

니들펀칭법, 열융착법에 의한 실크 부직포의 제조 및 특성

이기훈 · 강경돈 · 정병희 · 주창환* · 남중희

서울대학교 농업생명과학대학

*충남대학교 공과대학

Preparation of Silk Nonwoven Fabrics by Needle Punching, Thermal Bonding and its Properties

Ki Hoon Lee, Kyoung Don Kang, Byoung Hee Jung,

Chang Hwan Joo* and Joong Hee Nahm

College of Agriculture and Life Science, Seoul National University

*College of Engineering, Chung Nam National University

ABSTRACT

Silk nonwoven fabrics are prepared by needle punching and thermal bonding with silk waste. To enhance the carding efficiency, the degumming rate was controlled with sodium hydrogen sulfite solution. The amount of the remained sericin was 3%(S-3), and 6%(S-6). Mixing wool and LMP(Low melting polyester) with the silk, to improve carding efficiency, was also effective. Following items were tested with prepared silk nonwoven fabrics : weight, thickness, compression, tensile strength, heat insulation, water absorption, and deodorization. The results show that the silk nonwoven fabrics could be used for apparels and new biomaterials.

Key words : Silk, Non woven silk fabrics, uses.

序 言

실크는 천연단백질로서 독특한 광택 및 우수한 물리, 화학적 성질 때문에 고급의류소재로서 각광을 받아왔다. 최근에는 의류소재만이 아니라 건강식품, 의류소재 등의 응용분야에서도 활발하게 연구되고 있다. 한편으로는 실크의 높은 부가가치를 창출해 내는 상품의 개발도 시도되고 있다. 이러한 새로운 부가가치 상품 중의 하나가 실크 不織布이다.

不織布는 현재 가장 최첨단의 織布 生産方式이며 그 소재로는 합성섬유가 주류를 이루고 있다. 실크가 지닌 고급 성질을 이러한 부직포에 부여할 수 있다면 기존의 부직포보다도 우수한 성질의 부직포 생산이 가능할 것이다.

그러나 실크 부직포의 제조시에는 많은 어려움이 따르는데 그 이유는 실크의 특성상 섬도가 섬세하고 長纖維이기 때문에 製綿(carding)이 쉽지 않기 때문이다. 또한 실크 사이에 일어나는 정전기도 제면 효율을 저해한다.

본 실험에서는 위와 같은 어려움을 해결하기 위해 실크를 정련할 때 세리신을 일정량 잔류시키고 그것을 니들펀칭법과 熱融着法 및 樹脂接着法에 의한 방법으로 부직포를 제조하였다. 이와 같은 방법으로 실크 부직포를 제작하고 그것들의 인장 성질을 측정하고 비교 분석하였다.

본 연구는 농촌진흥청 특정과제연구사업('97, '98)의 지원을 받아 이루어졌다.

材料 및 方法

1. 재료 및 전처리

실크는 폐견사를 이용하였고 절단기를 설계제작하여 50 mm로 절단하여 정련하였다.

2. 정련도 조절

실크의 정련도를 조절하기 위해서 亞硫酸鹽浴의 농도를 달리하여 정련을 실시했다. 아황산염욕-I은 황산나트륨(Na_2SO_4) 0.2%(w/v)와 아황산수소나트륨

(NaHSO_4) 0.3%(w/v)로, 아황산염욕-II는 황산나트륨 0.2%(w/v)와 아황산수소나트륨 1.0%(w/v)로 하였다. 욕비는 1:60으로 하고 30분 동안 90°C에서 처리하였다. 세리신을 완전히 제거하기 위해 탄산나트륨 0.02%(w/v)와 마르세이유비누 0.5%(w/v)로 30분동안 2회 boiling하였다.

3. 부직포 시료 준비 및 제면(carding)

세리신 잔류량 6%(S-6) 시료와 세리신 잔류량 3%(S-3) 그리고 완전 정련된 실크와 양모를 50:50(SW)으로 혼합한 시료를 니들펀칭 부직포 제조에 사용하였다. 열융착 부직포 시료로는 위의 시료에 각각 35%(w/w)의 LMP(low melting polyester)를 혼합하였다. 준비된 시료는 소형 製綿機(Daiwa Kico Co. LTD., Japan)를 이용하여 제면하였다. 수지접착 부직포는 (주)제텍스의 대형설비를 이용하여 제작하였으며 실크와 LMP의 혼합비는 50:50이었다.

