

## 수용성 수지처리 직물의 물성변화

권윤정<sup>1)</sup> · 이문수<sup>2)</sup>

1) 건국대학교 섬유공학과

2) 배재대학교 의류패션학부

### A Study on the Mechanical Properties of Fabrics Treated with Water Soluble Resin

Yoon Jung Kwon<sup>1)</sup> and Mun Soo Lee<sup>2)</sup>

1) Dept. of Textile Engineering, Konkuk University, Seoul, Korea

2) Dept. of Clothing and Textiles, Paichai University, Taegyeon, Korea

**Abstract :** This paper is concern with the effect of various conditions on mechanical properties of textile fabrics by water soluble resin treatment. Resin treatment of cotton, acetate, viscose rayon, polyester, nylon and acryl fabrics were made by aqueous resin treatment to improve the mechanical properties. The mechanical properties of fabrics, the breaking strength and strain were measured and surface reflectance was measured by color eye. The breaking strength and surface reflectance of fabrics by water soluble resin treatment showed difference by the different treatment concentration. The surface reflectance was increased by water soluble resin treatment. The breaking strength was lower in fabrics with resin treatment than fabrics with none treatment.

**Key words :** resin, breaking strength, surface reflectance.

## 1. 서 론

섬유는 반복해서 착용을 하는 경우 탄력성이 떨어지고 섬유의 형태도 바뀌는 경우가 많다. 형태변화의 주된 요인으로는 착용시의 자세나 운동에 의한 반복되는 인장과 반복세탁(서정현 등, 1999; 이송자 등, 1999) 등으로 섬유에 피로가 발생하고, 직물의 경사나 위사의 교착각이 무너지는 것 등을 들 수 있다. 특히 셀룰로오스 섬유는 착용시 구김이 가기 쉽다.

셀룰로오스 섬유의 구김은 주로 섬유의 화학적 구조에서 기인되는 것으로 셀룰로오스 섬유의 경우 분자사슬 간에 결합력이 약한 수소결합으로 연결되어 있어 구김이 생기게 된다. 섬유에 인장, 수축, 굴곡, 비틀림 등의 외력이 전해지면 분자사슬이 약한 수소결합은 끊어져 인접한 분자들과 새로운 수소결합을 형성하게 된다. 이렇게 변형된 수소결합으로 생긴 구김은 직물이 편진 상태에서 새로운 수소결합이 형성되기 전에는 계속 구겨진 상태로 있게 된다.

이러한 섬유의 구김이나 형태를 고정화하기 위해서는 여러 방법이 이용되고 있다(고석원, 1978; 이의소 등, 1976). 물리적 또는 기계적으로 형태를 고정하는 방법으로는 물을 뿌려서 다

림질을 하여 구김을 막을 수 있다. 또한 섬유 소재의 특성을 파악하여 디자인하거나 봉제의 경우, 성능상의 약점을 봉제를 통해 극복하거나 수지를 섬유에 고착시키는 방법 등이 있다(장병호 등, 1996).

수지가공에 이용되는 재료로는 우레아계 수지, 멜라민계 수지 등이 있고, 저분자량 수지를 사용한 방법으로는 고분자의 초기축합물을 이용하여 주로 수용액에서 섬유의 내부로 침투시켜 반응을 하는 방법, 셀룰로오스에 수지를 흡착시켜 열로 고정하여 화학적인 결합력을 갖게 하는 방법 등이 있다.

수지로 가공하면 섬유 내부에 가교결합이 형성되어 섬유에 가해지는 응력에 대항하여 섬유 분자쇄와 피브릴 간의 미끄러짐을 방지하여 탄성을 주므로 구김을 줄일 수 있다. 그러나 수지로 가공된 직물은 섬유 내부에 형성된 가교결합(Venkatesh et al., 1974; Madan et al., 1976; Hobart et al., 1974; Vigo, 1976; Frick et al., 1960)으로 인해 강도의 저하를 가져오는 등 바람직하지 않은 물성의 변화를 가져오기도 한다(Rowland et al., 1971; Shin et al., 1989; Choi et al., 1993).

