

침장용 PLA 섬유에 대한 저온 경화유제에 관한 연구⁺

안 영 무

한성대학교 의류패션산업전공 교수

Study on Low Temperature Curing Emulsion of PLA Fiber for Bedding

Ahn Youngmoo

Pro., Major in Apparel Fashion & Business, Hansung University

Abstract

Polyester is mainly used as a bedding filler material. PLA fiber as an eco-friendly material for substituting polyester has a low melting temperature and therefore a hardening process is impossible. This study is to develop the oil for feather touch that can treat at the melting temperature of PLA. The slippery and soft aminosilicone emulsion, and the bulky epoxysilicone emulsion were used. They had proper viscosity and particle size for flexibility and elasticity. When using methoxy aminosilane [$H_2NSi(OCH_3)_3$] as an aminosilane and [$Zn(OCOCH_3)_2$] as a catalyst, the hardening reaction was fast and effective. Feather touch process were treated by 2 steps. At first step, aminosilicone emulsion, epoxysilicone emulsion and methylaminosilane were mixed and homogenized, and at second step, 5% blended solution of the first step, Zn catalyst 1%, distilled water 94% were treated at PLA fiber. After treatment the static friction coefficient and dynamic friction coefficient were reduced to 23.5-60.8% and 30.0-61.3% respectively, and the laundry and sun light fastnesses have not shown any decrease.

Key Words : PLA, silane(실란), emulsion(유화), feather touch(페더터치), curing(열처리)

⁺ 본 연구는 한성대학교 연구장려금을 지원받아 작성한 것입니다.

I. 서론

인간은 인생의 1/3을 잠자는데 소비한다. 수면동안 몸과 마음은 하루생활의 긴장으로부터 오는 스트레스를 극복하고 다음날을 위해서 재충전된다. 숙면은 육체와 정신적인 면에서 필수적이므로 숙면을 위해 수면공학이 결합된 스마트 침장개발이 요구되고 있다.

침장류의 충전제로 사용되는 충전제의 시초는 세계 제 2차 대전 후 미 해군의 요청에 의해 개발되었는데 이때의 개발초점은 경량감의 양모와 같은 따뜻한 촉감의 충전제였다. 이는 얼마 후에 미국 의류업체에 널리 알려지게 되었고, 그 후 덕 다운과 같은 깃털로 된 의류가 등장하였다. 깃털의 특징은 가볍고 따뜻하지만 물에 젖으면 무겁고 냄새가 나는 단점이 있었다. 1960년대 초에 Dupont사에서 폴리에스터를 이용한 충전제가 개발되어 누비이불이 개발되었는데 사용된 충전제의 촉감이 새의 깃털과 유사하다고 하여 Feather Touch라고 불렀다. 그 후 친환경적인 소재개발이 요구되어져 폴리에스터 대신 polylactic acid(PLA), 대나무섬유, 알긴산섬유등과 같은 천연소재가 개발되었지만 이런 천연 소재들은 그 물리적 특성의 한계로 가공이 매우 어려워 특성에 맞는 가공기술이 개발되지 못하고 있고, 특히 침장류에 적용되어지는 Feather Touch용 연신유제로 쓰이는 가공제는 그 기술이 전무한 실정이다.

PLA 섬유는 폴리에스터와 비슷한 성질을 가지며 외관 및 굴곡탄성이 뛰어나다.¹⁻³⁾ 천연섬유, 레이온 등과 혼용이 가능하고 부드러운 폴리에스터와 나일론의 중간정도의 특성을 보여주며 청량감있는 촉감을 가지고 있다. 광 굴절율과 광 반사율이 낮으며 선명하게 염색되며 보존성과 생분해성이 뛰어나다. 그러나 폴리에스터나 나일론에 비해 융점이 낮으므로 고온처리가 곤란하여 열처리 온도가 높으면 경화현상이 발생한다. 폴리에스터에 비해 이염성이 있으며 강알칼리에 약하므로 강알칼리 처리도 피해야 한다. 이러한 환경 친화적이며 인체 친화적인 PLA섬유는 친환경 저탄소 녹색성장 제품으로 여러 산업분야에서 개발되어 사용되어져 왔으나 PLA소재를 고탄성 섬유로 개발한 적이 없으며, 이를 침장용에 적

용하기 위해서는 고유의 물성을 유지시켜주는 필라멘트 유제의 적용이 필요하다.

