C의 온도에서 10, 30, 60, 120, 200, 400분간 삶았다.

2) 마찰조건

마모에 따른 극세섬유 직물의 표면특성 변화를 위하여 JIS L 0849에 의거한 학진형 마찰 시험기를 이용하였다. 마찰면적을 넓히기 위하여 마찰자의 너비를 2cm에서 14cm로 변형하였으며 마모시험의 조정 조건은 Table 2에 명시하였다. 1분당 30회의 속도로 10cm 이동하여 마찰너비 14cm, 왕복거리 10cm의 넓이로 20, 50, 100, 300, 500회 실시하였다. 건조상태와 습윤상태의 마모정도의 차이를 보기 위하여 습윤 상태 시료의 마찰시험시 마찰면적 140cm²당 평균 3±0.03g의 수분을 도포하였다.

Table 2. Abrasion tester condition

	JIS L 0849	Friction condition
Speed/ Reciprocation distance	30times/min, 100mm	30times/min, 100mm
Abrasion cycle	100times	100times
Abrasion fabric	cotton (JIS L 0803)	cotton (JIS L 0803)
Friction dimention	2×2cm	2×14cm

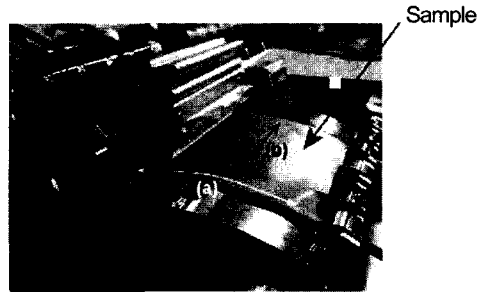


Fig. 1. Abrasion tester (JIS L 0849)

3. 구조 및 물성 측정

1) 물리적특성의 측정

수축률: 표준상태에서 KS K 0472에 의거하여 다음 식에 의해 수축율을 측정하고 2회측정에 따른 평균값을 구하였다. 각 수축률은 0.01%까지 기록하였다.

$$\text{수축률(\%)} = \frac{\text{세탁 전 길이} - \text{세탁 후 길이}}{\text{세탁 전 길이}} \times 100$$

2) 표면특성의 측정

극세사 섬유직물표면의 역학적 특성은 KES-FB System(Kawabata's Evaluation System for Fabrics, Kato Tech Co., LTD)을 사용하여 표면특성을 표준계측 조건하에서 측정하였다. 측정된 마찰질은 마찰계수(Coefficient of friction, MIU)와 마찰계수의 평균편차 값(Mean deviation of MIU, MMD)으로 나타내었고, 요철의 특성은 기하학적 거칠기(Geometrical roughness, SMD)로 나타내었다.

3) 흡수성의 측정

흡수성 측정기를 통해 극세사 직물의 세탁과 마찰에 따른 표면 흡수성을 시료 무게에 따른 최대흡수율로 결과를 산출하여 흡수성을 알아보았다.

$$\text{최대흡수율(\%)} = \frac{\text{최대흡수시 흡수량(g)}}{\text{시료 무게(g)}} \times 100$$

4) 분할상태 및 형태의 관찰

각 시료간의 다양한 조건에 따른 표면 상태의 변화를 살펴보고 흡수성을 발현하는 주된 요인이라 할 수 있는 극세사의 분할상태를 확인하기 위하여 시료의 표면상태를 현미경으로 관찰하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 세탁에 따른 형태안정성

세탁 후 건조한 시료의 수축현상을 정량화하기 위하여 세탁 전후에 각 방향의 길이를 측정하여 수축률을 측정하여 결과를 Table 3에 나타내었다. 직물시료인 1번의 경우, 위사 방향에 비하여 경사방향의 수축률이 크게 증가한 결과를 보였다. 이는 제직시 경사방향에 받은 장력이 세탁후 제거되며 일어난 진행성 수축에 의한 것으로 생각된다(김성련 외, 1977). 편성물인 시료2, 3의 경우, 초기 세탁시 충분히 수축하여 세탁횟수 3회 이후부터는 코스방향의 수축률에 있어 일정한 값을 나타내었으나 웨일방향의 수축률에서는 반복되는 세탁횟수에 다소 비례하는 결과를 보였다. 이는 텍스처사가 반복되는 세탁과 열풍건조에 의해 점차 수축하기 때문인 것으로 생각된다.