4. 부직포 제조

1) 니들펀칭 부직포 : 60 g의 시료를 카딩하여 니들펀칭을 위한 웹을 형성하였다. 소형 니들펀칭기(Daiwa Kico Co. LTD., Japan)를 이용하였으며, 펀칭 속도는 800 rpm, 1100 rpm, 1500 rpm으로 매 회 증가시켰다.

2) 열융착 부직포 : 총중량 86g으로 웹을 형성하였다. 150°C에서 0.8 m/min의 속도로 열풍기(Dong shin Eng. Co., Korea)를 2회 통과시켜 열융착시켰다.

3) 수지접착 부직포 : (주) 제텍스의 합섬부직포 제조 설비(Sas san sho, Japan)를 이용하였으며, 폴리아크릴계 수지를 이용하여 섬유를 접착시켰다.

5. 부직포의 물성 측정

1) 두께 측정 : 마이크로 미터를 사용해서 6개의 부직포에 대해 각각 10번을 측정해서 가장 적은 수치와 가장 큰 수치를 제외하고 나머지 8개의 측정치를 평균하였다.

2) 壓縮率 측정 : 가와바다 시스템을 이용하여 압축률을 측정하였다.

3) 引張強度 측정 : 시료의 크기를 길이 4 cm, 넓이 1 cm로 하여 소형 인장·인열강도 측정기(Minimat, USA)를 이용하여 측정했다.

4) 保溫性, 吸水率 및 消臭性 측정 : 한국의류직물 검사소에 의뢰하였다. 보온성은 KS K 0560, 흡수율은 KS K 0220에 의해 측정하였으며, 소취성은 검지

판법(이상락, 1996)을 이용하였다.

結果 및 考察

1. 精練度 調節

아황산염욕을 사용하여 정련한 결과 아황산염욕-I의 경우, 연감율은 20%로 완전정련된 것(26%)에 비해 6%의 세리신이 남았다. 또한 아황산염욕-II는 연감율이 23%로 3%의 세리신이 잔류했다. 아황산수소나트륨은 세리신의 팽윤·용해 작용을 나타내는 반면 황산나트륨은 이를 억제한다.(原利光 외, 1964) 따라서 아황산수소나트륨/황산나트륨 정련은 고치실 표면으로부터 세리신을 서서히 제거하므로써 세리신의 잔유량을 임의로 조절할 수 있는 정련방법이다.(加藤弘 외, 1988)

2. 製綿 改善方法

정련된 실크 랩(lap)의 섬유를 각각 분리하여 시트(sheet)상태의 웹(web)으로 만드는 제면 공정은 分織作用이 완전해야 하고 실크 웹 중에는 넵(nep)의 발생이 없어야 한다. 넵이 발생하면 제면기 안에서 집단적으로 移行되어 웹의 두께가 불균일할 뿐만 아니라 웹 형성이 되더라도 부직포의 결점으로 나타난다.

慣行的인 정련방법에 따라서 세리신을 완전히 제거한 정련견사를 제면기에 넣는 경우, 넵에 의한 막힘이 발생하며 제면효율이 낮아진다. 이러한 문제를 개선하기 위하여 정련공정에서 세리신 잔유량을 조절하는 방법과 다른 섬유를 혼섬하여 웹을 형성하였다.

세리신을 잔류시킨 S-3와 S-6의 경우 제면효율은 정련도를 조절하지 않은 시료에 비해 향상되었다. 또한 S-3에 비해 S-6 시료의 웹 형성능률이 더 좋은 것으로 보아 세리신을 잔류시킬수록 제면효율의 향상을 기대할 수 있다.

다른 섬유와의 혼용(50:50)에 있어서는 LMP와 양모를 사용하였다. LMP를 혼용한 경우는 양모를 혼용한 경우보다 우수한 제면효율을 보였다.

