

인테리어용 인조가죽을 위한 용출형 극세사와 저온 용착사의 제조

Manufacture of Soluble Micro-fiber and Low Melting Polymer for Interior Synthetic Leather

안 영 무

한성대학교 의류패션산업전공

Ahn, Young Moo

Major in Apparel Fashion & Business, Hansung University

Abstract

This study was conducted to manufacture the soluble micro-fiber and to synthesize low melting polymer for the interior fabric not to use the polyurethane resin causing some problems. Low melting polyester for weft yarn was introduced by adding 30-40 mol% ratio of isophthalic acid to a main chain of polyethylene terephthalate to decrease the melting temperature up to heat setting temperature. Micro-fiber for warp yarn consisted of both soluble and insoluble components with multi-layered structure. When the soluble micro-fiber was treated by alkaline hydrolysis with 3-5% concentration of NaOH, it showed the turning point at 28% weight loss since soluble polyester was hydrolyzed approximate five times faster than regular polyester.

Key words: low melting polymer, soluble micro-fiber, synthetic leather, alkaline hydrolysis

I. 서론

인류의 역사 이래 여러 가지 용도로 사용된 천연 피혁은 초기에는 동물 가죽을 그대로 몸에 걸치던 것을 시작으로 가공기술의 발달에 힘입어 기능성은 물론 오늘날과 같은 심미성과 패션성을 갖춘 제품으로까지 발달하게 되었다.

이러한 천연피혁은 내구성이 우수하고 화려한 외관과 부드러운 촉감, 뛰어난 보온성 등의 장점으

로 의류용 및 신발용 등으로 다양하게 사용되어왔다. 하지만 공급량이 한정되어 있고, 물세탁의 어려움, 통기성, 염색 견뢰도, 방부성 등의 문제점이 꾸준히 제기되어 온 것이 사실이다(Behery et al., 1995).

인조피혁이란 섬유를 사용한 직물, 편물 또는 부직포에 폴리우레탄, PVC 등의 resin을 Knife coating, laminating 발포가공, 함침가공 등의 방법으로 수지가공하여 천연피혁과 유사한 외관 및 특성을 갖는 제품을 말한다. 그러나 이 방법은 제조

*본 연구는 2003학년도 한성대학교 아트&디자인커뮤니케이션연구센터 특별연구비 지원과제임

Corresponding author : Ahn, Young Moo

Tel : 02) 760-4141, Fax : 02) 760-4489

E-mail : ahn@hansung.ac.kr

공정이 복잡하며, 제조비용이 높고, 환경오염을 유발시키는 커다란 문제점을 안고 있어 이를 대체할 제3의 소재 개발이 요구되고 있는 실정이다(Gillies, 1979).

인테리어 소재는 대부분 초극세사를 이용하여 폴리우레탄을 여러 가지 방법으로 가공한 인공피혁 및 합성 피혁이 주를 이루며 직물을 이용하여 인공피혁과 유사한 기능과 외관을 갖는 소재의 개발은 전무한 상태이다(김종엽 등, 1990). 국내 기존 인공 피혁 산업은 개발 초기 단계로 일본 수준의 고급 생산품은 없으며, 소요량은 대부분 수입하여 사용하고 있는 실정이다. 인공 피혁 생산을 위해서는 초극세사 부직포에서부터 일련의 후가공까지 일괄 생산 체제로 이루어져야 고품질을 얻을 수 있는데 이를 갖추는데 막대한 시설 투자가 요구된다(Lunenschloss et al., 1985).

인공 피혁의 독보적인 존재인 일본의 연간 인공 피혁 생산량은 2,000만 m^2 이상 되는 규모이며, 천연피혁보다 우수한 특성을 갖는 제품이 인공피혁이라는 소비자의 인식이 지속적인 인공피혁 성장을 가능하게 하고 있다(김경애 등, 1997).

본 연구는 폴리우레탄을 사용하지 않고 인테리어용 직물의 표면을 천연피혁과 같은 외관을 발현하기 위한 원사의 개발로서 용출형 극세 섬유와 저온 융착사를 제조한 것이다. 그러므로써 향후 천연피혁의 장점을 유지하고 단점을 보완한 환경친화성 초경량 고품질 인테리어 직물을 개발하기 위한 것이다.