2. 직물표면의 역학적 특성

본 실험에서는 KES 법으로 직물의 표면특성을 측정하여 촉감을 판별하여 Fig. 2~4에 나타내었다. Fig. 2의 결과에 의하면 반복세탁 및 열풍건조에 의한 표면마찰특성의 변화는 마찰계수 값(MIU)으로 나타내었으며 세탁횟수의 증가에 따라 저하되는 경향을 나타내었다. 특히 부분 분할된 극세섬유로 구성되어있는 1번과 3번 시료의 경우 마찰계수감소율이 더 컸다. 이는 반복된 세탁으로 인하여 세제와 마찰에 의해서 섬유분할이 진행되기 때문으로 생각된다. 반면, 표면요철 값인 SMD는 초기에 증가하다가 세탁횟수가 증가할수록 계속되는 섬유분할이 일어나 파일사가 유연해지면서 마찰에 의해 섬유표면이 풀리고 눌러져 점진적인 감소경향을 보였다.

한편 시료를 삶은 후에 마찰계수의 값이 0.31에서 0.274로, 표백액에 침지후에 마찰계수의 값이 0.283

으로 전반적으로 약간의 감소하였는데 이는 고온처리와 알칼리 조건에서 섬유분할이 쉽게 일어나기 때문인 것으로 생각된다.

극세섬유직물은 표면적이 큰 것을 이용하여 최근 다양한 기능이 부여된 생활용품들로 개발되어 시판되고 있으며 또한 뛰어난 수분 흡수력과 탁월한 배수력과 우수한 세탁건뢰도를 갖어 잦은 세탁을 요하

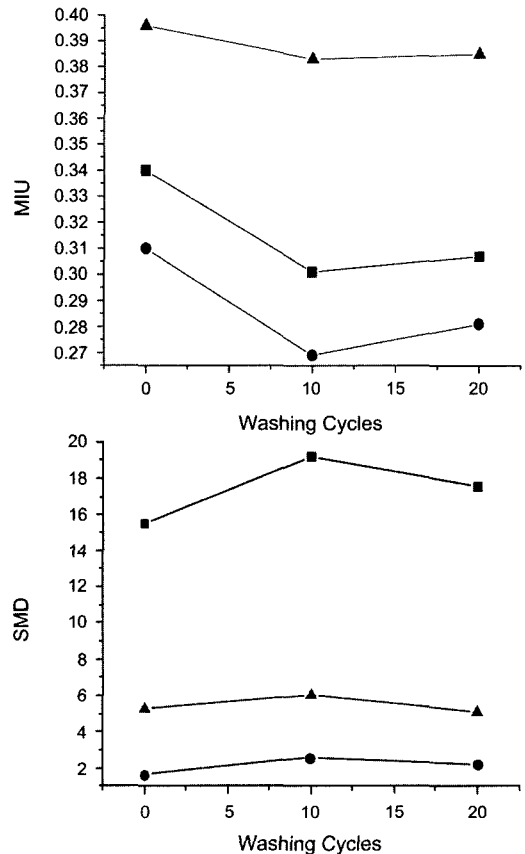


Fig. 2. Changes in surface properties of PET microfiber Fabrics with washing cycles.
 ●- Woven fabric - ▲- Pile knit (fully splitted)
 ■- Pile knit (partially splitted)

Table 3. Warp(wale) and weft(course) shrinkage(%) of PET microfiber fabrics according to repeated washing and dry

direction sample	cycle 1		3		5		10		20	
	Warp (wale)	Weft (course)	Warp (wale)	Weft (course)	Warp (wale)	Weft (course)	Warp (wale)	Weft (course)	Warp (wale)	Weft (course)
1	6	3.57	8	3.57	8	3.57	10	3.57	10	3.57
2	0	1.96	0	1.96	0.88	1.96	2.22	1.96	2.22	1.96
3	0	0	0	1.96	0	1.96	0.88	1.96	2.22	1.96

는 행주나 걸레, 타월 등 고흡수성 섬유재료로도 많이 이용되면서 소비자들에게 각광받고 있다. 따라서 빈번한 마찰에 의해 사용도중 일어나는 제품의 성능 변화를 알아보기 위해 건조상태와 습윤상태의 마모 정도에 따른 표면특성을 살펴보아 Fig. 3과 4에 나타내었다. 건조시료의 경우 마찰 초기에는 마찰에 의해 표면 섬유유 의 지속적인 분할이 일어나 부분 분할사를 가진 1번과 3번 시료의 경우 마모횟수가 증가함에 따라 마찰계수의 값이 다소 감소하다가 마찰이 점차 과도하게 진행되면서 fuzz가 발생하고 조직 자체가 밀리면서 특히 직물인 시료1번의 경우 점차 증가하는 경향을 보이기도 하였다. 마찰이 진행되면서 표면 섬유유 의 요철은 전반적으로 값이 증가하는 것을 확인할

수 있었다.