3. 실크 不織布의 製造

(1) 니들펀칭 不織布

섬유의 길이를 50 mm로 절단하여 제면한 실크 웹을 부직포용 바늘(fork needle)로 펀칭하여 섬유를 결합시켜 니들펀칭 실크 부직포를 만들었다.(Fig. 1,2)

완전정련한 실크를 펀칭하는 경우, 펀칭 바늘이 휘어지거나 부러지는 현상이 발생하는데 이것은 섬세

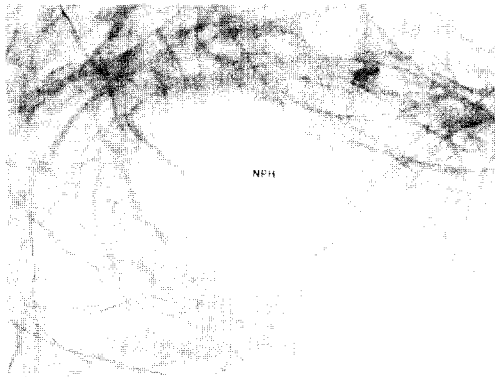


Fig. 1. Needle trace formed by punching.

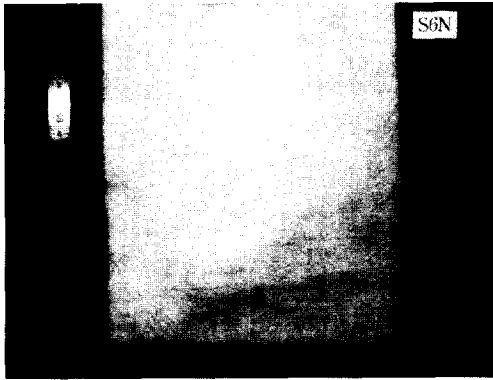


Fig. 2. Nonwoven silk fabric prepared by needle punching with S-6.

한 섬유가 압축되어 바늘이 통과하는 동안 강한 저항(加藤弘 외, 1988)을 받은 결과라 생각된다. 따라서 완전정련한 실크의 니들펀칭은 불가능하였다.

이러한 문제를 해결하기 위하여 제면에서와 같이 정련공정에서 세리신의 잔유량을 조절한 결과, 니들펀칭 부직포의 제조가 가능하였다. 또한 양모를 혼성한 경우에도 니들펀칭 부직포를 제조할 수 있었다.

(2) 熱融着 不織布

(1)에서와 같이 100% 실크 부직포를 만드는 경우, 정련실크는 극세하고 마이크로 피브릴의 분리로 인해 발생하는 뉘의 장애로 제면기의 막힘이 발생하고 웹의 형성이 합성섬유(폴리에스테르, 나일론)에 비하여 좋지 않다.

따라서 저융점 폴리에스테르(LMP)를 제면공정에 혼입시켜 웹을 형성한 결과, 100% 실크에 비하여 정전기의 발생이 적고 균일한 두께의 웹을 형성시킬 수

있었다.

열융착 부직포는 LMP 자체의 열융착으로 섬유들이 접착하므로 니들펀칭에 비해 제조공정이 단순하나 니들펀칭 부직포에 비하여 촉감은 좋지 않다.(Fig. 3)

(3) 樹脂接着 不織布

폴리에스테르와의 혼섬으로 제면효율이 개선되는 동시에 웹이 균일하게 형성되므로 대형부직포 제조라인을 사용하여 다량생산을 시도하였다.(Fig. 4)

부직포의 제조는 (주) 제텍스의 협조로 평택공장의 합섬 부직포 제조 설비를 이용하였다. 아크릴계 수지를 이용한 수지접착 부직포를 제조하였으며 두께 0.1mm의 얇은 부직포의 생산이 가능하였다. (성적 생략)

4. 不織布의 特性

Table 1는 소형 부직포 제조기를 사용하여 제조된 실크 부직포의 기본 특성을 나타낸 것이다. 각 부직

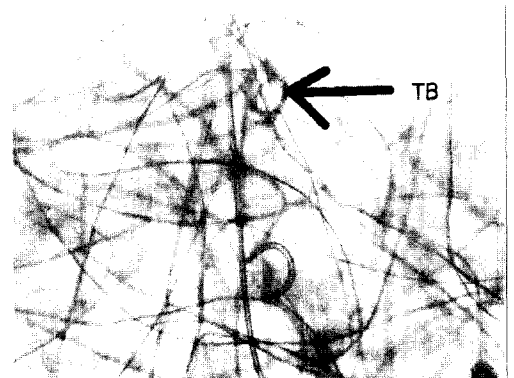


Fig. 3. Microscopic picture of thermal bonding silk nonwoven fabrics. (× 40) → : tangled by melted LMP.

