

〈연구논문(학술)〉

## 복합사를 이용한 난연 직물의 제조와 특성

이신희

경북대학교 의류학과

### Fabrication and Characteristics of Flame Retardant Fabric Developed by using Bicomponent Filament

Shin-Hee Lee

Department of Clothing and Textiles, Kyungpook National University, Daegu, Korea

(Received: November 5, 2012 / Revised: January 23, 2013 / Accepted: February 8, 2013)

**Abstract:** The purpose of this study is to fabricate the flame retardant polyester fabric by thermal bonding with low melting component of flame retardant bicomponent filament(LMFRPC) and to describe the characteristics of thermal bonded fabrics. The fabrics were prepared with flame retardant polyester filaments(FRP) as warp and blended filaments of FRP and LMFRPC as weft. The LMFRPC have a sheath and a core wherein the core comprises a flame retardant polyester and the sheath comprises a thermoplastic polyester of low-melting point. In this study, we investigated the physical properties, melting behavior of filament, the effect of the component of FRP and LMFRPC on the thermal bonding, mechanical properties. Melting peak of LMFRPC showed the double melting peak. The thermal bonding of the fabric formed at lower melting peak temperature of bicomponent filament of LMFRPC. The optimum thermal bonding conditions for fabrics was applied at about 170°C for 60 seconds by pin tenter. On the other hand, the tensile strength, elongation, and LOI of the fabric increased with an increasing component of FRP of weft.

**Keywords:** bicomponent filament, flame retardant, LOI, polyester, thermal bonding

## 1. 서 론

폴리에스테르는 고강성, 유연성, 찢김 및 늘림에 대한 저항성, 열안정성 및 내화학성이 우수한 물질이다. 이러한 우수한 성질 때문에 의복산업 뿐만 아니라 롤스크린 같은 홈인테리어부분에도 널리 사용되고 있다. 그러나 폴리에스테르가 이연성이고 연소할 때 발생하는 독성가스와 매연 때문에 화재사망사고의 주요한 요인이 된다. 이러한 폴리에스테르의 결점을 극복하고자 폴리에스테르의 난연화에 대한 연구가 진행되었고 특히 최근에는 난연제를 폴리에스테르 말단에 부가시킴으로써 화재시 난연제의 휘발 방지와 가소작용 억제 등을 위한 연구가 진행되고 있다<sup>1,2)</sup>.

롤스크린을 포함한 커튼류에 있어 가장 많이 요구되는 성능은 환경 친화적이고 난연을 포함하는

사용 안전성이다. 섬유제품의 경우 가연성에 대한 관심은 소비자 보호의 입장에서 오래전부터 대두되어 왔다<sup>3)</sup>. 이 특성은 다른 실용적인 성질과는 달리 사람의 안전과 직접 관련이 있어 그 중요성이 매우 크다. 특히 롤스크린을 포함한 커튼류는 세로로 매달려 있어 화재를 조장 촉진시키는 것으로서 이들의 성능이 더욱 요구된다. 국내의 경우 소방시설 설치유지 및 안전관리에 관한 법률 시행령에 의해 방염이 요구되는 제품에 있어 방염성능의 기준을 마련 시행하는 등 방염대상물품에 대한 관리의 중요성이 점점 증대되고 있다<sup>4,7)</sup>.

기존의 롤스크린용 직물지는 제직 후에 난연성 부여는 물론 직물지의 경도를 부여하기 위하여 합성수지 코팅을 위한 공정을 더 실시해야 하므로 공정이 많아지고 생산비용이 추가되어 가격이 비싸게 될 뿐만 아니라 코팅으로 인해 직물지의 표면 감촉이 좋지 않고, 로스율도 높아 친환경 직물지를 제조할 수 없는 등 여러 문제점을 지니고 있다.

†Corresponding author: Shin-Hee Lee (shinhee@knu.ac.kr)  
Tel.: +82-53-950-6221 Fax.: +82-53-950-6219  
©2013 KSDF 1229-0033/2013-06/110-117

지금까지의 롤스크린에 사용되는 원단이 직물의 일부로 한정되어 국내외적으로 연구 및 기술 개발 현황은 많지 않으며, 주로 개인 혹은 소규모 용단 업체에서 개발 한 것이 대부분이다.