일반적으로 표면거칠기는 마찰정도가 심해지면서 fuzz의 발생과 섬유 엉킴에 의해 점차 요철이 증가하는 경향을 보였다.

습윤시료의 경우 마찰에 의한 영향을 더 크게 받아 동일한 횟수의 마모를 가한 건조시료보다 구간별 마찰계수의 값이 크게 나타났으며 전반적으로 건조시료를 마찰했을 때보다 약간 높은 마찰계수를 나타내었다(김상용 외, 2000).

3. 흡수성

본 연구에서는 흡수성 측정기를 통해 극세사 직물

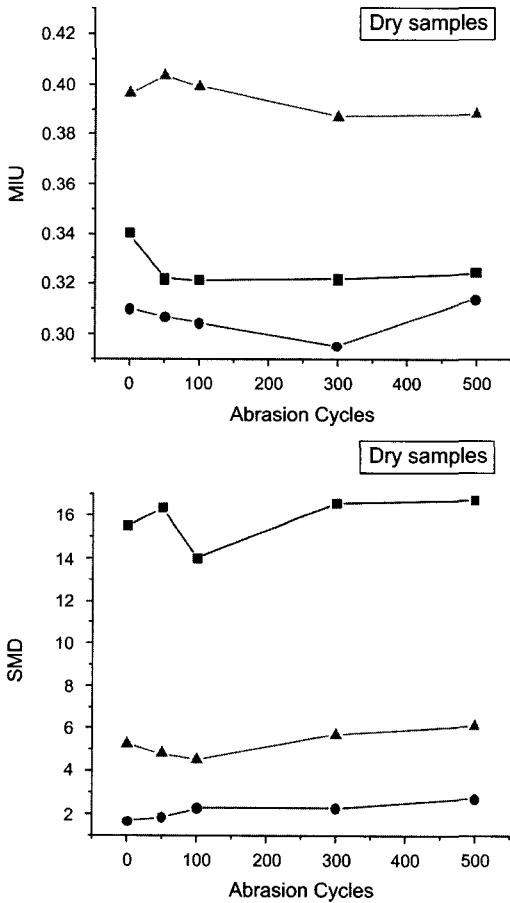


Fig. 3. Changes in surface properties of PET microfiber Fabrics with abrasion cycles. (Dry Sample)
 ●- Woven fabric -▲- Pile knit (fully splitted)
 ■- Pile knit(partially splitted)

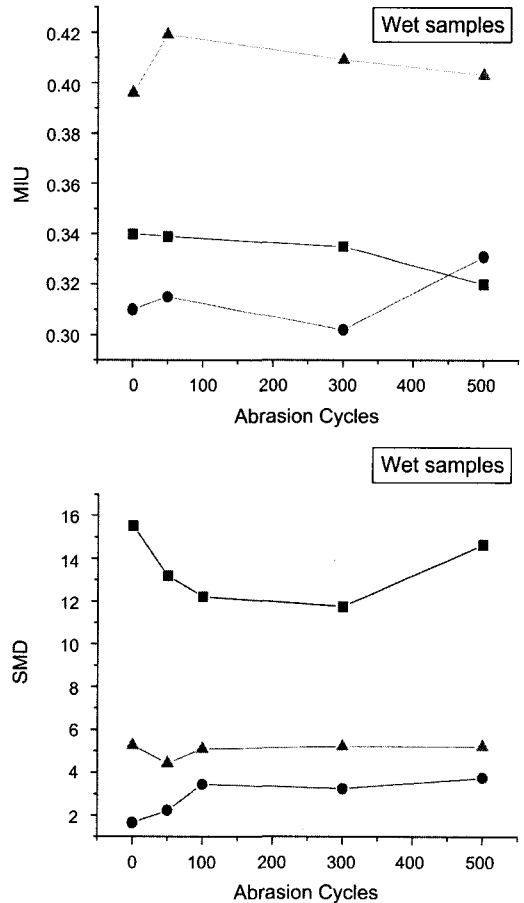


Fig. 4. Changes in surface properties of PET microfiber Fabrics with abrasion cycles. (Wet Sample)
 ●- Woven fabric -▲- Pile knit (fully splitted)
 ■- Pile knit(partially splitted)

의 세탁 조건에 따른 흡수성변화를 시료의 무게당 최대흡수율을 산출하여 Table 4에 나타내었다. 시료는 부분 분할된 극세사를 포함하는 직물시료 1번을 택하여 바탕직을 이루고 있는 극세섬유의 분할에 의한 영향을 살펴보았다. 그 결과 반복세탁 및 열풍 건조에 의해 흡수율이 다소 감소하는 경향을 나타내었는데 이는 외력에 의해 표면섬유가 엉키면서 부분적으로 미세공극률의 변화를 발생시켜 흡수율의 저하를 가져온 것으로 생각된다.