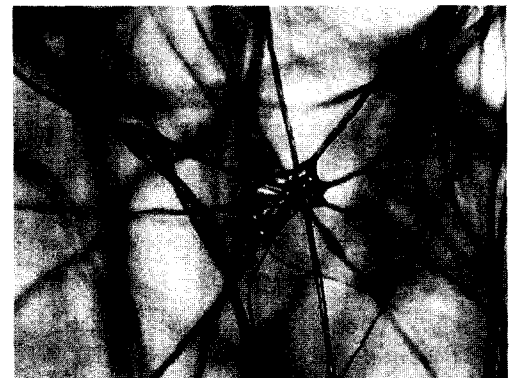


Fig. 4. Microscopic picture of resin bonded nonwoven silk fabrics.(× 40) (bonded by acrylic resin).

Table 1. Basic properties of silk nonwoven fabrics

Bonding method	Materials	Weight(g/m ²)	Thickness(mm)	Compression rate (%)	Compression recovery (%)
Needle punching	S6	83.3	0.278	83.34	54.03
	S3	90.3	0.270	85.35	55.35
	SW	99.3	0.262	85.53	54.81
Thermal bonding	S6	209.21	0.577	81.45	72.23
	S3	193.75	0.564	81.07	72.11
	SW	244.45	0.604	83.30	63.90

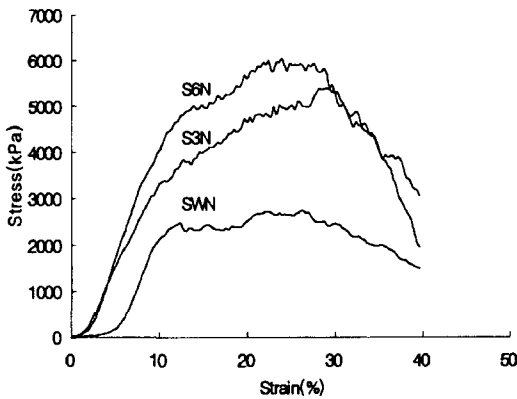


Fig. 5. S-S curve of needle punched silk nonwoven fabrics made from S-6, S-3, and SW.

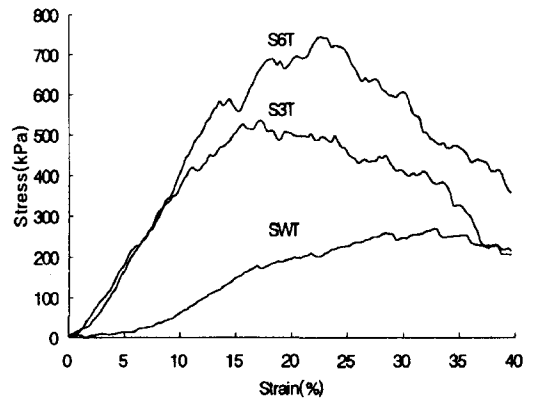


Fig. 6. S-S curve of thermal bonded silk nonwoven fabrics made from S-6, S-3, and SW.

포의 무게는 열융착 부직포가 니들펀칭 부직포에 비해 무거웠다. 이는 각 부직포의 특성에 기인한 것이 아니라, 부직포 제조에 있어서 시료의 양을 달리 했기 때문이다. 부직포의 두께 또한 같은 원인에 기인한다.