대한민국특허 “창가리개용 스크린 원단 및 그 제조방법”에서는 시드-코어구조를 가지는 폴리에스테르사(시드부분은 저 용점을 가지는 폴리에스테르이고, 코어부분은 일반적인 용점을 갖는 폴리에스테르)와 난연사를 혼방 또는 배열하는 방법으로 제직, 가공하여 일정온도에서 열처리하여 난연성을 부여한 창가리개용 스크린 원단을 제조하였다<sup>8)</sup>. 미국특허 USP 041621에서는 복합사를 이용하여 매트릭스, 베개, 담요 및 이불, 방호복, 및 잠옷 등을 포함하는 일반 의류용 난연성 직물을 개발하였다<sup>9)</sup>. 이 특허의 난연성 부여 메카니즘은 직물을 구성하는 섬유가 시드-코어구조를 가지도록 설계하였으며 앞의 대한민국 특허와는 달리 시드부분에 LOI 26 이상의 난연성을 가지는 완전 방향족 열가소성 중합체, 코어부분에 일반 열가소성 중합체를 가지는 복합섬유를 이용 직물을 제조한 것이다. 그러나 이 기술은 복합섬유자체에 200°C이하의 열처리에 의한 용착이 불가능하고, 시드의 비율이 최대 80%인 관계로 구성된 직물의 경우 최대 80% 이상의 코어 부분의 난연성 중합체 함유가 불가능하여 난연성이 우수한 롤스크린 제작에는 문제점이 있을 것으로 판단된다<sup>9)</sup>.

지금까지 복합사는 영구적인 크림프 부여, 열융착, 전기전도성 섬유, 초극세섬유 제조, 부직포 제조, 그리고 이형단면섬유 제조 등에 많이 이용되고 있다<sup>10-13)</sup>. 본 연구는 복합사 섬유 형태 중 시드-코어 구조를 가지는 복합사를 이용한 것으로 경사에 인계 난연폴리에스테르사, 위사에 경사로 사용한 난연사와 난연성을 가지는 저용점 인계 난연복합사를

비율별로 혼합하여 제직, 텐터에 의해 열처리함으로써 경도부여를 위한 합성수지 코팅이 필요 없는 난연성이 우수한 롤스크린용 직물을 제조하는 것으로 제직된 직물의 열안정성, 열융착특성, 인장특성, 그리고 난연특성을 조사하였다.

## 2. 실험

### 2.1 원사, 복합사 및 교직물의 특성

Table 1은 본 연구를 위하여 제직한 직물의 특성이다. 본 연구의 난연사 및 난연 복합사를 이용한 난연성 롤스크린 직물의 경우 Table 1과 같이 경사는 2합 150denier의 100% 난연 폴리에스테르사(FRP)를 사용하였으며, 위사는 각각 24 fila 75denier인 경사로 사용된 FRP와 저용점 난연 복합사(LMFRPC)를 0 : 100, 25 : 75, 50 : 50, 75 : 25로 4합사하여 total denier가 300denier인 혼합사를 사용하였으며 이때 시료를 각각 LM100, LM075, LM050, LM025라 하였다. 위사로 사용된 저용점 난연 복합사는 코어 부분에 일반용점의 인계 난연 폴리에스테르, 시드 부분에 저용점 폴리에스테르가 구성된 시드-코어 형태의 복합사로 코팅 없이 열처리(텐터링)에 의해 표면 열융착이 가능하도록 원사를 구성하였으며 시드와 코어의 성분비는 2 대 8이다. 교직물은 직물의 경사와 위사밀도를 각각 18과 16 threads/cm로 제직하였다<sup>14)</sup>. 연구에 사용된 일반 폴리에스테르 원사(RP), 저용점 폴리에스테르 복합사(LMPC) 그리고 시드가 저용점 폴리에스테르, 코어가 난연 폴리에스테르로 구성되는 저용점 난연 폴리에스테르 복합사(LMFRPC)는 (주)효성으로부터, 난연 폴리에스테르사(FRP)는 (주)웅진케미칼에서 구매하였으며 모든 원사는 무연이며 모두 24가닥의 필라멘트로 구성 전체 굵기가 75 데니어인 것을 사용하였다.

Table 1. Characteristics of flame retardant fabrics used in this study

Fabrics	Wave	Yarn number		Fabric count (threads/cm)	
		Warp (150/2)	Weft (300/4)	Warp	Weft
LM100	Plain	100% FRP	100% LMFRPC	18	16
LM075	Plain	100% FRP	75% LMFRPC + 25% FRP	18	16
LM050	Plain	100% FRP	50% LMFRPC + 50% FRP	18	16
LM025	Plain	100% FRP	25% LMFRPC + 75% FRP	18	16