이러한 물성변화는 수지의 종류(이의소, 1976), 수지처리의 방법(Bertoniere et al., 1972; Hollies, 1967), 처리조건(고석원 등 1980; Gonzales et al., 1984), 소재의 종류(Woo et al., 1956; Ohe et al., 1970) 등에 의해 다르다는 것이 알려져 있다. 형태의 안정성을 위해 수지를 가공 처리하는 경우 형태의

Corresponding author; Yoon Jung Kwon  
Tel. +82-2-450-3521, Fax. +82-2-457-8895  
E-mail: yjkwon@konkuk.ac.kr

변화를 막을 뿐만 아니라 세척시에 세척력을 향상시킨다. 본 실험은 섬유 형태를 안정시키기 위해 수지처리를 하고 강도와 신도를 측정하여 섬유의 물성변화를 고찰하였으며 또한 수지처리 후 세척을 하였을 때의 세척력을 측정하였다.

## 2. 실험

### 2.1. 시료 및 시약

시료는 시판의 염색견뢰도 시험용 면, 아세테이트, 레이온, 폴리에스터, 나일론, 아크릴 백포를 사용하였으며, 사용한 수지는 폴리비닐알콜이며 분자량 89000-98000인 것을 사용하였다.

### 2.2. 실험방법

실험에 사용한 시료는 다음과 같이 제작했다. 수지원액 20 g에 물을 추가하여 1000 g이 되도록하여 2%의 수용액을 만들고 백포의 시료를 수지의 수용액에 담근 다음 wet pick up이 80%가 되도록 조절한 후, 20°C의 대기 중에서 건조하여 시료를 만들었다. 또한 오염포는 시판의 수용성 카본블랙 10 g에 물 3000 mL를 첨가하여 분산액을 만들고 이 분산액을 용기에 넣고 각 농도별로 수지 처리한 백포를 20°C의 온도에서 1분간 침지한 후 꺼내어 대기 중에서 건조한 것을 사용하였다.

### 2.3. 세척방법

오염포를 5P10cm로 잘라 steel ball 10개, 회전속도는 40 rpm으로 하여 고온고압염색기(Mathis Labomat)에서 20분간 세척한 후, 같은 온도의 증류수로 2회 세척했다.

### 2.4. 분석방법

건조된 시료를 인스트론으로 강신도를 측정하여 그 평균값을 구하였다. 또한 건조된 시료를 CCM(Machbeth Color-Eye 3100)으로 여러 부분의 표면반사율(520 nm)을 측정하여 그 평균값을 구하여 세척력을 실험하였다. 강연도는 KS K 0538 heart loop법에 의해 측정하였다.

## 3. 결과 및 고찰

### 3.1. 수지처리 농도에 따른 강도의 변화

Fig. 1에 면, 아세테이트, 레이온 직물의 수지처리 농도에 따른 인장강도의 변화를 나타냈다. 수지 처리를 하지 않은 면 직물의 인장강도는 3.4 kgf/mm<sup>2</sup>이다. 가교결합을 하는 수용성 수지 농도를 2%로 처리하였을 때의 인장강도는 원포의 강도에 비해 26.2%의 강도 하락율을 보였다. 또한 수지의 처리 농도를 4%, 6%로 증가시킨 결과, 면포의 인장강도는 처리한 수지농도가 증가함에 따라 28.6%, 32.2%의 강도 하락율을 나타냈다.