(1) 壓縮特性

압축특성은 카페트나 시트의 중요평가 항목으로 부직포 용도 전개를 모색하고자 측정하였다. 압축특성에 있어서는 제조 방법에 따른 각 부직포의 특징이 나타난다. 압축률에 있어서는 두 부직포사이에 유의성이 있는 차이를 보이지 않으나 압축 회복률에 있어서는 뚜렷한 차이를 나타낸다. 이는 열융착 부직포의 경우 부직포 제조시에 압력을 가하지 않고 열풍으로만 섬유를 접합시켜서 섬유간에 공극이 많이 존재한다. 이에 반해 니들펀칭 부직포의 경우 침포로 섬유간에 압력을 주어서 침포에 의한 압력을 받게 되고 섬유간의 공간이 작아진다. 이러한 원인으로 인해 열융착 부직포의 압축 회복률이 더 우수하게 나타난다.

(2) 引張特性

그림 5는 니들펀칭 부직포의 인장특성을 나타낸 것이다. S-3, S-6의 경우에 있어서는 큰 차이를 보이지 않으나 SW의 경우에는 S-3, S-6에 비해 다른 인장특성을 나타낸다. S-3, S-6의 경우의 인장특성을 보면 초기 영율이 높게 나타나며, 항복응력(최고 6,000 kPa) 이상에서는 절단점이 많이 나타나는데 이는 각각의 섬유가 절단되면서 나타나는 현상이다. SW의 경우에 있어서는 영율은 매우 낮게 나타나고, 그 이후에 S3, S6 비슷한 영율 값을 갖는다. 이것은 초기의 인장에 있어서, 양모의 인장특성이 나타나고 양모의 신장이 일어난 후에는 실크에 의한 인장특성이 나타나기 때문이다.

그림 6의 열융착 부직포는 니들펀칭 부직포에 비해 영율과 항복응력(최고 750 kPa) 모두 낮은 값을 나타낸다. 이는 섬유간의 결합력이 니들펀칭 부직포에 비해 낮기 때문이다. 그러나 항복변형은 니들펀칭 부직포에 비해 큰 값을 갖는다. 이는 압축 회복률과

Table 2. Comparison of heat insulation between silk and polyester nonwoven fabrics

	Silk	Polyester
Heat insulation (%) ^a	38.1	23.3

a : tested by KS K 0560.

Table 3. Moisture absorption of silk nonwoven fabrics

	S-6N ^a	S-6T ^b	SWN	SWT	PE ^c
Moisture adsorption(%) ^d	7.04	4.82	9.32	5.18	0.40
Index ^e	176	120	233	129	100

a : N - needle punched nonwoven fabrics.
 b : T - thermal bonded nonwoven fabrics.
 c : polyester.
 d : tested by KS K 0220.
 e : calculated polyester as 100.

도 관련이 있는데 열융착 부직포의 경우, 니들펀칭 부직포에 비해 부피감이 있고, 탄력이 좋기 때문이다. SW 부직포의 경우 니들펀칭 부직포와 마찬가지로 영율이 S-3, S-6에 비해 낮게 나타난다. 이러한 현상은 니들펀칭 부직포의 경우와 비슷하다.

(3) 保温性

의류용 방한재의 필수요인인 보온성을 패딩용 폴리에스테르 부직포와 비교측정한 결과, 실크 부직포의 보온성이 우수한 것으로 평가되었다.(Table 2)

(4) 吸水率

섬유 및 그 제품의 흡수율은 의류를 착용하는데 있어 쾌적성을 좌우하는 주요 성질이므로 실크 부직포를 의류소재로 활용할 것을 전제로 수분율로 간접측정하였다.(Table 3)

폴리에스테르 부직포에 비하여 실크 부직포의 흡수율은 높았다. 특히 양모 혼섬 부직포가 가장 높았다. 열융착 부직포의 흡수율이 낮은 것은 LMP가 첨가되어 상대적으로 흡수율이 저하된 것으로 생각된다.

(5) 消臭性

실크는 유해가스를 흡수(小松計一, 1997)하는 특성을 활용하여 공업용 필터 혹은 마스크용으로 활용된다. 이러한 배경에서 실크 부직포의 용도를 모색하기 위하여 니들펀칭법으로 제조된 실크 부직포(S-6)와 실크/양모 부직포 및 폴리에스테르 부직포에 대한 소취성을 검지관법으로 측정하였다.(Table 4)

실크 부직포의 소취능은 폴리에스테르 부직포보다

Table 4. Deodorization effect of silk nonwoven fabrics

Time(min)	Polyester	S-6	SW
30	10a	99	80
60	12	99	81
90	14	99	87
120	14	99	90

a : scavenging rate of NH₃ (%).