II. 실험

1. 경사용 극세사의 제조

경사용 극세사는 비용출 성분을 폴리에틸렌테레프탈레이트로 하고, 용출성분을 가수분해 속도가 큰 이용성 폴리에스테르 폴리머로 하여, 이들을 다층 방사상으로 접합되도록 복합방사하여 제조하였다(김성훈, 1995).

비용출 성분 중 티타늄디옥사이드(TiO_2)의 함량을 1.0wt/PET로 첨가하여 광택을 줄이고, 드레이

프성을 발현하도록 하였다. 용출 성분에 첨가제 5-sodium sulfo dimethyl isophthalate(DMS)와 Polyethylene glycol(PEG)를 사용하여 알칼리에 쉽게 용해되도록 하였다. 그리고 직물의 드레이프성을 향상시키기 위하여 TiO_2 함량과 첨가제 DMS, PEG 함량에 따른 물성 변화와 인테리어용 직물의 표면 변화를 관찰한 것이다.

이렇게 제조된 원사를 가연 하여 수축율이 매우 높은 고수축 폴리에스테르 원사와 공기 교락 시켜 극세사가 표면에 많이 돌출 할 수 있도록 이수축 혼섬사를 제조하고 이 이수축 혼섬사를 호부하여 경사로 사용하였다.

토출량 비율에 따른 분할 후 섬도 변화: 인테리어용 직물에 적합한 극세사를 제조하기 위하여 비용출 성분과 용출성분비를 변화시키며 토출량을 46.7g/min으로 하여 70d/24f로 제사하여 섬도 및 비용출성분과 용출성분의 비율을 고찰하였다.

PEG 함량변화에 따른 극세사 용출성분의 조성별 물성변화 고찰: DMS와 TiO_2 함량을 3.5mol%/TPA와 1.0wt%/PET로 하여 PEG 함량변화에 따른 물성변화를 고찰하였다.

DMS 함량변화에 따른 극세사 용출성분의 조성별 물성변화 고찰: PEG의 함량을 5wt%/PET로 하고 TiO_2 는 1.0wt%/PET로 하여 DMS 함량 변화에 따른 물성 변화, DMS 함량별 용융점도와 알칼리 감량속도를 고찰하였다.

2. 위사용 저온 융착사 제조

폴리에스테르 섬유는 융착시키기 위해서는 260 $^{\circ}C$ 이상의 고열이 필요하므로, 이것의 융점을 낮춰주기 위해서 폴리에틸렌테레프탈레이트 주쇄에 Isophthalic acid(IPA)을 전체 반복 단위 몰비로 30~40% 정도 공중합 시켰다. IPA의 경우는 32~33mol% 사이에서 완전비결정성 고분자로 전이되면 융점이 존재하지 않고 다만 연화점이 많이 존재한다. 따라서 공중합 단량체들은 폴리에틸렌 테레프탈레이트 주쇄에 kink구조나 defect를 줌으로써 열결정화나 배향결정화를 방해하는 역할을 하도록 하였다. 또한 지방족 디올의 유연 분자쇄를 이용하여 유리 전이 온도를 낮추었다.