Feather Touch 유제란 충전제의 촉감과 미끄럼성, 항균성, 탄성 및 회복성을 부여하기 위하여 사용되는 약품이다. Feather Touch용 유제로 사용되기 위하여 미끄럼성, 벌크감, 안정성향상, 사용편이성 등을 만족시켜야 하며 이들 조건에 부합되는 유제로 실리콘계가 가장 적절하게 사용되고 있다.⁴⁻⁵⁾ Feather Touch용 실리콘유제는 반응성 실리콘을 주성분으로 하여 섬유표면에 내구성이 있는 엘라스토머성 실리콘을 코팅시켜 유연성을 부여하여 우수한 미끄럼성 및 반발탄성, 낮은 흡습률, 무독성 등의 효과를 부여한다. 기존의 PE용 필라멘트 연신유제는 약170℃에서 가교결합이 이루어지는데 PLA섬유의 융점이 약 175℃로 인해 고온인 170℃에서의 경화가 불가능하다. 이에 PLA섬유의 고유물성에 영향을 미치지 않도록 90℃이하의 저온에서 가교 결합이 가능한 연신유제의 개발이 요구되고 있다.

이에 본 연구에서는 친환경소재인 PLA섬유에 적용이 가능한 저온 Curing 실리콘계 연신유제를 개발하는 것을 목표로 90℃의 저온에서도 열처리가 가능한 가교제 및 Feather Touch 유제, 고탄성 실란 등을 개발하여 벌크성 및 PLA 섬유의 마찰계수 등을 향상시켰고 PLA 섬유를 이용한 자카드 직물을 만들었다.

II. 실험

1. 재료

1) 시약

수소 실리콘 오일, 아미노 실리콘 오일, 에폭시 실리콘 오일 등은 다우코닝 케미칼에서 만든 순도 99%의 시약을 사용하였고, TERGITOL TMN-6은 유니온카바이드사에서 만든 99%의 시약을 사용하였다. 폴리옥시에틸렌세틸 에테르, 폴리옥시에틸렌트리도데실에테르 등은 애경화학에서 공급받아 사용하였고, 과붕산나트륨, PLA섬유 등은 휴비스에서 공급받아 사용하였다.

2) 아미노실리кон 에멀전의 제조

아미노실리кон 에멀전의 제조방법은 우선 교반기가 장착된 밀폐된 1,000ml 반응 용기에 수소 실리кон 오일(10,000cs) 43g, 아미노실리кон 오일(1,000cs) 387g을 반응용기에 투입후 교반기를 사용하여 균질화시킨후 온도를 40~45℃로 승온시켰다. cs (centi-stockes)는 석유나 오일에 사용되는 점도 단위이다. 온도가 40~50℃를 확인 후 부가 깔데기를 사용하여 폴리옥시에틸렌세틸 에테르 20g와 폴리옥시에틸렌트리도데실에테르 50g가 혼합된 계면활성제 용액을 첨가했다. 40~50℃를 유지 시키며 증류수 500g을 부가 깔데기를 사용하여 3시간에 걸쳐서 투입했다. 균질의 입도를 얻기 위하여 시간을 엄수하였고, 균일하게 투입하였다. 증류수 투입 후 추가로 1시간 동안 교반시켰다. 온도를 30℃이하로 냉각시킨 후 균질기를 1회 통과시켜 아미노실리кон 에멀전을 제조 하였다. 아미노실리кон 에멀전의 조성비를 <표 1>에 나타내었다.

3) 에폭시실리кон 에멀전의 제조

에폭시실리кон 에멀전의 상세한 제조방법은 우선 교반기가 장착된 밀폐된 1,000ml 반응 용기에 에폭시실리кон 오일 250g을 반응용기에 투입후 교반기를 사용하여 균질화시킨후 온도를 40~45℃로 승온시켰다. 온도가 40~50℃를 확인 후 부가 깔데기를 사용하여 계면활성제 TERGITOL® TMN-6 50g을 1시간에 걸쳐 첨가하였다. 40~50℃를 유지하며 증류수 700g을 부가 깔데기를 사용하여 3시간에 걸쳐 투입하였다. 균질의 입도를 얻기 위하여 시간을 엄수하였고 균일하게 투입하였다. 증류수 투입 후 추가로 1시간 동안 교반시켰다. 온도를 30℃이하로 냉각 후 균질기를 1회 통과시켜 에폭시실리кон 에멀전을 제조하였다. 에폭시실리кон 에멀전의 조성비를 <표 2>에 나타내었다.

4) PLA에 적합한 유제의 제조

Feather Touch유제로 지녀야 할 물리적 특성인 미끄럼성, 벌크감, 안정성, 사용편이성을 만족시키는 실리кон계 오일을 택하여 유제를 제조하였다. 유제처

<표 1> 아미노실리кон 에멀전 조성비

원 료		항 목	사용량
실리кон 오일	수소 실리кон 오일(10,000cs)		4.3%
	아미노실리кон 오일(1,000cs)		38.7%
계면활성제	폴리옥시에틸렌세틸 에테르(7)		2.0%
	폴리옥시에틸렌트리도데실에테르(10)		5.0%
순 수			50.0%
합 계			100%