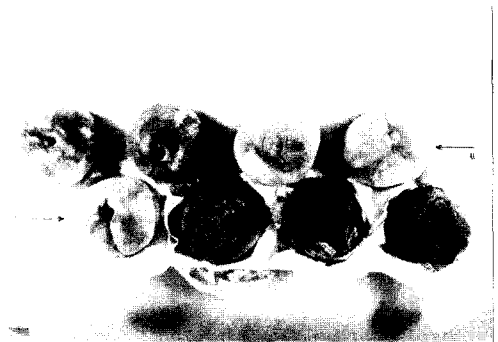


Fig. 7. The storing effect of silk nonwoven fabrics on peaches. The peaches are stored for 30 days. Peaches in the upper line are wrapped with silk nonwoven fabrics, in the lower line are not wrapped.

현저하게 나타나서 30분에서 99%에 이른다. 그러나 폴리에스테르의 경우 120분 후에도 14%에 불과하다. 실크의 이러한 소취성으로 미루어 쾌적환경용 소재로 활용이 가능함을 알았다.

6) 실크 부직포의 복숭아 저장효과

최근 실크를 소재로 하여 만들어진 부직포는 효소 고정화(朝倉哲郎, 1994)와 생선류의 신선도 유지를 위한 포장재료의 개발이 시도되고 있다. 이 실험에서는 열융착법으로 제조된 실크부직포로 복숭아를 포장하여 신선도 유지 여부를 가시적으로 관찰하였다. 그 결과 개체에 따라 다소의 차이는 있으나 약 2주 정도 신선도를 연장하는 효과가 있었다.(Fig. 7) 이러한 신선도 유지효과는 실크의 유해가스 흡수특성에 따른 효과로 생각된다(角田聖劑, 1995)

摘 要

부잠사를 원료로 새로운 실크 제품의 용도를 확대할 목적으로 니들펀칭 및 열융착 부직포를 제조하고 그 특성을 분석하여 다음의 결과를 얻었다.

1. 정련건사에 대한 제면효율과 웹 성형을 개선하는 방법으로 아황산수소나트륨에 황산나트륨을 첨가하여 잔유 세리신(6%)을 조절하므로써 가능하였다.

2. 웹 형성능률에 있어서 S-6이 S-3에 비해 우수하였으며, 다른 섬유를 혼용하는 경우에는 양모에 비해 LMP가 더 우수하였다.

3. 압축 회복률은 니들펀칭 부직포에 비해 열융착 부직포가 더 우수하다.

4. 니들펀칭 부직포는 열융착 부직포에 비해 기계적 특성이 우수하나, 신축성에 있어서는 열융착 부직포가 더 우수하다.

5. 폴리에스테르 부직포에 비하여 실크 부직포는 보온성, 흡수율 및 소취성이 우수하여 보온소재로 적합하다.

이상의 결과를 기초로 각종 부잠사를 부직포로 제

조하므로써 새로운 의류용 및 산업용 부직포로 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

參考文獻

- 朝倉哲郎 (1994) シルクで診断を, シルクの科學, 朝倉書店, 172-177.
- 角田聖劑, 二橋義一, 池田正人, 態谷和洋, 古川誠司, 土屋正夫, 官下伸一, 菅沼光男 (1995) Akazaebi의貯藏中の鮮度 化と貯藏方法の検討, 中央水研報, **7**: 403-409.
- 加藤弘, 小松計一, 馬越芳子 (1988) 絹不織布及びフェルトの試作, 蠶絲試驗場彙報, **134**: 281-295.
- 小松計一 (1997) シルクへの招待, サイエンス ハラス, 165-167.
- 原利光, 高橋保 (1964) 絹精練における芒硝の作用, 絲絹研集録, **14**: 126-131.
- 이상락 (1996) 蘇木の methanol 抽出物の 구조분석과 絹織物の 抗菌·消臭性, 성균관대학교 박사학위논문.