## 2.2 실험방법

교직물에 사용된 필라멘트의 치수안정성은 100℃의 끓는 물에 1분간 침지, 침지전후의 경·위사방향의 치수변화로부터 계산하였다. 2.1절에서 제작한 교직물의 열융착 특성을 조사하기 위하여 텐터온도 120, 130, 140, 150, 160, 170, 180 및 190℃, 직물이동 속도 1m/min의 핀 텐터에서 1분 동안 열처리하였다. 각종 폴리에스테르 필라멘트의 열적 특성은 DSC(Differential Scanning Calorimeter, TA 4000/ Auto 2910)을 이용하여 승온속도 10℃/min로 실온에서 300℃까지 분석하였다. 직물의 인장특성은 만능재료시험기(ZWICK-Z005, Zwick Roell Group, Germany)를 이용 ASTM D 5035에 준하여 분석하였으며 각 시료 당 경사방향으로 5회 측정하여 평균하였다. 원사의 인장특성은 인장시험기(Textechno Fafegraph-M, Textechno Co., Germany)를 사용하여 KS K 0520-1995에 따라 각 시료 당 경사방향으로 5회 측정하여 평균하였다. 열처리에 의한 직물표면의 열융착 특성을 고찰하기 위해 SEM(Field Emission Scanning Electron Microscope, Model:S-4300, Japan)을 사용하여 15kV의 전압에서 200배 확대하여 각각 관찰하였다. 직물의 난연성은 ASTM D 2863에 준하여 시료가 연소하는데 필요한 최저 산소 농도(LOI)로 평가하였다.

## 3. 결과 및 고찰

### 3.1 열수에 대한 원사 및 복합사의 치수안정성

Table 2는 본 연구에 사용된 각종 필라멘트의 치수안정성 검토를 위해 끓는 물에서의 열수 수축율을 검토한 것이다. Table 1에서 알 수 있듯이 열수 수축율은 일반폴리에스테르 RP가 1.5%로 제일 낮고 FRP, LMPC 그리고 LMFRC가 각각 1.7, 2.5 그리고 2.7%로 증가하였으며 본 연구에 있어 위사로

**Table 2.** Shrinkage of filaments at boiling water (100℃, 60 seconds)

Filament	Shrinkage (%)
RP	1.5
FRP	1.7
LMPC	2.5
LMFRPC	2.7

주로 사용되는 저융점 난연 폴리에스테르 복합사가 가장 높은 열수 수축율을 나타내어 열수에 대한 치수안정성이 나쁘게 나타났다. LMPC와 LMFRC가 상대적으로 열수에 대한 수축율이 높은 것은 이들 섬유가 복합사로 시드부분이 저융점 폴리에스테르인 것에 기인한 것으로 판단된다. 그러나 상대적으로 높은 열수 수축율을 보인 LMPC와 LMFRC도 제작되어 직물이 되면 경사와 위사의 교차점 등에 의하여 치수 변화는 줄어들 것으로 판단되며, 특히 앞에서 언급하였듯이 공정상 염색 가공 및 세탁 등은 텐터링에 의한 열처리 후에 행하여지므로 열수에 의한 필라멘트의 수축현상은 실제 최종 제품인 롤스크린 직물지의 치수안정성에 미치는 영향은 적을 것으로 판단된다.

Table 3은 난연성 롤스크린직물지 제조에 사용된 FRP와 LMFRC의 인장특성을 정리한 것이다.

LMFRPC가 FRP보다 강도와 신도가 약간 낮은 값을 나타내었는데 이것은 LMFRC가 이성분 복합사임은 물론 시드부분에 저융점 폴리에스테르성분을 20% 함유한 것에 기인 한 것으로 판단된다.

### 3.2 필라멘트의 열적 특성

교직물의 경사는 난연 폴리에스테르사(FRP)이고, 위사는 시드-코어 형태의 저융점 난연복합사(LMFRC)와 FRP의 혼합사이다.

**Table 3.** Tensile properties of FRP and LMFRC

Filament	Denier (d)	Tenacity (gf/d)	Elongation (%)	Initial Modulus (gf/d)
FRP multi	70.5	4.78	44.5	79.81
(24 fila) mono	3.10	4.70	48.4	66.34
LMFRPC multi	74.3	4.48	46.2	80.21
(24 fila) mono	3.11	4.53	49.8	69.04

본 연구에서 제작한 직물지의 열융착은 LMFRPC에서 시드부분의 저융점, 즉 낮은 온도에서 용융하는 성질을 이용해 경·위사 구성시간을 구속 코팅이 불필요한 롤스크린용 직물제조가 가능할 것으로 판단된다. 따라서 직물을 구성하는 구성사 간의 융착 특성을 조사하기 위해서는 LMFRPC의 DSC에 의한 용융거동 조사가 선행되어야 한다. 또한 직물에 있어 LMFRPC의 함량을 조절하기 위하여 사용된 RP 및 LMPC의 열분석도 조사되어야 하는데 Figure 1은 이들의 DSC분석 결과를 나타낸 것이다. Figure 1에서 알 수 있듯이 RP의 경우, 일반 폴리에스테르사의 열적 거동과 유사한 거동을 나타내었으며, 온도 약 256°C에서 주 용융 흡열피크를 나타내었다<sup>15)</sup>.