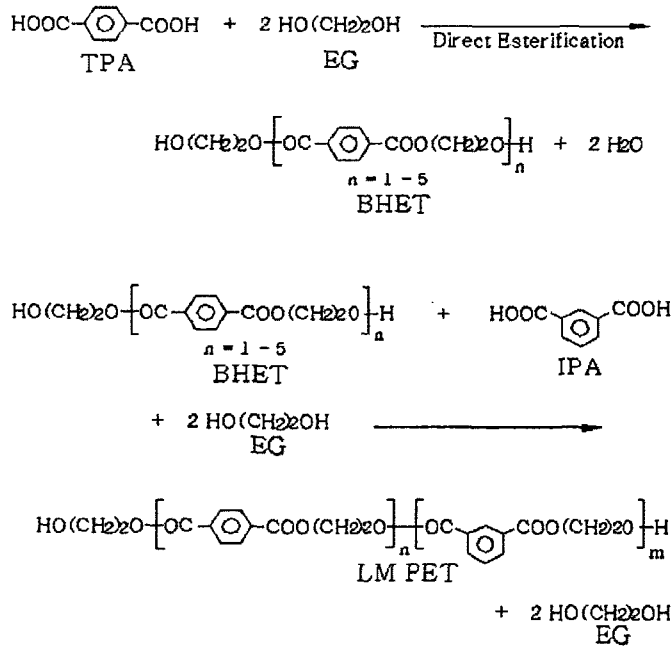


Fig. 1. Synthetic mechanism of LM PET.

Fig. 1은 저온 용착사(LM PET)를 합성하는 과정을 나타낸 것이다. Terephthalic acid(TPA)와 Ethylene glycol(EG)의 에스터화반응에 의해 Bis-β-hydroxy ethyl terephthalate(BHET)를 합성하고 여기에 IPA를 반응시킨 것이다.

개질된 PET와 보통의 PET를 sheath/core 50/50으로 방사하여 DEG mol%와 IPA mol%에 따른 물성 변화를 고찰하였다.

마. ES Catalyst: Zn(OAc)₂ · 2H₂O 1 × 10⁻⁴mol /polymer mol

Staple fiber방사 시 참고하기 위하여 Filament로 제조하여 평가하였음.

3. 용착방적사의 용착거동

직물의 위사에 사용된 저온 용착 방적사의 용착 거동을 평가하기 위하여 2-chamber tenter를 이용하여 150~180℃로 온도를 변화시키며 SEM을 이용하여 단면의 용착 상태를 관찰하였다. 이때 사용된 직물의 경사는 FTR 140/60이고, 위사는 LM/CD(70/30), 조직은 4/4 변형능직으로 45초간 150℃, 160℃, 170℃, 180℃에서 각각 처리하였다.

저온 용착사 제사 조건

- 가. 건조 조건 : 60℃에서 8시간, 5 Torr이하에서 진공건조
- 나. 방사 조건 : 방사속도 1000m/min., 토출량 26.6g/min. 방사온도 95-225-250-250-250-250℃(MST-1) A부 온도 : 95~120℃ 범위에서 feeding가능
- 다. 연신조건: 1R/0 - 82℃, S.H - 210℃, Dr - 3.254
- 라. ES time: 60 min.

4. 감량거동

일반적으로는 폴리에스테르직물에 적당한 유연

성과 드레이프성을 부여할 목적으로 행한다. 그러나 용출형 극세사는 감량공정에서 이용성 폴리에스테르가 용출되어 극세화 된다.

액류감량기를 이용하여 제조된 직물의 감량거동을 평가하고 용출형극세사가 세섬화 되는데 필요한 최적 감량율을 결정하였다. 온도를 90℃로 고정하고 NaOH 농도를 3% ~ 5%로 변화시키면서 감량거동을 관찰하였다.

5. 열수축 거동

인테리어용 직물은 가공공정에서 직물 표면의 모우밀도를 증가시키기 위하여 용출형 극세사의 밀도를 증가시켜 제직하나 이는 한계가 있다. 따라서 가공 공정 중 직물을 열수축시켜 경사 밀도를 증가시킨다. 열수축 공정에서는 경사에 사용된 이수축혼섬사(용출형 극세사+고수축사)의 용출형 극세사가 열수축을 차이에 의해 직물표면에 돌출하게 된다. 직물표면에 돌출된 용출형극세사의 Loop는 Sanding공정에서 천연 Suede와 같은 표면형태

를 이루게 된다. 천연 Suede와 유사한 직물을 얻기 위해서는 극세사의 Loop 발현이 중요한 요인으로 작용한다. Rotary Washer를 이용하여 온도 변화에 따른 열수축상태를 평가하였다. 이때 사용한 조제의 처방은 다음과 같다.

