

# 폴리우레탄 코팅포의 봉제성능

신혜원·이정순\*

동국대학교 가정교육과, \*충남대학교 의류학과

## The Sewability of polyurethane coated fabrics

Hye Won Shin · Jung Soon Lee\*

Dept. of Home Economics Education, Dongguk University

\*Dept. of Clothing and Textiles, Chungnam University

(2000. 10. 16 접수)

### Abstract

In this study, seam strength, seam elongation and seam efficiency of polyurethane coated fabrics were examined under various sewing conditions using three kinds of fabrics, four kinds of sewing threads and three kinds of stitch lengths. And the sewability of polyurethane coated fabrics were evaluated by FAST system.

The results were as follows:

1. Seam strength decreased with the increase of stitch length. The loop strength of sewing thread and the type of base fabric than the type of coated surface had an effect on seam strength.
2. Seam elongation also decreased with the increase of stitch length and was affected by the type of base fabric. The tensile elongation of polyurethane coated fabric had an effect on seam elongation.
3. Seam efficiency also was related to stitch length, the type of base fabric, and seam strength. The suitable seam efficiency was within 50%~65% in which polyurethane coated fabric and sewing thread broke at the same time. Therefore PS thin and PPC thin sewing threads and 3mm stitch length were suitable to polyurethane coated fabrics.
4. The relaxation shrinkage(RS) of polyurethane coated fabric was smaller than the smallest value of control chart in FAST system. And the extensibility(E) and the shear rigidity(G) were larger than the largest value.

**Key words:** polyurethane coated fabric, seam strength, seam elongation, seam efficiency, sewability; 폴리우레탄 코팅포, 봉합강도, 봉합신도, 봉합효율, 봉제성능

## I. 서론

의류소재는 봉제공정을 거쳐 의복으로 제품화되

므로 소재의 봉제성능은 매우 중요하다고 할 수 있다. 일반적으로 봉제성능은 의복의 부분적 혹은 평면적인 상태에서 시임 퍼커링, 봉합강도, 심지적합성, 치수안정성, 다림질성, 그리고 overfeed 성능 등을 종합적으로 평가하여 얻어지는 성능 즉, 의복을 만드는 봉제 각 공정에서의 의복의 외관과 형태의 아름다움의 유지 그리고 착용과정에서의 본래의 형

※ 본 연구는 2000년도 동국대학교 논문게재 연구비 지원으로 이루어졌음.

태를 유지하는 정도를 종합해서 말하며, 이러한 특성은 의복형성능, 의복형태 유지성능, 가봉성, 치수안정성, 세트성으로 분류해 볼 수 있다<sup>1)</sup>. 이러한 봉제성능 중 가봉성은 품질평가의 한 척도로 가봉성에 영향을 미치는 요인에 관한 연구가 활발히 진행되어 왔으며, 가봉성에 영향을 미치는 요인 중 직물과 봉사 등의 소재적 요인에 대해 봉합강도나 봉합신도, 봉합효율 등의 변화를 고찰하는 연구<sup>2-7)</sup>가 많이 진행되어 왔다. 또한 소재의 물리적 특성 및 역학적 특성을 객관적으로 측정하고 이러한 특성이 봉제성능과 어떤 관련성이 있는지를 살펴서 이로부터 봉제성능과 최종제품인 의복의 품질을 예측하려는 연구도 진행되어 왔다<sup>8,9)</sup>.

최근 들어 고부가가치 소재의 개발에 대한 여러 가지 방법이 모색되면서 다양한 물성을 지닌 소재들이 나타나고 있다. 그 중 폴리우레탄 코팅포에 대한 관심이 증가하고 있으며 이는 개성을 표현하기 위한 의류소재로써 사용빈도가 높아지고 있다. 따라서 이러한 소재로 의복을 만드는데 있어서 폴리우레탄 코팅포의 봉제성능은 중요한 문제로 대두된다. 폴리우레탄 코팅포는 전반적으로 일반직물과 물성이 다르므로 봉제시 여러 문제가 발생하며 봉제가 쉽지 않다<sup>10)</sup>. 그러나 폴리우레탄 코팅포의 봉제성능과 관련된 연구로는 우레탄 포음의 봉제성에 관한 연구<sup>11)</sup>와 Leather의 가봉성에 관한 연구<sup>12)</sup>, 그리고 투습방수포의 seam puckering 해결을 위한 최적 봉제조건 설정에 관한 연구<sup>10)</sup>가 있을 뿐 그 이외의 연구는 거의 없는 실정이다. 그러므로 이러한 폴리우레탄 코팅포의 봉제성능에 관한 연구는 꼭 필요하

