마직물의 Wash & Wear 가공

이돈원, 이의소*, 고석원

*서울대학교 섬유고분자공학과, *인하대학교 섬유공학과*

1. 서 론

아마는 우아한 광택을 가지고 있으며 아주 섬세한 실을 얻을 수 있고 열전도성이 좋아 시원한 느낌을 주고 내구성이 우수하며 수분의 흡수와 건조가 빨라 여름용 옷감이나 수건 등에 이용하고 있다. 하지만 리질리언스가 나빠 구김이 잘 생기는 결점이 있어 의류용도로의 사용에 큰 제약이 되고 있는데 섬유의 구김회복성을 증진시키기 위해 다관능기를 가진 약제로 셀룰로오스를 가교시키면 외부 응력에 대한 섬유의 탄성한계가 커지게 되어 구김이 발생이 억제된다.[1]

하지만 셀룰로오스를 가교제를 이용하여 가교시키게 되면 심각한 강력저하를 유발함으로써 실용적인 면에서 큰 문제가 되기 때문에 이러한 단점을 극복하기 위해 중합체 침지,[2]중합체 첨가,[3]선택처리,[4]팽윤처리[5]및 머서화[6]등에 의한 여러 시도가 이루어졌다. 특히 마직물의 경우 면과 달리 마디가 존재하는 구조적 특성 때문에 가교처리시 가교가 불균일하게 분포하게 되어 강력의 저하가 면에 비해 더욱 심한 것으로 알려져 있다.[7] 본 연구에서는 현재 공업적으로 이용되고 있는 DMDHEU를 가교제로 사용하여 마직물의 가장 큰 단점인 구김에 대한 저항성을 부여하고자 DMDHEU와 촉매의 적정비율, 열처리 온도, DMDHEU의 적정농도를 조사하였고, 가교로 인해 발생하는 물성저하를 줄이기 위하여 적정조건하에서 첨가제로 triethanol amine, polyethylene glycol, 우레탄 수지 등을 사용하였을 때의 영향을 알아보았다.

2. 실 험

2.1 시료 및 시약

1) 시료

경·위사가 각각 25lea(1 lea : 1 pound당 300 yds.)인 마사로 제직한 정련, 표백, 머서화가공된 100% 마직물을 사용하였다.

2) 시약

가교제로는 1,3-dimethylol-4,5-dihydroxyethyleneurea(DMDHEU)(45%수용액, BASF)를 사용하였고, 촉매로는 $MgCl_2 \cdot 6H_2O$를 사용하였다. 유연제는 Ultratex-EMJ를, 침투제로 Triton X-100을 사용하였다. 첨가제로는 triethanolamine(TEA), polyethylene glycol 600(PEG), Elastron MF-25(수용성 우레탄 수지, 대영화학), Catalyst 64(수용성 우레탄 수지 촉매, 대영화학)을 사용하였고, TEA사용시 pH를 조절하기 위하여 사용한 산으로 질산(시약급)을 사용하였다.

2.2 실험 방법

2.2.1 직물 처리

직물은 패딩-건조-열처리 방법에 의해 처리하였다.

1) 처리액 준비

일정량의 가교제, 촉매, 첨가제 및 2%(owb)의 유연제와 0.1%(owb)의 침투제를 넣어 처리액을 준비하였다.

2) 패딩

패더(Yamaguchi Sankyo Ltd., YN-450 type, Japan)로 직물을 2dip-2nip 방식으로 wet-pick up 65±2%로 패딩하였다.

3) 건조 및 열처리

건조 및 열처리는 열처리기(Daici Kagakuseiki Mfg., Ltd., pintenter type, DK-5E, Japan)를 이용하였다.

4) 수세

50℃의 온수에서 30분간 수세하였다.

2.2.2 측정 및 분석

1) 방추도

Monsanto형 wrinkle recovery tester(Daiei Kagakuseiki Mfg., Ltd., Japan)를 사용하여 경사와 위사방향의 측정치를 합하여 나타내었다.