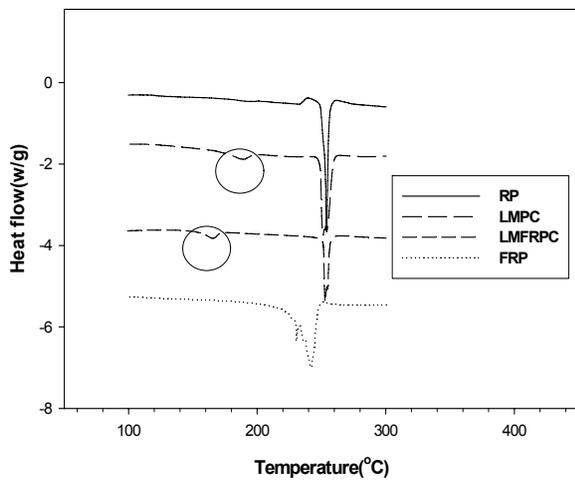


Figure 1. DSC thermograms (in N<sub>2</sub>) of RP, LMPC, LMFRPC and FRP.

LMPC의 경우 일반 폴리에스테르가 가지는 주 용융피크 외에 190°C 부근에서 저융점 폴리에스테르의 용융으로 판단되는 흡열피크가 추가로 나타나고 있다. 250°C 부근에서 나타나는 용융피크는 시드-코어 형태의 저융점 복합사에 있어 약 80%를 점하고 있는 코어 부분의 일반폴리에스테르에 기인한 것으로 판단되며, 190°C 부근에서 나타나는 용융 흡열피크는 복합사에 있어 시드 부분의 주 구성 성분인 저융점 폴리에스테르에 기인한 것으로 판단된다. 한편 본 연구의 난연성 증대를 위하여 위사로 사용된 저융점 난연 복합사(LMFRPC)의 경우 LMPC와 유사한 열적거동을 나타내었으나 저융점 용융피크로 보여지는 온도가 약 170°C 전후에서 나타나는 것으로부터 일반 저융점 폴리에스테르 복합

사보다 낮은 온도에서 열융착이 일어남을 알 수 있다. 그리고 일반 저융점 폴리에스테르사와 마찬가지로 250°C 부근에서 나타나는 용융피크는 시드-코어 형태의 저융점 복합사에 있어 약 80%를 점하고 있는 코어의 일반용점의 난연 폴리에스테르에 기인한 것으로 판단된다. 한편, 경사로 사용된 난연 폴리에스테르사의 경우 일반 폴리에스테르사와 마찬가지로 단일 용융피크가 나타났으며 주 용융흡열피크는 RP가 256°C에서 나타나는 것과는 달리 약 11°C 낮은 약 245°C 부근에서 주 흡열 용융피크를 나타냈다.

### 3.3 열처리온도와 교직물의 치수안정성

본 연구에 있어 난연성 롤스크린 직물지는 제조하는 공정 동안 텐터에 의해 열처리를 하고 소비자의 요구에 따라 염색을 하게 된다. 본 연구의 롤스크린용 직물지의 주 구성 성분이 폴리에스테르이므로 제조된 최종 직물지의 경우 염색공정에서 치수안정성이 요구된다. 폴리에스테르 섬유는 일반적으로 분산염료로 염색하며 염색은 약 130°C의 포화수증기압 상태에서 행한다. 따라서 열처리된 직물 일지라도 염색공정 중에 염색환경에 의해 직물의 변형이 일어나지 않도록 해야 한다. 따라서 텐터의 열처리 온도에 따른 직물의 융착특성과 열처리된 직물에 대해서 염색 조건에서의 치수안정성 조사도 선행되어야 한다. Table 4는 경사에 FRP 그리고 위사에 LMFRPC 100%를 사용하여 제작한 교직물에 대하여 텐터 온도조건에 따른 염색조건에서의 경사 및 위사 방향의 직물 수축율의 변화와 특성을 고찰한 것이다. Table 4에서 알 수 있듯이 교직물의 융착특성은 160°C 이상에서 용융 융착이 일어나기 시작하여 약 170°C 이상에서는 복합사의 시드 부분이 융착이 일어남을 고찰할 수 있었다. 텐터 온도 증가에 따른 수축율의 변화는 경사와 위사 방향 모두 텐터 온도 증가와 함께 직물의 수축율을 감소하고 있으며 약 170°C 에서는 수축율이 0.2%이하로 치수의 변화가 거의 없음을 알 수 있다. 이것은 약 170°C 이상에서 위사로 사용된 저융점 난연 복합사의 열융착과 열용착에 의해 경위사간 점점증가와 치수안정화에 기인한 것으로 판단된다. 이 결과로부터 적정 텐터에 의한 열처리 온도는 약 170°C 전후로 판단되며 이것은 DSC열분석 결과와 잘 일치하고 있다.