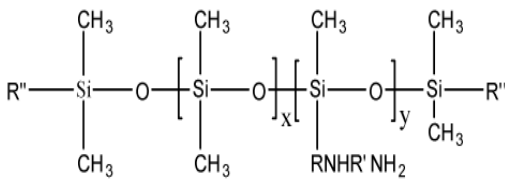
<표 2> 에폭시실리кон 에멀전 조성비

원 료		항 목	사용량
에폭시실리кон 오일			25.0%
계면활성제	TERGITOL® TMN-6		5.0%
증 류 수			70.0%
합 계			100%

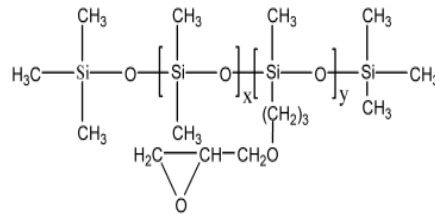
리된 섬유에 미끄럼성과 유연성을 부여하기 위해 <그림 1>과 같은 아민계 실리콘오일을 사용하였고 별크감을 부여하기 위해서는 <그림 2>과 같은 에폭시계 실리콘오일을 사용하였다.

연신유제로 사용 편이성을 위하여 각기 제조된 아미노실리콘 에멀전과 에폭시실리콘 에멀전을 계면활성제를 사용하여 수용성 에멀전으로 혼합하여 제조하였다.

직물에 유연성과 탄력성을 부여하기 위한 핵심기술은 입도인데 제조된 에멀전은 육안으로 관찰결과 유백색 액상이고 정도는 153cps이고, 고형분은 건조오븐에서 105℃ 2시간동안 측정하였을 때 50%였고, pH는 25℃에서 4.5이고, 에멀전의 평균입도는 2.3µm 이하로 안정성이 우수하였다. 제조된 아미노실리콘 에멀전의 분석결과를 <표 3>에 나타내었다.



<그림 1> 아미노실리콘 오일의 구조식



<그림 2> 에폭시실리콘 오일의 구조식

<표 3> 아미노실리콘 에멀전의 분석결과

구분 \ 항목	분 석 결 과	비 고
외 관	유백색액상	
점 도	153cps (2s/100rpm)	BROOKFIELD Viscometer LV type
고 형 분	50%	@105℃×2hrs
pH	4.5	@25℃
입 도	2.3µm	SHIMADZU Particle Analyzer SALD-201V

<표 4> 에폭시실리콘 에멀전 분석결과

구분 \ 항목	분 석 결 과	비 고
외 관	유백색액상	
점 도	3.3cps (UL Adapter./100rpm)	BROOKFIELD Viscometer LV type
고 형 분	28.1%	@105℃×2hrs
pH	5.5	@25℃
입 도	2.8µm	SHIMADZU Particle Analyzer SALD-201V

제조된 에폭시실리콘 에멀전은 점도, pH, 고형분, 입도 등을 분석하였으며 그 결과를 <표 4>에 나타내었다. 에폭시실리콘 에멀전은 유백색 액체로 점도는 3.3cps였고, 고형분은 건조오븐에서 105℃ 2시간동안 측정하였을 때 28.1%였고, pH는 25℃에서 5.5이고, 에멀전의 평균입도는 2.8 μ m이었다. 유연성과 탄성을 위한 에멀전의 가장 중요한 물성은 점도와 입도로서 점도는 3.3cps로 성능이 좋은 저점도 타입이었고 입도도 2.8 μ m 이하로 안정성이 우수하였다.

2. 평가방법

1) SEM 측정

직물의 표면과 단면의 미세구조 분석하기 위해 직물을 코팅 후 표면을 금으로 표면처리한 후 1,500배의 배율로 촬영하였다.

2) 에멀전의 외관평가

육안으로 에멀전을 관찰하여 색상과 상태 등을 평가하였다.

3) 점도측정

점도는 BROOKFIELD Viscometer LV type으로 2 Spindle 100RPM으로 측정하였다.

4) 입도

입도는 SHIMADZU Particle Analyzer SALD-201V type으로 평가하였다.

5) 촉감평가

3인의 전문가가 각각의 시료를 손으로 잡고 만져보아 촉감을 평가한 후 토론을 거쳐서 최종 촉감을 평가하였다.

6) 견뢰도 평가

세탁견뢰도는 KS K ISO 105 C06:2007, A2S, 세

탁온도는 40℃, 세탁시간은 30분, 0.4% ECE 표준세제, 0.1% 과붕산나트륨, 강구 10개를 사용하여 급수로 평가하였다. 일광견뢰도는 KS K704 크세논 아크법으로 측정하고 조사시간은 24시간으로 하였다.