2) Wash & wear성

Wash & wear 등급은 AATCC test method 124-1992 을 이용하여 평가하였다. 이 때의 시료는 세제(AATCC Standard Detergent 124)를 넣고 41±3℃의 물로 1회 기계 세탁을 한 후에 텀블 건조한 것을 사용하였다.

3) 인열강도

ASTM D 1424-83 방법에 따라 Elmendorf형 인열시험기를 사용하여 위사방향의 강도를 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 가교처리조건이 가공 직물의 방추도에 미치는 영향

3.1.1 촉매의 농도에 따른 영향

8% DMDHEU 수용액에 0, 0.5, 1, 2, 3, 4%(owb)로 촉매를 첨가한 후 방추도의 변화를 살펴보았다.(Fig.1) 촉매로 사용한 $MgCl_2 \cdot 6H_2O$의 양이 증가함에 따라 DMDHEU와 셀룰로오스와의 반응이 촉진되어 방추도가 커짐을 볼 수 있다. 하지만 2%이상의 농도에서는 방추도의 변화가 거의 없으므로 촉매의 농도를 2%(owb) 즉, 가교제농도의 25%로 하였다.

3.1.2 열처리 온도에 따른 영향

직물을 패딩하여 건조시킨 후 온도를 변화시키면서 열처리한 후의 방추도의 변화를 살펴보았다.(Fig.2) 열처리 온도가 증가함에 따라 가교반응이 촉진되어 방추도가 증가함을 볼 수 있다. 하지만 고온에서는 직물의 황변현상을 초래하며 열에 의해 물성이 손상을 입게 될 것으로 생각되므로 열처리 온도를 160℃로 하였다.

3.1.3 가교제의 농도에 따른 영향

가교제의 농도를 변화시켜 가면서 직물에 처리했을 때의 방추도변화를 살펴보았다.(Fig.3) 가교로 인한 물성의 저하를 최소화하고 wash & wear 성질을 가질 수 있는 정도의 방추도를 부여하기 위하여 최적 가교제의 농도를 8%로 하였다.

3.2 첨가제가 가공 직물의 방추도와 인열강도에 미치는 영향

3.2.1 TEA첨가에 따른 영향

Fig.4에서 TEA 8%정도까지는 방추도가 거의 일정하게 유지되지만 10%이상에서 감소하는 것을 볼 수 있다. 이것은 많은 양의 TEA가 DMDHEU와 반응하여 셀룰로오스의 가교반응을 크게 저해하기 때문으로 생각된다.

Fig.5는 TEA의 첨가가 인열강도에 미치는 영향을 보이고 있다. 이와 같이 인열강도는 TEA농도에 따라 증가하는 경향을 보이는데 이것은 첫째 TEA가 urea, glycerine, anhydrous liquid ammonia, ethylamine, ethylenediamine등과 같이 셀룰로오스를 팽윤시켜 약제를 보다 균일하게 침투시켜주는 역할을 하기 때문이고 둘째 TEA는 수산기를 3개 가지고 있는데, 이것은 DMDHEU중 셀룰로오스와 반응한 후 가교가 되지 않고 남아있는 것들과 반응하여 3차원의 망막구조를 형성하여 가교의 집중을 다소 완화시켜주는 역할을 하기 때문인 것으로 생각된다.

3.2.2 PEG첨가에 따른 영향

Fig.6은 PEG를 0에서 15%까지 3%간격으로 첨가하였을 때의 방추도를 보이고 있다. PEG에 의해 방추도는 약간 증가하고 많은 양을 첨가하여도 방추도는 크게 감소하지 않음을 보인다. 이것은 PEG의 수산기가 셀룰로오스의 수산기와 함께 가교제와 경쟁적인 반응을 하지만 DMDEHU의 4,5위치에 남아 있는 반응 성이 작은 두 개의 반응 기가 PEG와 결합할 수 있고 PEG의 ether기가 수소결합을 할 수 있기 때문인 것으로 고찰된다.

PEG는 분자량에 따라 직물에 미치는 영향이 다른 것으로 알려져 있는데[8] 일반적으로 셀룰로오스와 반응하여 팽윤상태를 유지시켜 Fig.7과 같이 인열강도를 향상시키는 결과를 보였다.