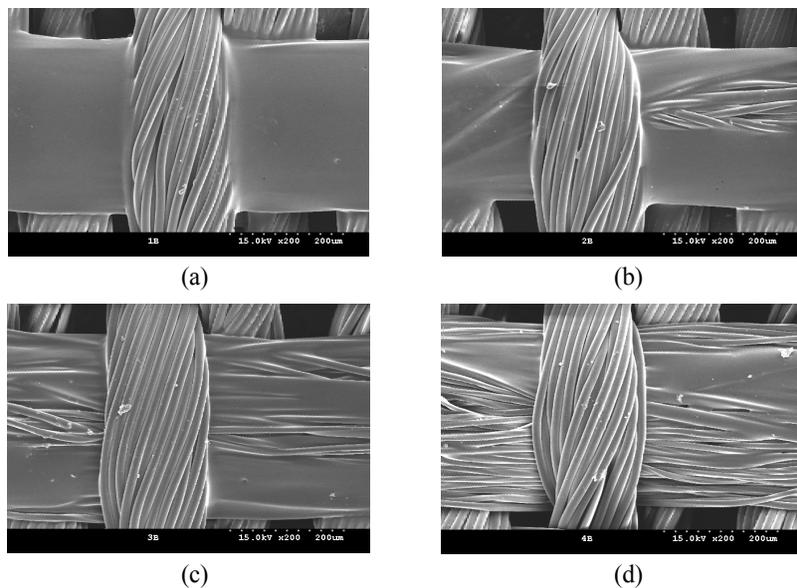
**Table 4.** The effect of tentering temperature on phenomena of thermal bonding and shrinkage of fabric

Tentering temperature (°C)	Shrinkage of fabric (%)		Phenomena of thermal bonding
	Warp direction	Weft direction	
120	6.2	4.2	not bonded
130	4.1	4.1	not bonded
140	2.7	2.9	not bonded
150	1.5	1.1	not bonded
160	1.0	1.0	partial thermal bonded
170	0.2	0.1	thermal bonded, fixed of warp and weft
180	0	0	thermal bonded, fixed of warp and weft
190	0	0	thermal bonded, fixed of warp and weft

한편 텐터 온도 120°C에서 150°C까지 열처리한 직물의 경우 텐터온도가 증가함에 따라 수축율이 감소하는 현상을 나타내는데 이것은 이 온도에서 열융착은 일어나지 않았지만 열처리 온도가 증가함에 따라 직물을 구성하는 경사와 위사가 열처리에 의해 수축이 이루어졌기 때문으로 판단되며 수축을 실험온도 보다 높은 140°C와 150°C에 수축현상이 나타나는 것은 이 온도에서도 열융착이 이루어지지 않았음은 물론 온도는 높지만 텐터에 의한 열처리가 수축을 실험이 130°C의 포화 수증기압인 것에 비해 건식인 것에 기인, 경사와 위사가 완전히 수축되지 않은 것에 기인한 것으로 판단된다.

**3.4 교직물의 위사조성에 따른 열융착 교직물의 전자현미경 사진**

본 연구의 폴스크린용 직물지 제조를 위해 경사는 FRP를 사용하고 위사의 경우 LMFRC와 FRP의 비율을 달리하여 제작하였으며 Figure 2는 각 비율별로 제작한 직물에 대하여 텐터 온도 170°C에서 1분간 열융착한 직물의 전자현미경 사진을 나타낸 것이다. Figure 2에서 (a), (b), (c), (d)는 각각 위사의 성분비 LMFRC/FRP를 100/0, 75/25, 50/50, 25/75로 달리한 시료이며 0/100을 제작하지 않은 것은 이렇게 제작된 직물은 LMFRC의 저융점 폴리에스테르 성분이 없어 텐터링 공정에서 열융착을 기대할 수 없기



**Figure 2.** SEM photographs of mixture fabrics (warp : FRP, weft : LMFRC/FRP - (a) 100/0, (b) 75/25, (c) 50/50, (d) 25/100).

때문이다. Figure 2에서 알 수 있듯이 (a), (b), (c), (d) 모두 경사는 열융착 흔적을 찾아 볼 수 없는데 이것은 열융착 온도가 170°C이므로 이 온도에서는 사용한 FRP에서 용융이 일어나지 않았기 때문이다.

한편, 위사의 경우 모든 조건에서 위사의 열융착 부분을 확인할 수 있으며 LMF RPC의 함량이 증가할수록 열융착된 영역이 현저히 증가함을 알 수 있으며 100/0의 경우 위사의 모든 부분이 열융착 되었음을 알 수 있다.