셀룰로오스 섬유의 수지가공에 의한 인장강도가 감소되는 이유는 크게 두 가지로 볼 수 있다. 하나는 수지처리에 의한 가

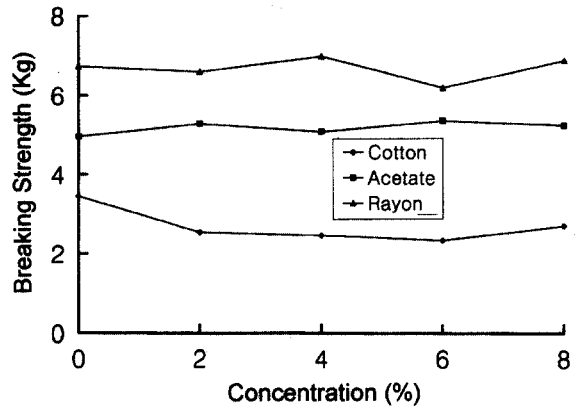


Fig. 1. Effect of concentration of resin on the breaking strength of untreated and treated fabrics.

교결합의 형성으로 섬유 내부의 용력이 증가하기 때문이고, 다른 하나는 수지처리에 의한 셀룰로오스 분자의 가수분해로 인한 것이다. 그림에서 나타난 면의 강도저하는 첫 번째 이유에 의한 것으로 사료된다. 그러나 수지처리의 농도를 8%로 증가하였을 때, 인장강도는 2.6 kgf/mm<sup>2</sup>으로 다시 상승하는 것으로 나타났다. 이것은 과잉의 수지가 분자간의 결합력을 증가시켰기 때문인 것으로 판단된다.

셀룰로오스계 섬유인 레이온의 경우 원포의 인장강도가 6.73 kgf/mm<sup>2</sup>인데 비해 수지의 농도를 2%로 하였을 때, 6.58 kgf/mm<sup>2</sup>로 나타났다. 이러한 현상이 나타난 것은 레이온의 인장강도의 변화가 낮은 결정화도와 관계가 있는 것으로 판단된다. 레이온 섬유는 면에 비해 결정영역이 적기 때문에 일정한 농도까지는 수지의 가교결합에 의해 인장강도가 증가하기 때문으로 판단된다. 레이온 섬유의 경우, 수지의 농도를 증가하면 수지가 섬유내부로 침투하지 않고 외부에서 분자간 가교결합을 형성하여 강도의 손실이 적다고 사료된다. 이러한 이유로 레이온 직물의 강도 변화보다는 면직물의 수지처리에 의한 물성이 크게 변화한다는 사실을 확인할 수 있다.

일반적으로 직물에 수지를 처리하면 직물의 신장성이 줄어들어 강력이 저하되며, 수지의 농도가 증가됨에 따라 그 저하율은 커진다. 반합성 섬유에 해당되는 아세테이트의 경우, 원포의 인장강도는 4.96 kgf/mm<sup>2</sup>이나 수지처리 농도를 2%로 올렸을 때, 강도는 5.04 kgf/mm<sup>2</sup>로 증가 되었다. 이는 아세테이트 섬유의 경우 면이나 레이온 섬유에 비해 섬유의 밀도가 낮아 처리한 수지가 다른 셀룰로오스 섬유에 비해 내부로 침투되어 강도를 증가시켰기 때문인 것으로 판단된다.

Fig. 2는 합성섬유의 수지농도에 따른 직물의 강도를 나타낸 그림이다. 그림에서 보면 폴리에스터는 수지 처리를 하였을 때, 강도의 변화가 적었다. 나일론과 아크릴도 수지처리를 한 시료와 원포의 강도는 별반 차이가 없었다. 합성섬유의 경우 수지의 농도를 변화시킨 경우에도 강도의 변화는 거의 없음을 알 수 있다.