3.2.3 TEA와 PEG혼용시의 영향

첨가제로 TEA와 PEG를 적정농도 사용할 경우 방추도를 유지하면서 인열강도를 향상시킬 수 있었다. 따라서 두 물질을 혼용하여 더욱 좋은 효과를 얻고자 직물의 방추도에 큰 영향을 미치지 않는 첨가제의 양을 10% 정도로 생각하여 첨가되는 TEA와 PEG의 총합을 10%로 고정하고 TEA와 PEG의 양을 변화시켜 가교제와 함께 직물에 처리하였을 때 방추도와 인열강도에 미치는 영향에 대하여 살펴보았다. 방추도를 감소시키지 않는 조건(Fig.8)하에서 인열강도(Fig.9)가 가장 좋은 결과를 보이는 TEA 6%, PEG 4%을 최적조건으로 선정할 수 있었다.

3.2.4 우레탄 수지 첨가에 따른 영향

TEA 6%와 PEG 4%를 첨가제로 사용하였을 때 방추도를 유지하면서 인열강도의 증가를 유도할 수 있었지만 가교로 인해 저하된 물성을 더욱 증가시키기 위하여 수용성 우레탄 수지를 첨가제로 사용하였으며 이에 따른 영향을 살펴보았다. 사용한 우레탄 수지는 말단의 isocyanate기를 강력한 친수성기인 카바모일술포네이트기($NHCOSO^3$)로 바꾸어주어 물에 용해할 수 있도록 만들어졌다. 수지는 열처리에 의해 반응성이 풍부한 isocyanate기를 형성하고 생성된 isocyanate기는 셀룰로오스와 TEA, PEG에 존재하는 수산기와 반응하여 망막구조를 형성한다.

Fig.10에서 우레탄 수지를 첨가하였을 경우 방추성이 약간 감소하지만 인열강도(Fig.11)의 경우 크게 증가하는 결과를 보였다.

위의 조건으로 처리된 직물의 wash & wear성을 측정해 본 결과는 Table 1과 같다. 첨가제를 DMDHEU와 함께 사용하였을 때 DMDHEU만을 사용하였을 경우와 같은 4정도의 wash & wear등급을 가져 물성의 저하를 줄이면서 마직물의 큰 단점인 구김을 크게 감소시킬 수 있었다.

Table 1. Wash & wear rating of untreated and resin treated fabrics

	untreated	D	D+A	D+A+U
wash & wear rating	1	4.2	4.2	4.0

D : DMDHEU 8%
A : TEA 6% + PEG 4%
U : polyurethane resin 2%

4. 결 론

마직물의 이용시 문제가 되는 구김을 해결하기 위해 현재 공업적으로 이용하고 있는 가교제인 DMDHEU를 사용하여 직물을 pad-dry-cure방법으로 처리하였다.

직물의 가교제 처리시 발생하는 물성의 저하를 막고자 TEA와 PEG, 우레탄 수지를 첨가제로 사용하였고 그에 따른 영향에 대하여 살펴보았다. 이상의 실험으로부터 다음과 같은 결론을 얻었다.

마직물에 방추성을 부여하기 위해 DMDHEU를 가교제로 사용한 경우 8%의 가교제농도, 가교제의 25% 촉매농도, 160℃, 3분의 열처리 조건에서 260° 정도의 방추도를 얻을 수 있었다.

가교제에 첨가제로 TEA와 PEG를 사용할 경우 방추도를 유지하면서 강도를 증가시킬 수 있었다.

첨가제인 TEA와 PEG는 혼합하여 사용할 경우 단독으로 사용할 때보다 우수한 효과를 보였다.

우레탄 수지의 사용으로 인열강도를 더욱 향상시킬 수 있었다.