7) 마찰계수

마찰계수는 KS M ISO 8295:2006의 방법으로 정마찰계수와 동마찰계수를 평가하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 아미노실리콘 에멀전 함유량의 최적조건

아미노실리콘 에멀전을 섬유에 처리 시 최적의 열처리 온도조건을 선정하기 위해서 희석농도를 3%로 설정하고 온도 변화에 따라 촉감을 비교하였다. 그 결과 95℃에서는 건조가 제대로 일어나지 않아 촉감이 매우 불량하였고, 100℃에서도 건조상태가 불량하여 촉감의 부드러운 느낌이 나지 않았다. 105℃에서는 완전한 건조가 일어났고 촉감이 우수하였다. 그러나 110℃에서는 원단의 촉감이 단단해 지면서 뻣뻣한 느낌이 발생하였다. 실험 결과 105℃를 아미노실리콘 에멀전을 섬유에 처리할 때 최적의 열처리 조건으로 선정하였다.

아미노실리콘 에멀전을 섬유에 처리 시 최적의 처리시간을 선정하기 위해서 희석농도를 3%로 설정하고 시간 변화에 따라 촉감을 비교하였다. 그 결과 120분 처리할 때는 건조가 제대로 일어나지 않아 촉감이 매우 불량하였고, 150분 처리할 때는 건조상태가 불량하여 촉감의 부드러운 느낌이 나지 않았다. 180분 처리할 때는 완전한 건조가 일어났고 촉감이 우수하였다. 그러나 210분 처리할 때는 원단의 촉감이 단단해 지면서 뻣뻣한 느낌이 발생하였다. 실험 결과 아미노실리콘 에멀전을 섬유에 열처리 시간은 180분으로 정하였다.

<표 1>의 조성비로 제조된 아미노실리콘 에멀전을 섬유에 처리 시 최적의 농도를 선정하기 위하여 <표 5>와 같은 조건으로 테스트 하였다. 최적조건

을 선정하기 위해서 105℃에서 3시간동안 건조를 하였고, 이때 아미노실리콘 에멀전의 농도가 75% 이하에서는 촉감이 불량하고, 90% 이상일 경우에도 촉감이 불량한 결과를 나타내어 최적의 조건을 85% 시 유연성이 우수한 촉감을 선택할 수 있었다. 이때 순수의 비율은 아미노실리콘 에멀전의 함량에 따라 15%를 최적의 조건으로 선정하였다.

2. 에폭시실리콘 에멀전 함유량의 최적조건

에폭시실리콘 에멀전을 섬유에 처리시 최적의 건조온도를 선정하기 위해서 희석농도를 5%로 설정하고 온도 변화에 따라 촉감을 비교하였다. 그 결과 95℃에서는 건조가 제대로 일어나지 않아 촉감이 매우 불량하였고, 100℃ 에서도 건조상태가 불량하여 촉감의 부드러운 느낌이 나지 않았다. 105℃에서는 완전한 건조가 일어났고 촉감이 우수하였다. 그러나 110℃에서는 원단의 촉감이 단단해 지면서 뻣뻣한 느낌이 발생하였다. 실험 결과 105℃를 아미노실리콘 에멀전을 섬유에 처리할 때 최적의 열처리조건으로 선정하였다.

아미노실리콘 에멀전을 섬유에 처리 시 최적의 처리시간을 선정하기 위해서 희석농도를 5%로 설정하고 시간 변화에 따라 촉감을 비교하였다. 그 결과 120분 처리할 때는 건조가 제대로 일어나지 않아 촉감이 매우 불량하였고, 150분 처리할 때는 건조상태가 불량하여 촉감의 부드러운 느낌이 나지 않았다. 180분 처리할 때는 완전한 건조가 일어났고 촉감이 우수하였다. 그러나 210분 처리할 때는 원단의 촉감이 단단해 지면서 뻣뻣한 느낌이 발생하였다. 실험 결과 아미노실리콘 에멀전을 섬유에 열처리 시간은 180분으로 정하였다.

<표 2>의 조성비로 제조된 아미노실리콘 에멀전을 섬유에 처리시 최적의 농도를 선정하기 위하여 <표 6>와 같은 조건으로 테스트 한 결과는 다음과 같다. 최적조건을 선정하기 위해서 105℃에서 3시간 동안 건조를 하였고, 이때 에폭시실리콘 에멀전의 농도가 10% 이하에서는 촉감이 불량하고, 14% 이상일 경우에도 촉감이 불량한 결과를 나타내어 최적의 조건을 12%시 유연성이 우수한 촉감을 선택할 수 있었다. 이때 순수의 비율은 에폭시실리콘 에멀전의 함량에 따라 88%를 최적의 조건으로 선정하였다.