고온에서 삶았을 때에는 흡수율이 크게 증가되었으며 특히 표백시 미처리 시료보다 최대흡수율이 2배 가량 증가하였다. 이는 고온 처리와 알카리에 의해 섬유의 분할이 더 진행되어 흡수가 효율적으로 발현될 수 있는 조밀하고 균일한 미세공극률이 증가하여 다량의 수분을 흡수하게 된 것으로 사료된다(Kim et

al., 2000).

마모정도에 따른 흡수율은 전반적으로 마찰이 점차 과도하게 부가되면서 조직 자체에 필링(pilling)의 생성으로 표면섬유가 급격히 많아지면서 점차 감소하는 경향을 보였다. 이는 과도하게 부가된 마찰이

Table 4. Changes in the maximum water absorption rate(%) of microfiber woven fabric(sample 1) in various washing conditions

Treatment condition	Maximum water absorption (%)
Control	782.590
Washing (35°C-20 cycles)	698.704
Washing (100°C)	813.723
Bleaching (pH10)	1580.504
Abrasion (500 cycles)	723.521

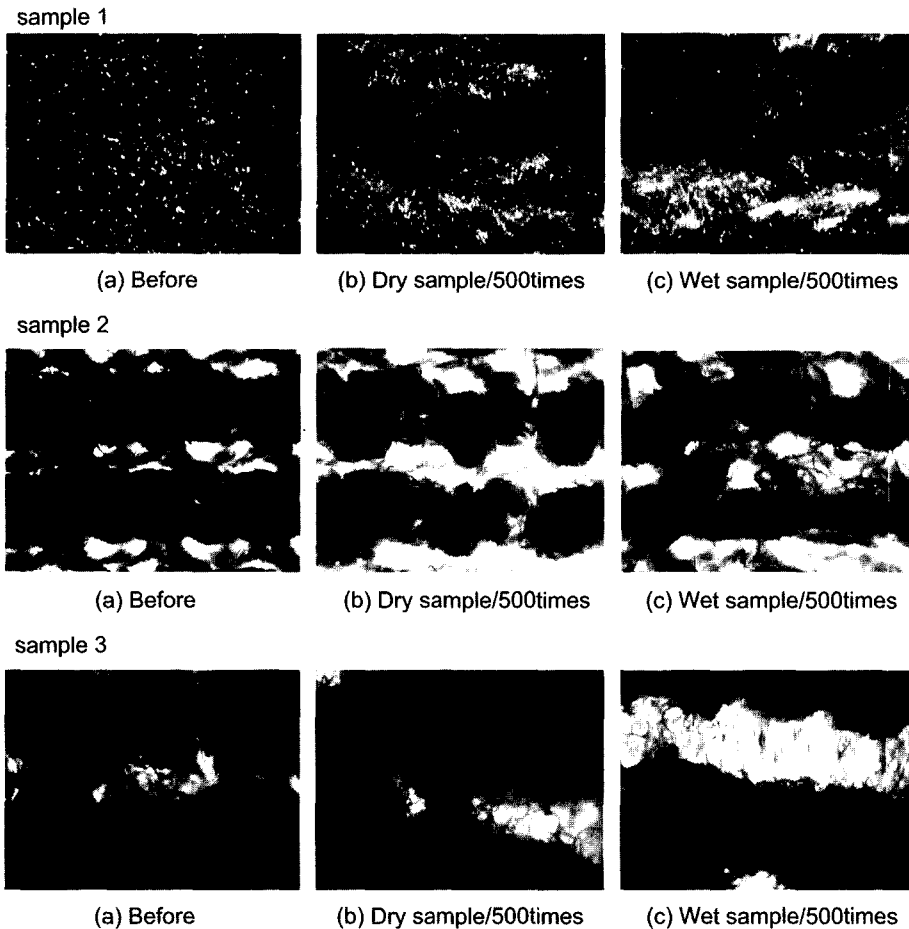


Fig. 5. Changes in surface properties of PET microfiber Fabrics with abrasion cycles.

표면섬유를 얽히게 하고 fuzz를 발생시키면서 조밀하고 균일한 미세공극의 형성을 저해하였기 때문으로 생각된다.