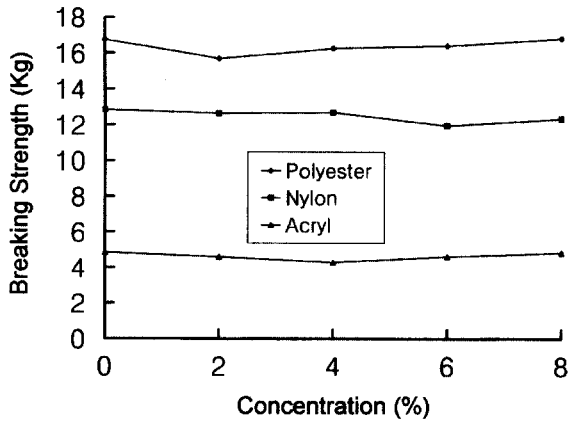


Fig. 2. Effect of concentration of resin on the breaking strength of untreated and treated fabrics.

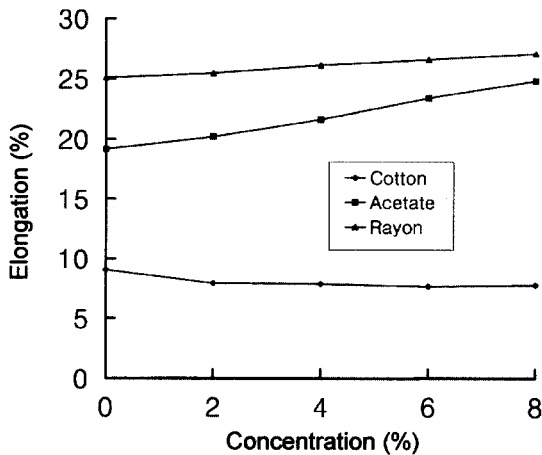


Fig. 3. Effect of concentration of resin on the elongation of untreated and treated fabrics.

### 3.2. 수지처리 농도에 따른 신도의 변화

Fig. 3에 면, 아세테이트, 레이온 직물의 수지처리 농도에 따른 신도의 변화를 나타냈다. 이 그림에서 알 수 있듯이 면을 2%, 4%, 6%, 8%로 수지처리를 하였을 때, 신도는 조금씩 하락한다는 것을 알 수 있다. 아세테이트 원포의 신도는 19.1%이었다. 이에 비해 수지처리를 하였을 때, 신도는 증가한 것으로 나타났다. 이는 인장강도와 마찬가지로 아세테이트 섬유는 밀도는 다른 섬유에 비해 낮으므로 처리한 수지가 내부로 침투되어 분자간의 신장을 높이는데 기여하였기 때문이라고 판단된다. 레이온의 경우, 원포의 신도가 25.1%인데 비해 수지처리를 하였을 때는 25.4%에서 27.0%으로 원포의 신도에서 크게 벗어나지 않았다.

Fig. 4에 합성섬유의 수지처리 농도에 따른 신도의 변화를 나타냈다. 그림에서 알 수 있듯이 폴리에스터, 나일론, 아크릴의 경우, 원포의 신도가 각각 36.9%, 45.7%, 26.2%로 나타났고 수지처리를 하였을 때 원포의 신도와 큰 차이가 없는 것으로 나타났다.

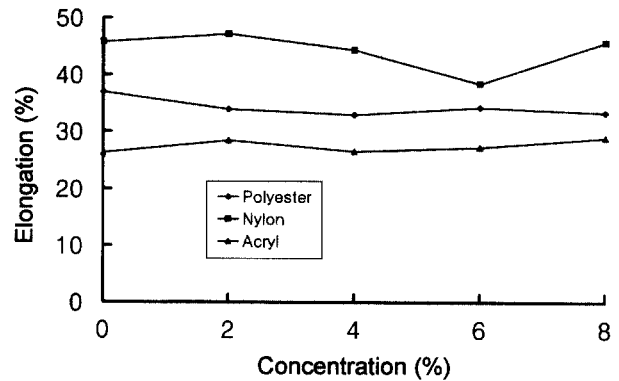


Fig. 4. Effect of concentration of resin on the elongation of untreated and treated fabrics.