육 비	10 : 1
NaOH(50%)	4g/l
금속이온 봉쇄제	0.5g/l
정련제	2g/l

III. 결과 및 고찰

1. 용출형 극세사 제조

토출량 비율에 따른 분할 후 섬도 변화: 비용출 성분과 용출성분의 비율은 가공 후 극세사의 섬도를 결정하므로 용출성분의 이용성을 고려하여 비율을 선정해야 한다.

24필라멘트를 70데니어가 되도록 한 Multi-

Table 1. Mono-filament denier depending on soluble and insoluble components

	PET : 80% CD : 20%	PET : 85% CD : 15%	PET : 90% CD : 10%
Spinning speed(g/min) PET	37.4	39.7	42.0
CD	9.3	7.0	4.7
Mono-filament denier	0.29	0.31	0.33

Table 2. Properties of solubles component depending on PEG.

		PEG 0wt%/PET	PEG 3wt%/PET	PEG 5wt%/PET
Viscosity		0.50	0.53	0.54
COOH (meq/10 ³ g)		36.7	30.24	28.9
DEG (mole%/PEG)		6.26	6.05	5.70
Ash		1.40	1.33	1.29
GPC	Mw	14,300	23,275	24,900
	Mn	9,800	13,827	14,700
	MWD	1.46	1.68	1.69
DSC	Tg(℃)	69	61	58
	Tm(℃)	237	237	236
	Tch(℃)	162	153	150
	Tcc(℃)	151	147	150

Table 3. Properties depending on DMS.

		DMS : 3.0 mole%/TPA	DMS : 3.5 mole%/TPA	DMS : 4.0 mole%/TPA	DMS : 4.5 mole%/TPA
Viscosity		0.54	0.54	0.50	0.46
COOH (meq/10 ³ g)		38.2	41.2	43.7	46.4
DEG (mole%/PEG)		4.56	6.72	5.19	5.80
GPC	Mw	31,000	31,000	28,600	36,700
	Mn	10,900	19,600	12,800	21,800
	MwD	2.85	1.58	2.22	1.68
DSC	Tg(°C)	69	69	71	70
	Tm(°C)	239	233	237	237
	Tch(°C)	154	153	160	159

filament의 토출량을 46.7g/min으로 방사할 때 비 용출 성분의 토출량을 37.4g/min으로 방사할 경우 비 용출 성분과 용출성분의 비율이 80:20으로 나타났으며 이때 Mono-filament의 섬도는 0.29데니어로 나타났다.

PEG 함량 변화에 따른 극세사의 물성: DMS함량을 3.5mole%/TPA, TiO₂함량을 1.0wt%/PET로 하여 PEG함량에 따른 물성 변화를 고찰한 결과 PEG함량이 증가할수록 점도는 증가하고 Tg가 낮아지는 것으로 나타났다.

DMS 함량 변화에 따른 극세사의 물성: PEG 함량을 5wt%/PET로 하고 TiO₂함량을 1.0wt%/

PET로 하여, DMS함량 변화에 따른 물성변화를 관찰한 결과 DMS의 함량이 증가할수록 점도가 낮아져 방사가 어려워졌다.

Fig. 2는 DMS 함량에 따른 용융점도의 변화를 본 것이다. 이때 Shear rate를 100rad/sec., Strain을 20%로 하였다. 온도가 상승할수록 용융점도가 떨어지지만 DMS의 함량이 커질수록 또한 용융점도가 떨어졌다.

Fig. 3은 비 용출성분과 용출성분의 비율을 80:20으로 하여 100d/48f의 극세사를 제사하여 양말 편기로 편직한 후, NaOH의 농도를 4%로 하고 100°C에서 감량을 할 때의 감량 속도를 비교한 것이다.

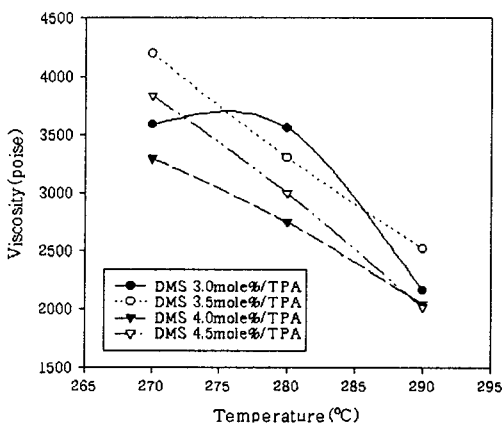


Fig. 2. Melting viscosity depending on DMS.