Figure 2에서와 같이 LMF RPC의 함량이 증가할수록 열융착된 부분이 증가하여 직물지의 경직성은 증가가 예상되나 상대적으로 100% 난연 폴리에스테르로 구성된 FRP의 함량이 감소되어 난연성이 감소할 것으로 예상된다. 본 연구 범위 내에서는 (a), (b), (c), (d) 모두 난연성 롤스크린 직물지로서의 경도를 모두 유지하고 있어 본 연구의 기본 목표인 난연성만 확인된다면 모든 직물지에서 롤스크린용 직물지로서 그 활용이 가능할 것으로 판단된다.

### 3.5 교직물의 위사조성에 따른 열융착 교직물의 인장특성

Figure 3은 위사 조성을 달리하여 제직한 직물에 대하여 텐터 온도 170°C에서 1분간 열융착한 직물의 인장강력을 나타낸 것이다. Figure 3에서 알 수 있듯이 직물의 경사방향의 강력은 FRP증가와 함께 약간 증가하는 경향을 나타내고 있으며 FRP 0%에서 강력이 가장 작다.

FRP의 함량이 낮을 경우 LMF RPC의 상대적인 함량이 높아 텐터에 의해 열처리함에 따라 직물을 구성하고 있는 경사가 위사의 열융착에 의해 가교가 많이 형성되면서 외력이 가해졌을 때 그 힘이 새로 생긴 가교에 집중화되어 응력집중화 현상이 일어났기 때문으로 판단된다<sup>16)</sup>. 위사방향의 강력은 사용한 위사의 FRP함량이 증가할수록 경사방향과는 달리 크게 증가함을 알 수 있다. 이것은 위사로 사용된 혼합사에서 LMF RPC의 함량이 감소하고 FRP의 함량이 증가한 것에 기인 것으로 판단된다.

Figure 4는 교직물의 위사조성에 따른 열융착 교직물의 신도를 나타낸 것이다. 위사방향보다는 경사방향의 신도가 큰 값을 가지는데 경사는 100% FRP로 열처리에 의해 강직화가 일어나지 않은 것에 기인한 것으로 판단된다. 그러나 위사 방향의 경우 위사로 사용된 필라멘트 중 LMF RPC가 열처리에 의해 Figure 2에서와 같이 경·위사가 열융착됨

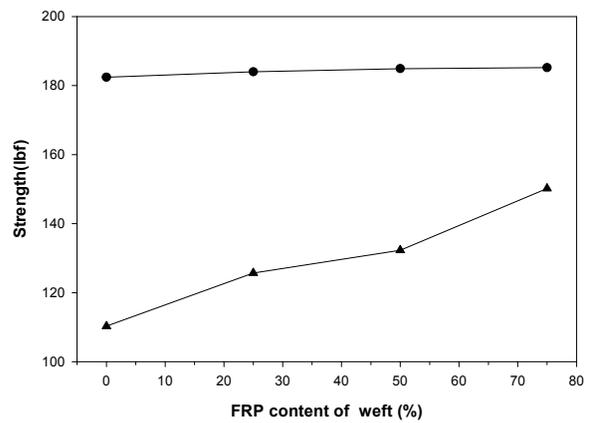


Figure 3. Effect of FRP content of weft on tensile strength (● : direction of warp, ▲ : direction of weft).

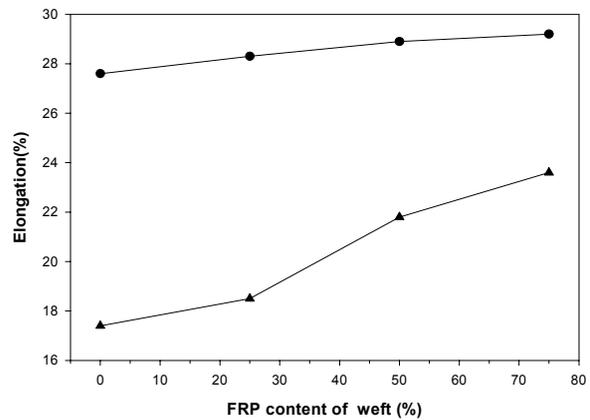


Figure 4. Effect of FRP content of weft on elongation (● : direction of warp, ▲ : direction of weft).

으로서 위사방향으로의 신장이 억제 된 것에 기인한 것으로 판단된다. 위사의 구성 성분 중 LMF RPC의 함량이 감소하고 FRP의 함량이 증가됨에 따라 열융착된 부분이 감소하는 것에 기인하여 신도는 증가함을 할 수 있다.