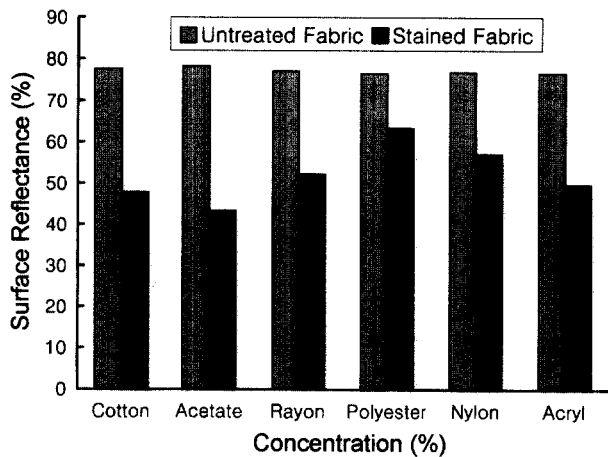


Fig. 5. Surface reflectance of untreated and stained fabrics.

### 3.3. 각종 오염포의 세척력 평가

Fig. 5는 각종 시험 백포와 세척한 오염포의 표면반사율을 측정하는 것이다. 오염되지 않은 원래의 시험포의 표면반사율은 면이 76.9%에서 아세테이트가 78%로 거의 같은 수준이다. 직물들을 수용성 카본블랙으로 인공오염을 시킨 후 세척한 오염포의 표면반사율을 측정하는 결과를 보면 면이 47.64%로 나타났고 아세테이트가 41.29%로 가장 낮았다. 결과에 의하면 아세테이트가 가장 많은 오염물을 흡착했다는 것을 알 수 있다. 이는 아세테이트 섬유의 경우 섬유의 밀도가 가장 낮기 때문에 카본블랙의 입자가 섬유내부로 침투하여 흡착한 결과라고 판단된다.

셀룰로오스계 섬유인 레이온은 원포의 표면반사율은 52.1%로 나타났다. 면은 아세테이트 섬유보다는 표면반사율이 저하되지 않았지만 다른 섬유에 비해 오염이 잘 되는 것으로 평가되었다. 폴리에스터 섬유는 수지처리에 의한 표면반사율의 저하가 가장 적었다. 이는 폴리에스터 섬유의 밀도가 가장 높기 때문에 나타난 현상이라고 판단되며, 이런 현상은 합성섬유 중에서 가장 밀도가 낮은 아크릴 섬유의 표면반사율이 크게 저하된 것과 같은 이유라고 사료된다.

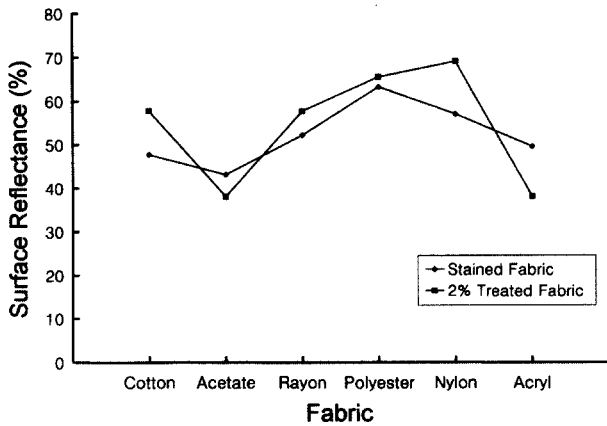


Fig. 6. Surface reflectance of untreated and treated fabrics.

Fig. 6은 2%로 수지처리한 직물을 카본블랙으로 인공오염시킨 후 세척한 오염포의 표면반사율을 측정한 것이다. 합성섬유인 폴리에스터 나일론의 표면반사율은 각각 68.5%, 69.0%로, 면과 레이온에 비해 높은 표면반사율을 보였다. 합성섬유가 면이나 아세테이트, 레이온 섬유에 비해 오염물을 흡착이 적다는 것을 알 수 있다. 이는 앞에서 말한 섬유의 밀도와 관계가 깊은 것으로 판단된다.