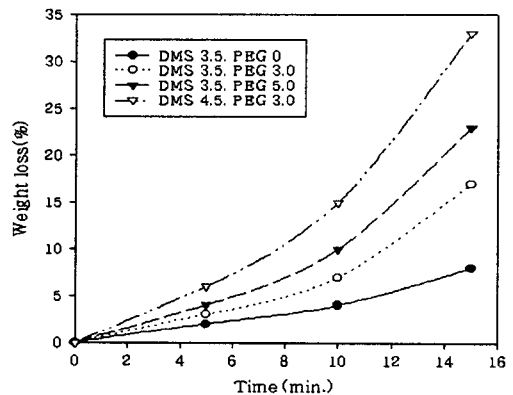


Fig. 3. Weight loss rate depending on DMS and PEG.

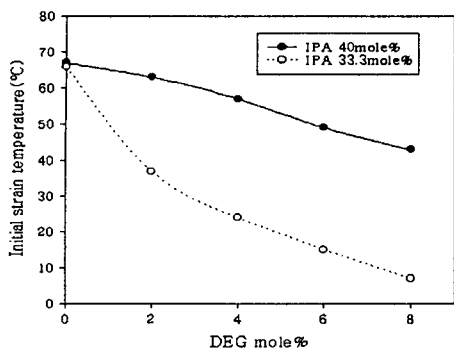


Fig. 4. Initial strain temperature depending on DEG.

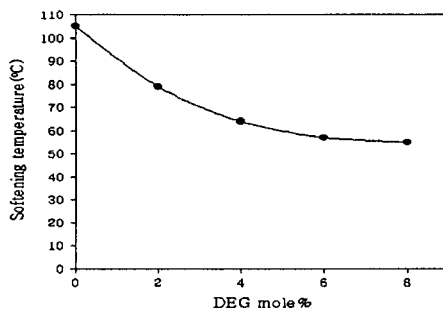


Fig. 5. Softening temperature depending on DEG.

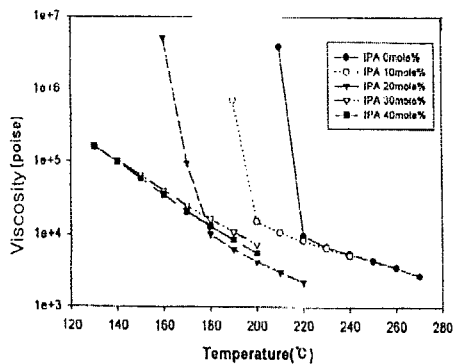


Fig. 6. Softening and melting temperatures depending on IPA.

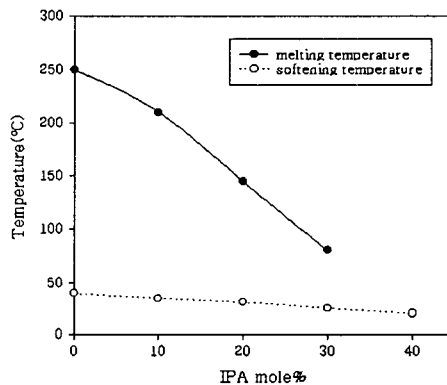


Fig. 7. Viscosity depending on IPA.

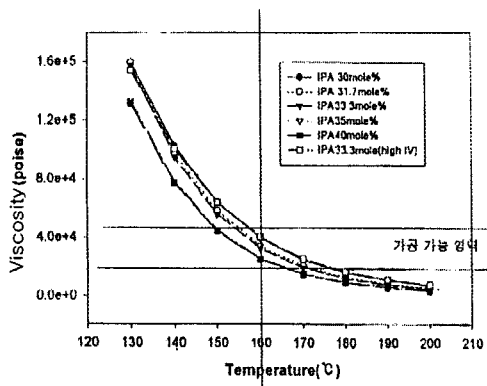


Fig. 8. Viscosity change at 30~40mole% of IPA.