### 3.6 열융착 직물의 난연특성

Table 5는 롤스크린 직물지를 구성하는 위사의 성분 에 따른 난연특성(LOI, Limit Oxygen Index)을 나타낸 것이다. 이때 경사는 모두 FRP이며 위사는 경사로 사용한 FRP와 본 연구에서 사용한 LMF RPC의 혼합비율을 달리한 경우이다. 여기서 LMF RPC는 코어에서 난연성 폴리에스테르, 시드에는 저온 열융착을 위해 저융점 폴리에스테르 성분으로 구성된 복합사이다. 위사 구성요소 중 FRP 성분이 증가하면 전체적으로 난연 폴리에스테르 함량이 증가하고 LMF RPC 성분이 증가하면 난연 폴리에스테르

Table 5. LOI value of mixture fabrics for roll screen

Component of weft (FRP/LMFRPC)	LOI
0/100	31
25/75	35
50/50	35
75/25	37

함량이 감소하게 되는데 Table 5에서 알 수 있듯이 난연사인 FRP의 성분이 증가할수록 난연폴리에스테르 성분이 증가되어 난연효과가 크게 향상됨을 알 수 있다. 본 연구에서 열융착을 위해 사용한 LMFRPC 필라멘트를 100% 위사로 사용한 직물지에서도 한계산소지수 LOI가 31을 나타내어 우수한 난연성이 기대된다. 위사의 구성 성분중 LMFRPC의 성분이 25% 그리고 FRP가 75% 함유된 위사의 경우 LOI는 37로 매우 우수한 난연성을 나타냄을 알 수 있다. 그러나 FRP의 함량이 과다하게 증가되면 본 연구의 코팅공정 생략을 위한 경·위사의 용융에 의한 열융착 부분이 감소되어 롤스크린 직물지로의 사용이 어려울 것으로 판단된다.

Figure 5는 롤스크린 직물지를 구성하는 위사의 성분에 따른 TGA분석 결과이다. 위사의 성분비에 관계없이 온도증가에 따른 무게 감소가 일어나는 온도와 무게감소 거동은 유사하였으며 탄화생성물은 위사 구성 성분 중 LMFRPC의 함량이 증가할수록 증가하는 경향을 나타내었다. 이것은 이 직물들을 구성하는 경사가 모두 FRP임은 물론 위사도 FRP와

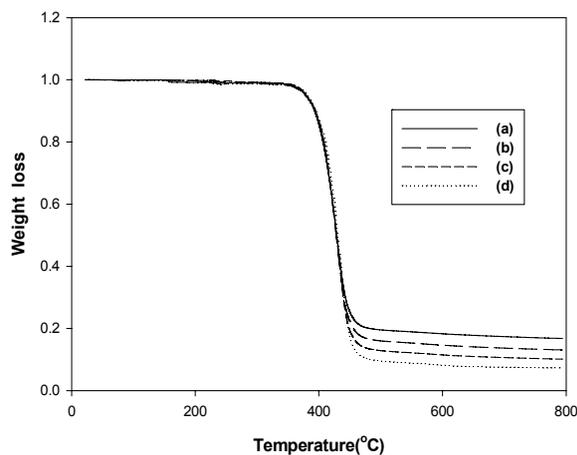


Figure 5. Thermal properties of mixture fabrics (warp : FRP, weft : LMFRPC/FRP - (a) 100/0, (b) 75/25, (c) 50/50, (d) 25/100).

80%의 난연성 고분자를 함유한 LMFRPC를 사용 모두 유사한 고분자 조성을 가진 것에 기인한 것으로 판단된다. 위사의 성분 중 LMFRPC의 함량이 증가할수록 탄화생성물이 증가한 것은 LMFRPC의 경우 시드부분에 저융점폴리에스테르가 코팅되어 있는 것에 의하여 코어의 난연성 고분자의 열분해를 억제한 것에 기인한 것으로 판단된다.