<표 5> 섬유 아미노실리콘 에멀전 최적조건 선정 테스트

조건 \ 항목	AE1	AE2	AE3	AE4
온도	105℃			
건조시간	3시간			
아미노실리콘 에멀전	65%	75%	85%	90%
순수	35%	25%	15%	10%
촉감	불량	보통	우수	보통

<표 6> 섬유 에폭시실리콘 에멀전의 최적조건 선정 테스트

조건 \ 항목	AE1	AE2	AE3	AE4
온도	105℃			
건조시간	3시간			
에폭시실리콘 에멀전	8%	10%	12%	14%
순수	92%	90%	88%	86%
촉감	불량	보통	우수	보통

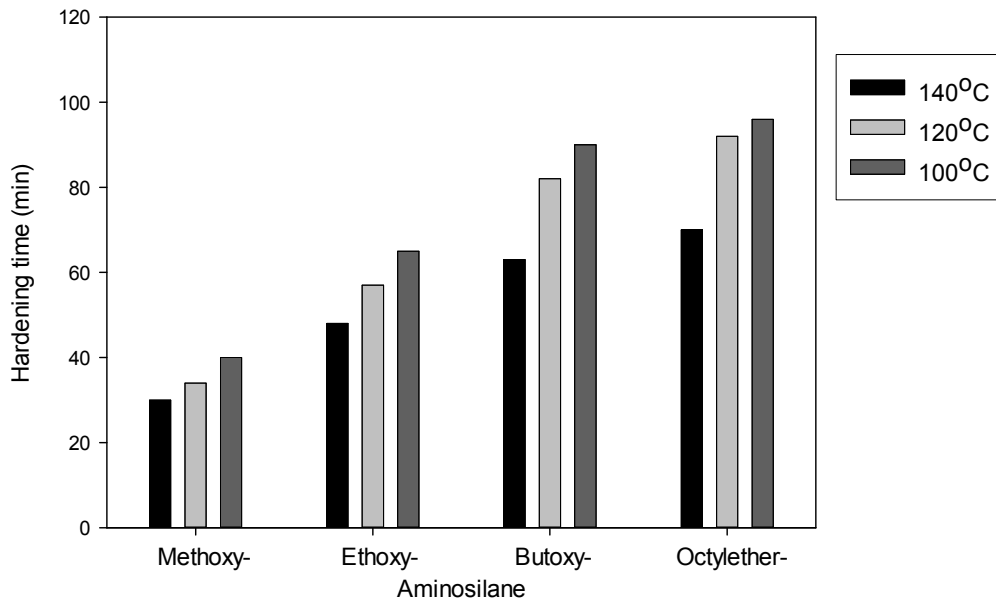
3. 고탄성 실란의 개발

고탄성 실란은 <표 7>와 같이 앞에서 만들어진 아미노실리콘 에멀전과 에폭시실리콘 에멀전의 2가지 유제와 여러 가지종류의 실란을 혼합하여 온도 변화에 따른 경화정도를 측정하고 처리된 PLA섬유의 물성을 검토하여 PLA섬유와의 상용성 및 저온에서 경화가 가능한 경화제를 개발하였다. 아미노실란은 메톡시 아미노실란 [H₂NSi(OCH₃)₃], 에톡시 아

미노실란 [H₂NSi(OCH₂CH₃)₃], 부톡시 아미노실란 [H₂NSi(OC₄H₉)₃], 옥틸에테르 아미노실란 [H₂NSi(OC₈H₁₇)₃]의 구조를 갖는 실란을 사용하였다.⁶⁾ 각 실란의 경화정도는 <표 7>과 같이 실란 종류별로 제조된 액을 유리판에 얇은 막을 만들어 140℃, 120℃, 100℃에서 경화된 시간을 측정하여 PLA에 적합한 최적의 실란을 개발하였다.

<표 7> 아미노실란의 경화 실험

항목		조건	F1	F2	F3	F4
아미노실리콘 에멀전			85%	85%	85%	85%
에폭시실리콘 에멀전			12%	12%	12%	12%
Silane	Methoxy		3%			
	Ethoxy			3%		
	Butoxy				3%	
	Octyl ether					3%



<그림 3> 경화온도에 따른 아미노실란의 경화

<그림 3>에서 경화온도에 따른 경화속도를 보면 경화온도가 100℃일때 경화속도가 느리고 경화온도가 높아짐에 따라 경화속도가 빨라졌으며 경화온도가 140℃일때 경화속도가 가장 빨랐다. 또한 알킬기의 탄소수에 따른 경화속도를 보면 메톡시 아미노실란이 가장 좋은 경화속도를 보였고, 알킬기의 탄소수가 증가할수록 경화속도가 느려져서 옥틸에테르 아미노실란의 경화시간이 가장 느린 것을 알 수 있었다.