4. 형태학적 관찰

각 시료간의 다양한 조건에 따른 시료의 표면 변화 상태를 살펴보기 위해 스테레오 현미경을 이용하여 분할형 N/P 극세사의 표면형상을 관찰하여 Fig. 5에 나타내었다. 가해진 기계적 힘의 작용에 의해 직물표면의 섬유들이 얽히고 fuzz가 발생하는 것을 확인할 수 있는데 이는 미세공극의 형성을 저해하여 흡수율의 저하를 가져오는 것으로 생각된다. 또한 함수시료의 경우 그림에서처럼 섬유가 팽윤되면서 접촉면적이 커져서 마찰력이 증가하여 건조시료보다 마찰계수의 값이 크게 나타났으며 마찰이 과도하게 부가되면서 조직 자체에 생겨난 필링(pilling)이 흡수율을 저하시킴을 확인할 수 있었다.

IV. 결 론

본 연구에서는 유용하게 사용할 수 있는 차세대 섬유인 고감성 폴리에스테르 극세섬유 직물을 대상으로 세탁 및 마찰에 따른 극세섬유직물의 성능변화를 확인함으로써 마찰과 반복세탁에 따른 표면특성변화와 흡수성을 살펴본 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 반복세탁 및 건조, 표백과 세탁온도의 변화를 주었을때, 시행회수의 증가에 따라 폴리에스테르 극세섬유 직물의 표면마찰계수 값이 저하되는 경향을 나타내었으며 이는 각 조건에 의해 영향을 받아 지속적인 분할이 진행되었음을 알 수 있었다.
2. 건조상태와 습윤상태의 마모정도에 따른 표면특성의 경우, 마찰이 진행되면서 표면섬유의 요철은 전반적으로 값이 증가하는 것을 확인할 수 있었고, 함수시 수분에 의하여 섬유가 팽윤되면서 접촉면적이 커져서 마찰력이 증가하여 마찰에 의한 영향을 더 크게 받아 동일한 횟수의 마모를 가한 건조시료보다 구간별 마찰계수의 값이 크게 나타났으며 전반적으로 초기보다 약간 상승하는 경향을 보였다.

3. 흡수성에 있어 세탁 및 열풍 건조의 반복회수 증가에 따른 외력의 영향으로 섬유표면과 함께 부분적으로 미세공극물에 변화를 가져와 흡수율이 다소 저하되는 경향을 나타내었으며 특히 표백처리시 흡수가 효율적으로 발현될 수 있는 조밀하고 균일한 섬유의 분할이 일어나 시료 초기 최대흡수율의 2배에 해당하는 수치를 나타내었다.

4. 마찰에 의해서 조직 자체에 표면섬유가 급격히 많아지면서 표면섬유를 얽히게 하여 조밀하고 균일한 미세공극의 형성을 저해하여 흡수율이 점차 감소되었다.

참고문헌

김성련, 이순원. (1977). *신장 피복관리학*. 교문사.
 김상용, 장동호, 최영화. (2000). *섬유물리학*. ITC.
 이정민, 김공주, 김진우, 구강. (1998). *섬유가공학* 형설출판사.
 Fiber technique and industry. (2002). *Developmental of super-fine fiber and development direction*, 6(1/2), Kimjinsa.
 Shin, H. W., & Lee, J. S. (1999). The sense of touch and preference of manmade leather. *Journal of Korean Society of Clothing and Textiles*, 23(4), 541-550.
 Park, M. J., & Kim, S. H. (2000). Antimicrobial finish of polyester microfiber knitted pile fabrics with high water absorption. *Journal of the Korean Fiber Society*, 37(8), 470-478.
 Oh, K. W., & Yoo, H. J. (1997). Evaluation of washing efficiency based on consumers washing behavior. *Journal of Korean Society of Clothing and Textiles*, 21(2), 251-261.
 Kim, S. J., Kim, S. H., & Oh, K. W. (2000). Effect of chemical split on water absorption of polyester microfiber knit. *Journal of the Korean Fiber Society*, 37(7), 412-420.
 Seo, J. H., Sung, S. K., Lee, S. J., & Kwon, H. S. (1999). The changes in properties of dress shirts by repeated washing and drying. *J. Kor. Soc. Cloth. Ind.*, 2(1), 893-904.
 Kim, S. J., & Kim, S. H., & Oh, K. W. (2003). Water absorption and mechanical properties of split-type N/P micro conjugate pile-knit. *Textile Reseach Journal*, 73(6), 489-495.
 Park, S. K., & Ryu, H. S. (1996). The effects of bleaching or washing on the absorption of softener (DSDMAC) (part1). *Journal of Korean Society of Clothing and Textiles*, 20(2), 270-281.