#### 4. 결 론

창가리개용 직물의 생산원가 및 품질에 많은 영향을 미치는 코팅공정과 직물의 난연성을 개선하기 위해 열융착에 의해 경도(hardness)를 부여할 수 있는 저융점 난연 복합사를 난연사와 혼합하여 위사로 그리고 난연사를 경사로 사용한 복합교직물을 제조하였으며 복합 교직물에 사용된 필라멘트의 열적특성, 제조된 교직물의 열융착 온도에 따른 열융착 거동 및 교직물의 특성을 고찰한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. FRP와 RP의 용융거동은 단일피크로 나타났으며 용융피크온도는 각각 256°C와 245°C였다. LMPC와 LMFRPC의 용융거동은 FRP와 RP의 단일용융피크와는 달리 이중피크로 나타났다. 본 연구에서 사용한 LMFRPC의 경우 약 250°C에서 일반 폴리에스테르가 가지는 용융피크 외에 170°C 부근에서 시드부분의 용융으로 판단되는 용융피크를 확인할 수 있었다.
2. 교직물의 융착특성은 160°C이상에서 용융 융착이 일어나기 시작하여 약 170°C에서는 복합사의 시드부분이 완전히 융착되었다. 열융착한 직물의 경우 열융착온도가 증가함에 따라 염색조건(130°C 포화수증기압)에서의 수축율은 감소하여 170°C 이상의 열융착온도에서는 치수의 변화가 거의 없었다.
3. FRP와 LMFRPC로 구성된 위사에서 LMFRPC의 함량이 증가 할수록 열융착된 부분이 증가하였으며 상대적으로 FRP의 함량이 감소하여 난연성이 감소하였다. 위사에 LMFRPC만을 사용한 경우 LOI가 31, 그리고 FRP/LMFRPC를 75/25로 혼합하여 사용한 경우 직물의 LOI는 37이었다.
4. 직물의 경사방향의 강력과 신도는 위사의 FRP 증가와 함께 약간 증가하는 경향을 나타내었으며 위사방향의 강력과 신도는 위사의 FRP함량

이 증가할수록 경사방향과는 달리 크게 증가하였다.

### 감사의 글

이 연구는 2012학년도 경북대학교 학술연구비에 의하여 연구되었음.

또한 이 연구 결과는 중소기업청 출원금으로 수행한 산학 공동기술개발사업(기간 : 2009. 06. 01 - 2010. 05. 31) 연구결과의 일부입니다.

### References

1. M. K. Kim and H. D. Ghim, Radical Addition Reaction of Phosphorous based Flame Retardant with End Groups of PET(1) -Reaction of Bisphenol A Bis(diphenyl phosphate)-, *Textile Coloration and Finishing*, **24**(1), 33(2012).
2. M. K. Kim, K. H. Sohn and H. D. Ghim, Radical Addition Reaction of Phosphorous based Flame Retardant with End Groups of PET(2) - Reaction of Resorcinol Bis(diphenyl phosphate)-, *Textile Coloration and Finishing*, **24**(1), 39(2012).
3. K. Opwis, A. Wego, T. Bahners and F. Schollmeyer, Permanent Flame Retardant Finishing of Textile Materials by a Photochemical Immobilization of Vinyl Phosphonic Acid, *Polymer Degradation and Stability*, **96**(3), 393(2010).
4. K. W. Kim, Development Trends of Flame Retardant for Flame Retardant Polymer, *Fiber Technology and Industry*, **11**(2), 59(2007).
5. H. I. Kim, Y. H. Hong and S. M. Park, Development and Applications of Flame Retardant Nano and Microcapsule, *Textile Coloration and Finishing*, **20**(4), 31(2008).
6. S. H. Lee and T. K. Jeong, Korea Pat. 2011-1040214(2011).
7. National Emergency Management Agency, Standards of Flame Retardant Performance, Notification No.2008-24(2008).
8. H. S. Jang and S. K. Kim, Korea Pat. 2007-0736925(2007).
9. V. Bansal, H. S. Lim, H. V. Samuelson and M. R. Samuels, United State Pat. 2003-041621(2003).
10. T. Kikutani, J. Radhakrishnan, S. Arikawa, A. Takaku, N. Okui, X. Jin, F. Niwa, and Y. Kudo, High-speed Melt Spinning of Bicomponent Fibers: Mechanism of Fiber Structure Development in Poly(ethylene terephthalate)/poly propylene System, *J. Applied Polymer Science*, **62**(11), 1913(1996).
11. R. Zhao, L. C. Wadsworth, C. Sun, and D. Zhang, Properties of PP/PET Bicomponent Melt Blown Microfiber Nonwovens after Heat-treatment, *Polymer International*, **52**(2), 133(2003).
12. X. Q. Shi, H. Ito and T. Kikutai, Structure Development and Properties of High-speed Melt Spun Poly(butylene terephthalate)/poly(butylene adipate-co-terephthalate) Bicomponent Fibers, *Polymer*, **47**(2), 611(2006).
13. J. H. Hwang, C. N. Kim, J. S. Ma, H. S. Oh, and N. S. Yoon, Dyeability of Low-melting Hybrid Polyester at Low Temperature, *Textile Coloration and Finishing*, **24**(2), 113(2012).
14. M. K. Ji and S. H. Lee, Preparation of Thermal Bonding Fabric by Using-low-melting-point Bicomponent Filament Yarn -Head Tie-, *J. Korean Soc. Cloth. Ind.*, **11**(3), 474(2009).
15. The Korean Fiber Society, The Latest Synthetic Fiber, Hyungseul Publish Co., Seoul, p.224, 2001.
16. A. J. Hall, Textile Finishing, American Elsevier, New York, p.157, 1966.