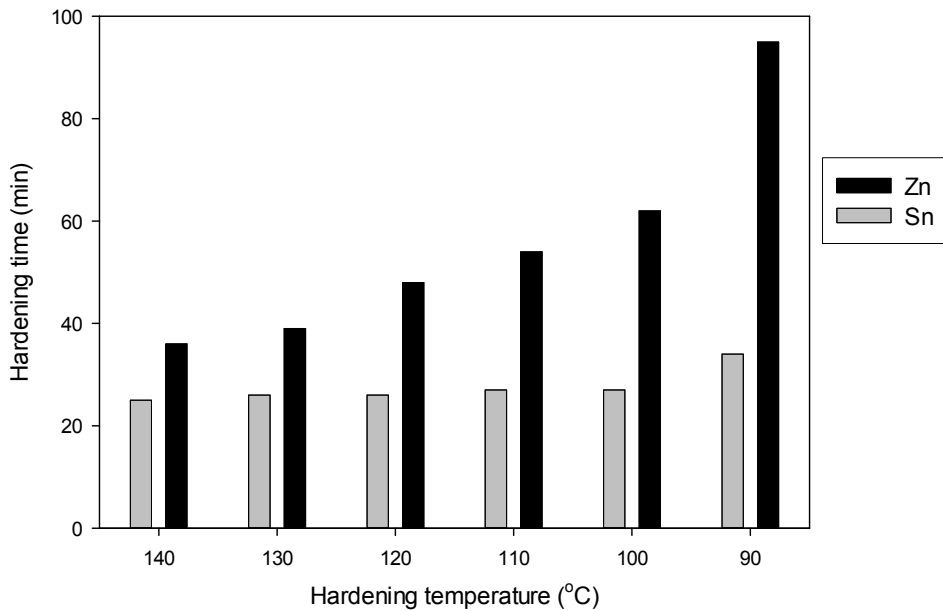
4. 저온경화 촉매의 개발

저온 경화가 가능하며 경화속도를 향상시킬 수 있

는 연신유제를 제조하기위해서 촉매의 사용이 필요하며 또한 적정의 사용량을 결정하는 것이 제품의 안정성 및 현장 적용성에 중요한 요소가 된다. 촉매는 아연계촉매 [Zn(OCOCH₃)₂]와 주석계촉매 [Sn(OCOCH₃)₂]를 사용하여 온도변화에 따른 경화속도를 측정하였다. 경화온도에 따른 촉매의 경화시험조건은 <표 8>에 나타내었다. 경화시험에 사용된 촉매량은 1.0%로 하고 경화속도의 실험은 각기 제조된 액을 유리판에 얇게 펴 경화온도는 140℃, 130℃, 120℃, 110℃, 100℃, 90℃에서 측정 하여 최적의 촉매조건을 결정하였다.

<표 8> 경화온도에 따른 촉매의 경화 실험

항목		조건	FC1	FC2
		아미노실리콘 에멀전	85%	85%
에폭시실리콘 에멀전		12%	12%	
메톡시 아미노실란		3%	3%	
촉매	Zn계	1.0%		
	Sn계		1.0%	



<그림 4> 경화온도에 따른 촉매의 경화실험

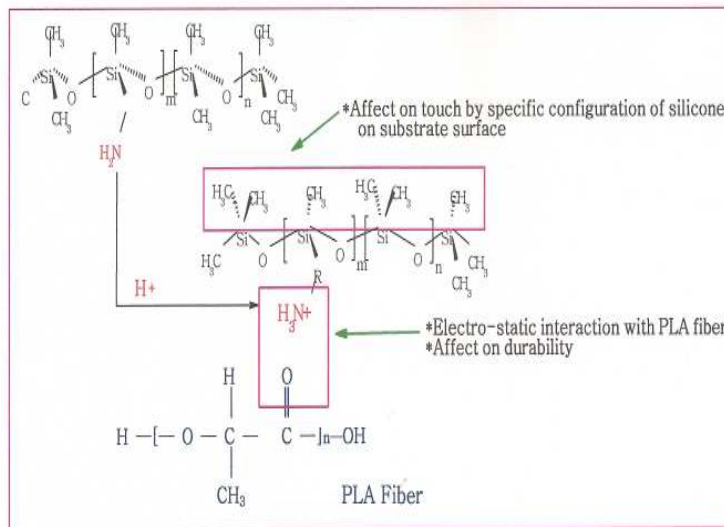
<그림 4>에 나타난 결과로 보아 Sn계 촉매가 Zn계 촉매보다 경화속도가 빨랐으며, 온도에 대한 경화속도의 편차도 적었고, 특히 본 연구에서 목표로 가지는 90℃에서도 경화 속도를 촉진 시킬 수 있을 것으로 판단되어, 본 연구에서 PLA섬유와의 Feather 유제 실험에 Sn계 촉매를 사용하기로 하였다.

서 보는 바와 같이 PLA섬유에 유제가 안정적인 이온결합이 생겨 내구성이 좋으며 섬유표면은 실리콘과 알킬기에 의해 촉감이 부드러워지고 미끄럼성이 생기게 된다.