이때 DMS 함량이 많을수록 감량속도는 빠르게 나타났다.

2. 저온 용착사의 제조

DEG mol%에 따른 물성변화: Fig. 4와 Fig. 5에서 보면 Diethylene glycol(DEG)는 유연 분자쇄

로 유연성을 증가시켜 Tg를 감소시켰다. 또한 에테르 결합에 의한 열분해성이 높아 경화 현상이 일어났다. DEG 함량이 증가할수록 초기변형 온도는 낮아지고 연화점 또한 낮아져 DEG 함량이 4mol% 이상일 경우 연화점은 100℃에서 70℃정도로 감소하게 된다.

IPA mol%에 따른 물성 변화: Fig. 6, Fig. 7, Fig. 8에서 보면 IPA 함량이 증가함에 따라 결정성

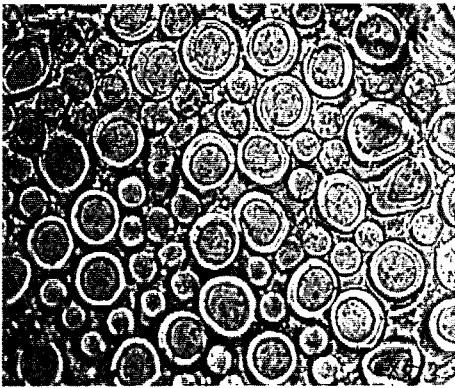


Fig. 9. Photograph of cross-section for LM PET.

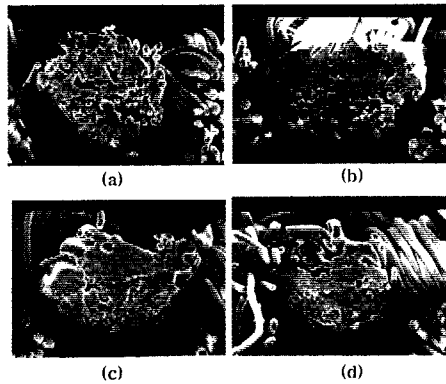


Fig. 10. Melting behavior of LM PET depending on heating temperatures. (a)150℃, (b)160℃, (c)170℃, (d)180℃

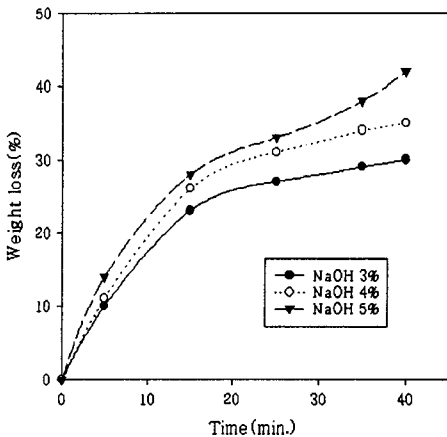


Fig. 11. Weight loss of soluble micro-fiber.

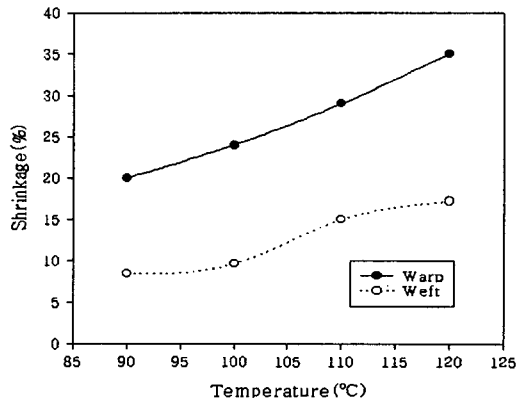


Fig. 12. Shrinkage by rotary washer.

과 융점이 저하하게 되며 점도의 차이에 의한 연화점 변동이 IPA 함량 30mol%까지는 IPA의 함량의 영향이 크게 나타나 30mol% 이상에서는 DEG 함량과 점도가 물성을 결정하였다.