5. 참 고 문 헌

1. J. T. Marsh, "Self-smoothing fabrics", p3, p46, Chapman and Hall Ltd., London, 1962.
2. John H. Margeson, *Text. Res. J.*, 34, 247(1964).
3. Robert J. Harper, *Text. Res. J.*, 37, 233(1967).
4. F. B. Shippee, *Text. Res. J.*, 36, 177(1966).
5. A. G. Pierce, *Text. Res. J.*, 34, 552(1964).
7. Rober J. Harper Jr., "Fiber Chemistry", Vol. IV, p800, p857(1985).
8. Robert J. Harper, *Text. Res. J.*, 38, 292(1968).

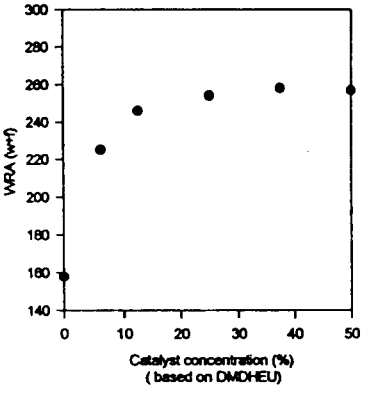

Fig. 1. Effect of catalyst concentraton on WRA.

DMDHEU ; 8%
Curing temp. ; 160 °C
Curing time ; 3 min

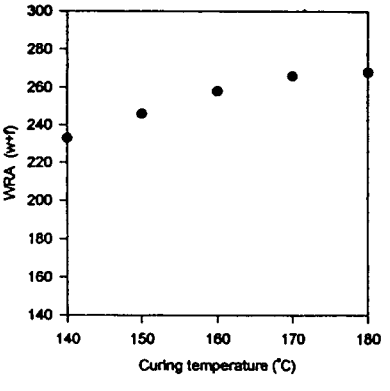

Fig. 2. Effect of curing temperature on WRA.

DMDHEU ; 8%
Catalyst ; 25% (based on DMDHEU)
Curing time ; 3min,
1.5min (curing temp. 180°C)

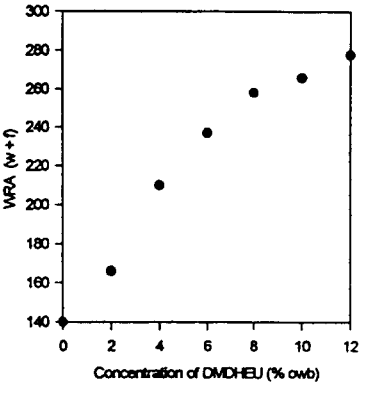

Fig. 3. Effect of concentration of DMDHEU on WRA.

Catalyst ; 25% (based on DMDHEU)
Curing temp. ; 160°C
Curing time ; 3 min

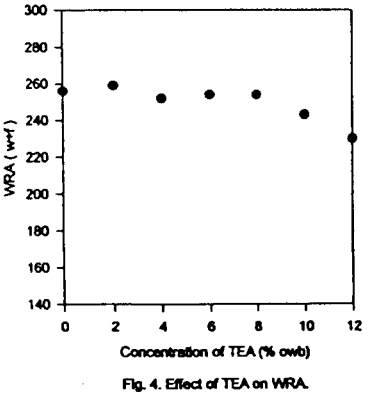

Fig. 4. Effect of TEA on WRA.

DMDHEU ; 8%
Catalyst ; 25% (based on DMDHEU)
Curing temp. ; 160°C
Curing time ; 3 min
pH ; 4.7 (controlled by nitric acid)

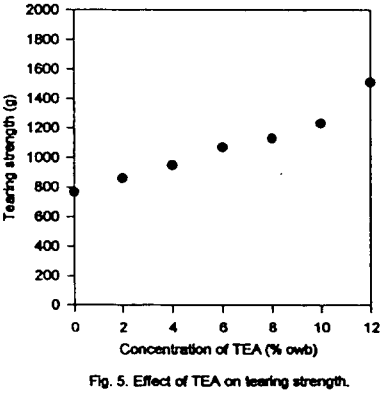

Fig. 5. Effect of TEA on tearing strength.