PLA섬유에의 Feather유제처리는 2단계로 진행하였다. 1단계로 아미노실리콘 에멀전, 에폭시실리콘 에멀전과 메톡시 아미노실란을 혼합하여 균질화되도록 교반시켰다. 2단계로는 1단계에서의 혼합액 5%, Sn촉매 1%와 순수 95%를 혼합하여 PLA섬유에 처리하였다.

5. PLA 섬유에 Feather 유제의 적용실험

PLA섬유에 Feather유제를 처리하면 <그림 5>에



<그림 5> PLA 섬유와 실리콘 유제와의 결합 구조식

<표 9> Feather 유제의 최종 레시피 및 경화 온도에 따른 Pick-up률

항목	조건	Step 1	Step 2				
			FT1	FT2	FT3	FT4	FT5
온도(℃)			130	120	110	100	90
아미노실리콘 에멀전		85%	-	-	-	-	-
에폭시실리콘 에멀전		12%	-	-	-	-	-
메톡시 아미노실란		3%	-	-	-	-	-
Step 1			5%	5%	5%	5%	5%
Sn계 촉매			1%	1%	1%	1%	1%
순수			94%	94%	94%	94%	94%
Pick-up률			0.20%	0.22%	0.18%	0.20%	0.17%
Washing 후 Pick-up률			0.20%	0.22%	0.18%	0.20%	0.17%

<표 9>에 PLA섬유의 Feather유제 Recipe 및 Sn 촉매의 사용에 따른 경화정도를 나타내었다. PLA섬유에의 경화유무는 Feather유제 처리 후의 pick-up를, 메탄올 세척 후의 pick-up들과 비교하여 경화 유무를 확인 하였다.

온도에 따른 pick-up를 변화를 살펴 보았으나 실험 온도에서 특히 저온인 90℃에서 메탄올 세척 후에도 pick-up를 변화가 없어 PLA섬유에 경화가 이루어진 것을 확인 할 수 있었다.

<그림 6>은 유제처리 전과 후의 SEM사진을 보여주고 있는데 유제가 섬유표면에 처리된 것을 알 수 있었다.

6. 봉제성 평가

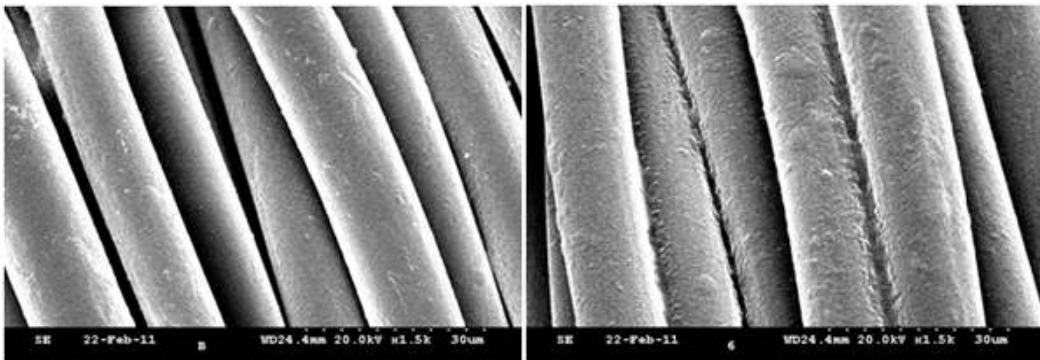
Feather Touch 스테이플 섬유에 대한 봉제성능 평가를 위해 쿠션 및 소품, 인테리어 등의 침장 제품을

을 제작한 후 침장포에서 스테이플 섬유가 도출되는지의 유무를 육안으로 판정한 결과 모든 샘플에서 스테이플 섬유가 도출되지 않아 봉제성이 좋은 것으로 판명되었다.

7. 마찰계수 및 견뢰도 평가

마찰계수와 견뢰도의 평가결과는 <표 10>에 나타내었다.

세탁견뢰도는 모든 시료에서 변퇴색은 4급, 오염포 면과 폴리에스터 4-5급으로 나왔다. 일광견뢰도는 모든 시료가 4-5급으로 양호한 수준의 견뢰도를 보여주었다. 유제처리에 의해 정마찰계수는 23.5-60.8%까지 감소하였고 동마찰계수는 30.0-61.3%까지 감소되어 미끄럼성이 증가되고 있음을 보여주었



(a) 유제처리 전 시료

(b) 유제처리한 FT4 시료

<그림 6> 유제처리 전후의 유제부착정도(전자현미경표면확대배율 1,500배)

<표 10> 유제처리 직물의 마찰계수 및 세탁견뢰도, 일광견뢰도

	마찰계수(μ)		세탁견뢰도(급)			일광견뢰도(급)
	정마찰계수	동마찰계수	변퇴색	오염(면)	오염(폴리에스터)	
FT0	0.976	0.620	4	4-5	4-5	4-5
FT1	0.383	0.243	4	4-5	4-5	4-5
FT2	0.747	0.436	4	4-5	4-5	4-5
FT3	0.425	0.265	4	4-5	4-5	4-5
FT4	0.390	0.240	4	4-5	4-5	4-5
FT5	0.434	0.280	4	4-5	4-5	4-5

고, 세탁과 일광에 대한 견뢰도의 저하는 일어나지 않았음을 알 수 있었다.