며, 이에 대한 연구는 의류소재의 다양성과 봉제공정의 효율적인 관리 및 의류제품의 품질향상에 기여하게 될 것이다.

그러므로 본 연구에서는 첫째, 폴리우레탄 코팅포의 봉제성능 중 내구성과 관련된 봉합강도와 봉합신도, 봉합효율을 시료의 종류, 봉사의 종류, 봉목길이로 변인으로 하여 살펴보았다. 폴리우레탄 코팅포의 코팅형태 및 이면포가 봉제성에 미치는 영향을 살펴보기 위해서 기준이 되는 폴리우레탄 코팅포를 정하고 이와 이면포는 같으나 코팅형태가 다른 것과 코팅형태는 같으나 이면포가 다른 것을 선정하였다. 봉사로는 폴리에스테르 코어 방적사와 폴리에스테르 방적사를 굵기를 달리하여 선택하였고, 봉목 길이로는 가장 많이 사용되는 3mm를 기준으로 하여 변화시켜 봉제조건을 선택함으로써 봉합강도 및 봉합신도, 그리고 봉합효율과의 관계를 살펴보았다. 둘째, 폴리우레탄 코팅포의 역학적 특성치로부터 봉제성능을 평가해 보았다. 이를 위해 직물의 물성들을 객관적으로 측정할 수 있는 장비인 FAST system으로 역학적 특성치를 측정하고, 직물의 성질과 관련된 의복제조시의 문제점과 외관상의 문제점을 나타내주는 자료를 참고하여 폴리우레탄 코팅포의 전반적인 봉제성능을 살펴보았다.

## II. 실험

### 1. 시료

실험에 사용된 폴리우레탄 코팅포는 모두 건식법에 의해 제조된 것이며, 1번 시료를 기준으로 2번

Table 1. Characteristics of fabrics

Sample No.	thickness (mm)	weight(g/m <sup>2</sup> )			construction of base fabric	tensile strength (kgf)	elongation (%)
		total	resin part	base fabric part			
1, control	0.55	252.8	80.5	172.3	polyester interlock knit fabric	41.59	270
2, same base fabric, different surface	"	"	"	"	"	40.74	262
3, different base fabric, same surface	0.4	190.6	90.1	100.5	polyester circular knit fabric	39.50	211

Table 2. Characteristics of sewing threads

type of thread	thread counts	single thread strength(kgf)	loop strength(kgf)	single thread elongation(%)	loop elongation(%)
PPC thick	45/2D	1,357	2,097	17.46	15.02
PPC thin	53/2D	1,077	1,693	16.56	14.20
PS thick	60/3	1,041	1,778	16.86	14.98
PS thin	60/2	0,781	1,28	18.72	16.54

시료는 이면포가 같고 표면코팅의 형태만 다른 시료이고, 3번 시료는 1번 시료와 표면 코팅의 형태는 같으나 이면포가 다른 시료이다. 시료의 물성은 Table 1과 같다.

## 2. 봉사

봉사는 폴리에스테르 필라멘트를 폴리에스테르 방직사로 감은 코어방직사 중 굵기가 다른 PPC thick(45/2D)과 PPC thin(53/2D)의 2가지와 폴리에스테르 방직사 중 굵기가 다른 PS thick(60/3)과 PS thin(60/2)의 2가지를 선정해 모두 4가지를 사용하였다. 봉사의 물성은 Table 2와 같다.