3.4. 수지처리 농도에 따른 세척력 평가

Fig. 7에 면, 아세테이트, 레이온 직물의 흡착된 수지의 처리 농도에 따른 표면반사율을 나타냈다. 그림에서 볼 수 있듯이 면 직물은 수지처리를 하지 않은 직물에 비해 2%, 4%, 6%, 8%로 수지를 처리하였을 경우 표면반사율이 높았다. 이는 수지처리를 한 섬유가 하지 않은 섬유에 비해 세척률이 높다는 것을 보여준다. 또한 2%의 수지처리 농도에서 표면반사율이 가장 높아 21.2%의 표면반사율 증가를 보여 세척이 양호하다는 것을 알 수 있었고, 6%로 수지농도의 양을 늘린 경우 오히려 표면

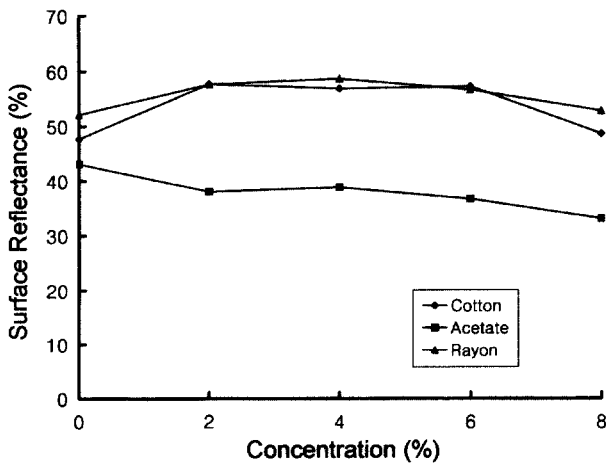


Fig. 7. Effect of concentration of resin on the surface reflectance of untreated and treated fabrics.

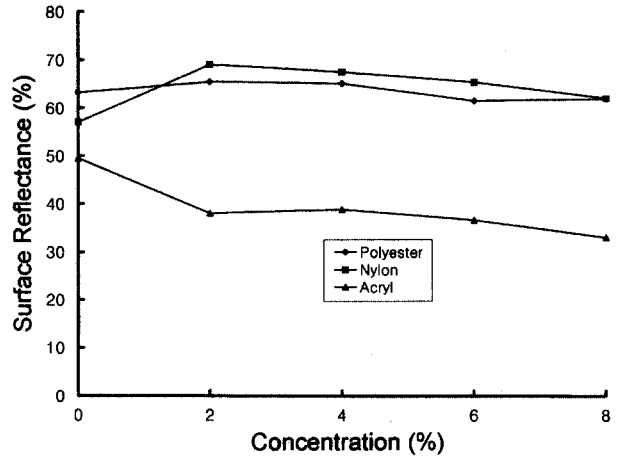


Fig. 8. Effect of concentration of resin on the surface reflectance of untreated and treated fabrics.

반사율이 약간 떨어진 것으로 나타냈다. 또한 수지의 농도를 8%로 늘린 경우에는 표면반사율이 48.48%로 나타나 수지처리를 하지 않은 원포의 표면반사율 수준으로 되돌아 간 것을 알 수 있다.

이 실험 결과로 면의 경우 6%이상의 수지를 처리하게 되면 섬유에 부착된 과잉의 수지가 오염물인 카본블랙과 흡착하여 세척 후에도 섬유에 부착되어 오히려 세척률이 저하 된다는 것을 알았다. 아세테이트 섬유의 경우 원포의 표면반사율이 43.0%인데 비해, 2%의 수지처리에도 표면반사율이 38.0%로 떨어져 수지처리에 의해 세척률이 저하된다는 것을 알 수 있다. 이는 흡착된 오염원이 수지와 함께 팽윤된 섬유의 내부에 잔존하기 때문이라고 판단된다.