IV. 결론

현재 침구용 충전제로 폴리에스터섬유가 가장 널리 사용되고 있는데 친환경소재인 PLA섬유는 용점이 너무 낮아 기존의 유제를 사용하여 경화시키기는 불가능하다. 그래서 본 연구에서는 PLA섬유의 용점 이하의 저온에서 처리할 수 있는 유제를 개발하였다.

유제로서 섬유에 미끄럼성 및 유연성을 부여하기 위해서 실리콘계를 사용하였다. 일단 아미노실리콘 에멀전을 계면활성제를 제조하였다. 이는 유백색 액상으로 점도는 153cps이었고 pH는 25℃에서 4.5이었고 에멀전 평균입도는 2.3 μ m 이하로 안정성이 우수하였다. 벌크감을 주기위해서 에폭시실리콘 에멀전을 제조하였는데 이는 유백색 액체로서 점도는 3.3cps이었고, 고형분은 건조오븐에서 105℃에서 2시간동안 측정하였을 때 28.1%이었고, pH는 25℃에서 5.5이었고, 에멀전의 평균입도는 2.8 μ m로 유제의 유연성과 탄성을 위한 적절한 점도와 입도를 가졌다. 아미노실리콘 에멀전을 섬유에 처리 시 최적의 열처리 온도조건을 선정하기 위해서 희석농도를 3%로 설정하고 온도 변화와 열처리시간에 따라 촉감을 비교하였을 때 105℃와 180분일 때 가장 좋은 결과를 얻었다. 아미노실란은 메톡시 아미노실란 [H₂NSi(OCH₃)₃]이 경화속도가 가장 빨랐고 촉매는 아연계촉매인 [Zn(OCOCH₃)₂]를 사용하는 것이 가장 효율적이었다. PLA 섬유에의 Feather유제처리 2단계로 진행하였다. 1단계로 아미노실리콘 에멀전, 에폭시실리콘 에멀전과 Methyl아미노실란을 혼합하여 균질화되도록 교반시켰다. 2단계로는 1단계에서의 혼합액 5%, Sn촉매 1%와 순수 95%를 혼합하여 PLA섬유에 처리하였다. 경화가 이루어진 후에는 봉제성평가 결과 침장포에서 스테이플 섬유가 도출되지 않았고, 유제처리에 의해 정마찰계수는 23.5-60.8%까지 감소하였고 동마찰계수는 30.0-61.3%까지 감소되어 미끄럼성이 증가되고 있음을 보여주

었고, 세탁과 일광에 대한 견뢰도의 저하는 일어나지 않았음을 알 수 있었다.

저온경화시킨 실리콘계 연신유제 처리된 PLA 섬유 소재는 용도전개 측면에서 병원, 노약자 요양시설 및 유아용 침구로 널리 사용가능하며 수면공학이 융합된 스마트 섬유 소재의 기능으로 삶의 질을 한층 향상시킬 수 있을 것이다.

참고문헌

- 1) Cho, J.H., & Seo, W.Y.(2006), "Coloration of Poly(Lactic acid) with Disperse Dyes. 1. Comparison to Poly(ethylene terephthalate) of Dyeability, Shade and Fastness", *Fibers and Polymers*, 7(3), pp.270- 275.
- 2) 이효영 외(2010), "PLA/PET 복합소재의 분산 염료에 의한 염색성", *한국섬유공학회지*, 47(1), pp.1-6.
- 3) 윤철수, 지동선(2006), "용융블렌드를 이용한 PLA/PEG 블록 공중합체의 제조", *한국섬유공학회지*, 43(5), pp.235-244.
- 4) 조진원 외(2004), "키토산/실리콘 유연제 혼합 용액으로 처리한 면직물 기능성 향상", *한국섬유공학회지*, 41(4), pp.270-277.
- 5) 오경화(1996), "In-situ 중합과 가교에 의한 방 추가공 시 면직물의 물성에 미치는 실리콘 유연제의 영향", *한국섬유공학회지*, 33(9), pp. 761-770.
- 6) 오경화(1994), "Silane 중합을 통한 면섬유의 개질에 관한 연구", *한국의류학회지*, 18(3), pp. 410-418.

접수일(2011년 11월 4일),
수정일(1차 : 2011년 11월 24일, 2차 : 12월 20일),
게재확정일(2011년 12월 26일)