3. 열처리에 의한 융착 거동

일반적으로 폴리에스테르는 직물표면온도를 170℃로 하여 30~45초 처리하여 형태안정성 및 염가공의 균일성을 부여하고 있다. LM PET는 Fig. 9의 SEM 단면사진과 같이 sheath-core사로 만들었는데 열처리 과정에서 sheath부분에서 융착이 일어났다. Fig. 10은 열처리 온도 범위에서의 융착 거동을 살펴본 것이다. 처리시간과 온도는 45초간 150℃, 160℃, 170℃, 180℃에서 각각 처리하였다. Fig. 10에 의하면 160℃이상에서 완전한 융착이 이루어짐을 알 수 있었다.

4. 감량 거동

Fig. 11에서 시험감량기를 이용하여 NaOH 수용액을 3~5%로 농도별로 변화시켜가며 감량 시험을 한 결과 감량률이 28% 부분에서 변곡점을 볼 수 있었다. 이는 이용성 폴리에스테르 부분의 감량속도가 일반 폴리에스테르 보다 약 5배정도 빨라 생기는 현상으로 변곡점 이후부터는 일반 폴리에스테르가 감량됨을 확인하였다.

5. 열수축 거동

Rotary washer를 이용하여 저온융착사 직물을 열수축시킨 결과를 Fig. 12에 나타내었는데 100-110℃ 부근에서 수축이 많이 발생하였다. 이때 발생한 무게감소는 경사의 호제, 불순물 및 경사의 이용성 폴리에스테르가 포함되어 있다.

Rotary Washer를 사용하기 위하여 봉침기에서 24봉침 하였고 1 Roll의 길이는 66yd였다.

IV. 결론

1. 용출형 극세사를 제조할 때 PEG 함량이 증가

함에 따라 분자량이 증가하였고, PEG 함량이 5wt%/PET일 때 NaOH 가수분해 초기 속도가 약 5배 빠르게 나타났다. 따라서 적절한 PEG 함량은 5~6wt%/PET임을 알 수 있었다. 또한 DMS 함량이 증가함에 따라 점도는 저하되고 용융점도는 증가하였다.

2. 저온 융착사를 제조할 때 IPA의 함량은 30~40mol%, DEG 함량은 4~12mol% 첨가하여 중합 후 sheath부분에 방사하여 160℃에서 융착이 가능한 4d Mono-filament의 면방용 융착사를 제조하였다.

3. 시험감량기를 이용하여 NaOH 수용액을 3~5%로 농도별로 변화시켜가며 감량 시험을 한 결과 감량률이 28% 부분에서 변곡점을 볼 수 있었다. 이는 이용성 폴리에스테르 부분의 감량속도가 일반 폴리에스테르 보다 약 5배정도 빨라 생기는 현상으로 변곡점 이후부터는 일반 폴리에스테르가 감량됨을 확인하였다.

4. Rotary washer를 이용하여 저온융착사 직물을 열수축시킨 결과 100-110℃ 부근에서 축이 많이 발생하였다.

주제어: 저융점 고분자, 용출형 극세사, 인조가죽, 알칼리 분해

참고문헌

- Behery H.M. and Rust J.P. (1995). "Principles of Nonwovens II". INDA, North Carolina. pp.657-674.
- Gillies M.T. (1979). "Nonwoven Materials Recent Developments". Noyes Data Co., NJ, pp.71-106.
- Lunenschloss J. and Albrecht W. (1985). "Nonwoven Bonded Fabrics". John Wiley & Sons, NY, pp. 282-314.
- 김경애 이미식 (1997). 알칼리 감량가공된 폴리에스테르 직물의 태에 관한 연구, 한국섬유공학회지, 34(4), 232-239
- 김성훈 (1995). 폴리에스테르 부직포의 니들펀칭

및 열 용착효과, 한국섬유공학회지, 32(4),
351-357.

김종엽 우종렬 김승진 (1990). 부직포형 인공피혁

개발 동향, 한국섬유공학회지, 27(3), 21-28

(2003. 8. 20. 접수; 2003. 9. 25 채택)