일반적으로 외관 향상을 위해 수지처리를 하는 섬유는 셀룰로오스계 섬유이거나 면과 합성섬유의 혼방 직물인 점을 감안할 때 이와 같이 면 섬유의 수지처리에 의한 표면반사의 증가, 즉 세척률의 증가는 실용적인 면에서도 매우 바람직한 현상이라 할 수 있다.

Fig. 8에 합성섬유인 폴리에스터, 나일론, 아크릴 직물의 수지의 처리 농도에 따른 표면반사율을 나타냈다. 그림에서 알 수 있듯이 폴리에스터와 나일론 직물은 수지를 처리하였을 때, 직물의 표면반사율의 변화가 적은 것으로 나타났다. 이들 합성섬유의 직물은 처리한 수지의 농도와 표면반사율은 상관관계가 적다는 것을 알 수 있다.

3.5. 수지처리한 직물의 강연도

Fig. 9는 면, 아세테이트, 레이온, 폴리에스터, 나일론, 아크릴 직물 등을 2%의 농도로 수지처리하였을 때의 강연도를 나타낸 것이다. 그림에서 면 직물은 수지를 처리하였을 때, 강연도 저하의 정도가 측정된 다른 섬유에 비해 가장 심한 것으로 나타났다. 이는 앞에서 고찰한 것과 같은 이유라고 생각되며 면 직물은 수지처리에 의해 인장강도와 신도의 저하가 나타나, 이로

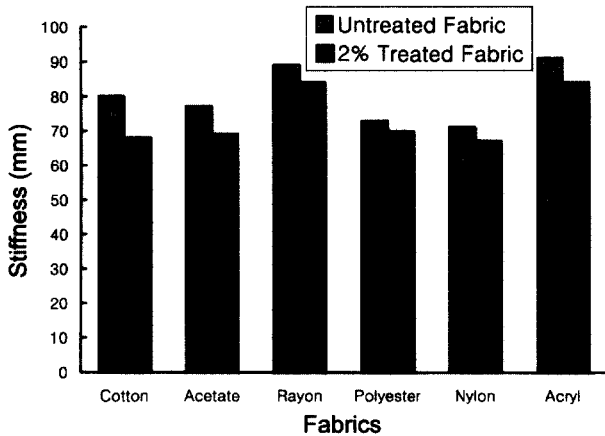


Fig. 9. Stiffness of untreated and treated fabrics.

인하여 직물이 뻣뻣해지기 때문에 강연도의 저하가 두드러진다. 이에 비해 셀룰로오스계 섬유 중 레이온 직물은 2%의 수지처리를 하였을 때도 강연도의 저하가 그다지 심하지 않은 것으로 나타났다.

합성섬유의 경우에서도 섬유의 밀도가 높은 폴리에스터 직물은 수지를 처리하였을 때 강연도의 저하가 적었다. 반면 아크릴 직물의 경우 수지를 처리하였을 때 강연도의 저하가 심하게 나타나 유연성이 떨어졌다. 섬유의 밀도가 낮은 아크릴의 강연도 저하현상은 수지의 내부침투와 흡착으로 인한 가교결합의 결과로 판단된다. 또한 섬유의 밀도가 조밀한 레이온이나 폴리에스터 직물에서 강연도 저하의 폭이 적은 것으로 나타나 밀도와 강연도 저하현상은 상관관계가 있는 것으로 사료된다.

#### 4. 결 론

본 연구에서 여러 섬유에 대한 수지처리를 하여 각 섬유들의 물성과 세척성을 평가한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 수지처리를 하면 면직물의 강도가 저하되며 면 직물은 일정 농도까지는 처리액의 농도가 증가할수록 강도의 저하가 커진다.
2. 4%이내의 농도로 수지처리를 한 면 직물은 수지처리를 하지 않은 면 직물에 비해 높은 표면반사율을 나타내 세척률이 높다.
3. 수지처리를 한 아크릴 섬유는 오염물의 흡착이 증가되었다.