DMDHEU ; 8%
Catalyst ; 25% (based on DMDHEU)
Curing temp. ; 160°C
Curing time ; 3 min
pH ; 4.7 (controlled by nitric acid)

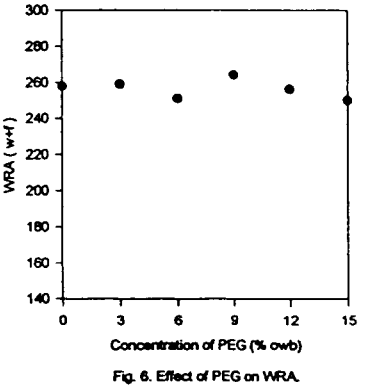

Fig. 6. Effect of PEG on WRA.

DMDHEU ; 8%
Catalyst ; 25% (based on DMDHEU)
Curing temp. ; 160°C
Curing time ; 3 min

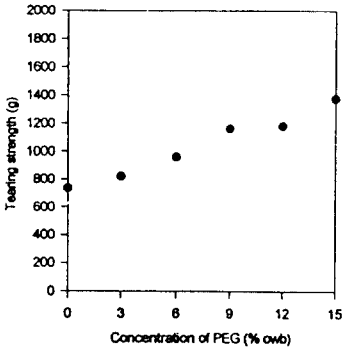

Fig. 7. Effect of PEG on tearing strength.

DMDHEU ; 8%
Catalyst ; 25% (based on DMDHEU)
Curing temp. ; 160°C
Curing time ; 3 min

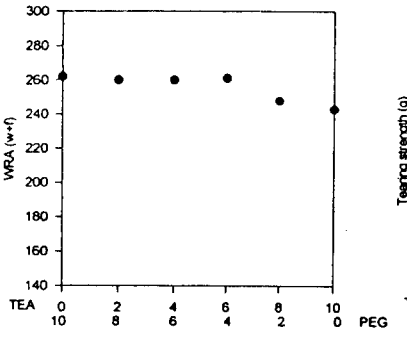

Fig. 8. Effect of TEA & PEG on WRA.

DMDHEU ; 8%
Catalyst ; 25% (based on DMDHEU)
TEA + PEG ; 10%
pH ; 4.7 (controlled by nitric acid)

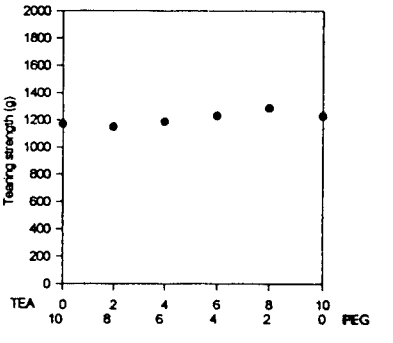

Fig. 9. Effect of TEA & PEG on tearing strength.

DMDHEU ; 8%
Catalyst ; 25% (based on DMDHEU)
TEA + PEG ; 10%
pH ; 4.7 (controlled by nitric acid)

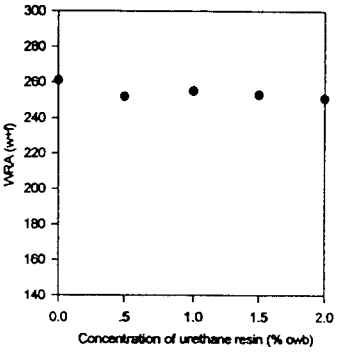

Fig. 10. Effect of urethane resin on WRA.

DMDHEU ; 8%
Catalyst ; 25% (based on DMDHEU)
TEA ; 6%, PEG ; 4%
pH 4.7 (controlled by nitric acid)

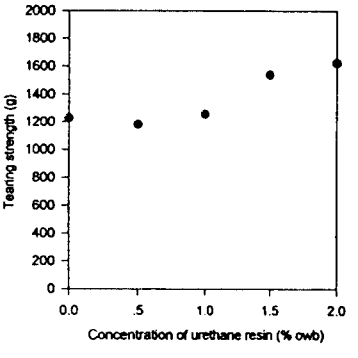

Fig. 11. Effect of urethane resin on tearing strength.

DMDHEU ; 8%
Catalyst ; 25% (based on DMDHEU)
TEA ; 6%, PEG ; 4%
pH 4.7 (controlled by nitric acid)