**감사의 글:** 이 논문은 2001학년도 건국대학교 학술연구비지원에 의한 논문임.

#### 참고문헌

- 고석원 (1978) Durable Press 가공에 관한 연구(I)-면/비스코스레이온 혼방직물의 Durable Press 가공. *한국섬유공학회지*, 15, 1-8.
- 고석원·이현원·김영호 (1983) 혼합산계에서의 단일욕 Wet Fixation 가공. *한국섬유공학회지*, 20, 30-38.
- 서정현·성수광·이송자·권현선 (1999) 반복세탁 및 건조방법이 드레스셔츠의 물성에 미치는 영향(I). *한국의류산업학회지*, 1(2), 182-187.
- 이송자·성수광·권현선 (1999) 반복세탁 및 건조방법이 드레스셔츠의 물성에 미치는 영향(I). *한국의류산업학회지*, 1(3), 259-263.
- 이의소·이종인·고석원 (1976) Durable Press가공에 관한 연구(II). *한국섬유공학회지*, 16, 6-12.
- 장병호·박병기·박수민·김광수·탁태문·유동일 (1996) "섬유가공학". 서울, 형성출판사, pp.279-301.
- Bertoniere N. R., Martin L. F., Blouin F. A. and Rowland S. P. (1972) Alteration of the pore structure of cotton by the wet fixation durable-press process. *Textile Res. J.*, 42, 734-740.
- Choi H. and Yeh K. (1993) In-situ copolymerization and crosslinking of cotton fibers for improved performance. *Textile Res. J.*, 63, 302-308.
- Frick, Jr., J. G., Andrews B. A. K. and Reid J. D. (1960) Effects of crosslinkage in wrinkle-resistant cotton fabrics. *Textile Res. J.*, 30, 495-504.
- Gonzales E. J. and Rowland S.P. (1984) Differentiation of catalyst types in the formaldehyde cotton cellulose Reaction. *Textile Res. J.*, 54, 820-827.
- Hobart S. R. and Mack C. H. (1974) Creasable dimethyloldihydroxyethyleneurea-crosslinked cotton printcloth. *Textile Res. J.*, 44, 620-626.
- Hollies N. R. S. (1967) Wet-fixation DP process-polymer deposition. *Textile Res. J.*, 37, 277-288.
- Madan G. L., Patel S. B., Patel R. S., Baddi N. T. and Mehta P. C. (1976) Physical chemistry of crosslinking. *Textile Res. J.*, 46, 438-444.
- Ohe H., Takagishi K., Kuroda H., Terrai M., Matsuki S. and Matsukawa S. (1970) Behavior of spun rayon fabric treated by the poly-set process. *Textile Res. J.*, 40, 591-597.
- Rowland S. P., Stark, Jr., S. M., Cirino V. O. and Mason J. S. (1971) Structural features of cotton treated by pad-dry-cure, mild-cure, poly-set and wet-fix processes. *Textile Res. J.*, 41, 57-64.
- Shin Y., Hollies N.R.S. and Yeh K. (1989) Polymerization-crosslinking of cotton fabric for superior performance properties. *Textile Res. J.*, 59, 635-642.
- Venkatesh G. M. and Dweltz N. E. (1974) Measurement of crease recovery properties of yarns and fibers. *Textile Res. J.*, 44, 428-433.
- Vigo T. L. (1976) Polysulfide crosslinked cotton by reaction of chlorodeoxycellulose with ethylenediamine hydrosulfide. *Textile Res. J.*, 46, 261-264.
- Woo H. K., Dusenburg J. H. and Dillon J. H. (1956) The reaction of formaldehyde with cellulosic fabrics, Part I: Rate and mechanism of the reaction. *Textile Res. J.*, 26, 745-760.

(2001년 10월 19일 접수)