## 3. 봉제조건

시료는 50(경사방향)×9(위사방향)cm<sup>2</sup>로 자른 뒤 표면을 마주보게 2장을 겹쳐 가장자리에서 1.5cm 떨어져 경사방향으로 박았다. 그리고 봉제시작과 끝 부분에 봉제속도와 스티치 밀도의 증감을 고려하여 처음과 끝 부분을 제외하고 가운데에서 10cm길이를 3개씩 잘라 시험하였다. 재봉기는 박물용 본봉 공업용 재봉기(Brother Unicorn LX2-H5100)를 사용하였다. 스티치 종류는 본봉(L12-301)이며 솔기형태는 SSa-1로 #14 열처리나늘을 사용하고 시입 퍼커링을 방지하기 위하여 테프론 Plate와 테프론 코팅된 노루발을 사용하고 노루발 압력은 3kgf, 밀실장력은 20gf, 윗실장력은 정상외 봉목형태가 나오도록 조절하여 3000rpm의 봉제속도로 봉목길이를 2mm, 3mm, 4mm로 변화시키며 봉제하였다.

## 4. 실의 인장강신도 및 루프강신도 측정

실의 인장강신도와 루프강신도는 KS K 0475에 따라 8번 측정하여 평균하였다.

## 5. 직물의 인장강신도 측정

직물의 인장강신도는 위사방향의 인장강신도를 측정하였는데 KS K 0520의 grab법에 의해 6번 측정하여 평균하였다.

## 6. 봉합강도 및 봉합신도의 측정

직물의 봉합강도와 봉합신도는 KS K 0530에 의해 위사방향의 봉합강도와 봉합신도가 측정되었다. 파지거리는 7.6cm로 하였고 6번 측정하여 평균하였다.

## 7. 봉합효율

봉합효율은 봉합강도를 인장강도로 나눈 뒤 100을 곱하여 %로 구하였다.

## 8. FAST system에 의한 물성 측정<sup>8)</sup>

FAST system을 이용하여 다음과 같은 물성이 측정되었다.

## III. 결과 및 고찰

### 1. 봉합강도

봉합강도는 봉제품의 실용적인 성능 면에서 대단

Table 3. Mechanical properties measured by FAST system

Symbol	Meaning
RS(%)	Relaxation shrinkage
HE(%)	Hygral expansion
F(mm <sup>2</sup> )	Formability
E100(%)	Extensibility at a load of 100gf/cm
B(μN/m)	Bending rigidity
G(N/m)	Shear rigidity

히 중요한 성질로, 직물의 종류, 봉사 강도, 스티치 밀도, 솔기 형태, 봉합형식, 바늘의 굵기, 재봉기의 속도, 봉사장력 등에 영향을 받는다<sup>13, 14)</sup>. 본 연구에서 사용된 폴리우레탄 코팅포는 표면의 폴리우레탄과 이면의 편성물이 조합된 상태로 일반 직물이나 편성물의 봉제성능과 다른 양상을 보일 가능성이 있다.

Fig. 1은 시료1의 봉사별 봉목길이에 따른 봉합강도를 나타낸 그림이다. 모든 봉사에서 봉합강도는 봉목길이가 커짐에 따라 감소하였다. 즉, 스티치밀도가 감소함에 따라 봉합강도가 감소하였다. 이는 봉목길이가 봉사의 종류보다 봉합강도에 더 큰 영향을 미치는 것을 나타내준다.

Fig. 2는 봉사가 PPC thick일 때 봉목길이에 따른 봉합강도를 시료에 따라 살펴 본 것이다. 시료 1,2의 경우 이면포가 같고 표면코팅의 형태만 다르기 때문에 거의 비슷한 경향을 나타낸다. 즉, 봉목길이 2, 3mm에서 봉합강도에 큰 차이가 없고 봉목길이 4mm에서 봉합강도가 많이 감소하였다. 그러나 시료3의 경우 시료1, 2와 이면포가 다르므로 약간 다른 경향을 나타내는데 봉목길이 2mm부터 봉목길이가 증가하면서 봉합강도는 계속 감소했다. 그러므로 폴리우레탄 코팅포의 봉합강도는 코팅형태보다는 이면포에 크게 영향받는 것을 알 수 있었다. 또한 2mm 봉목길이에서 시료3의 봉합강도가 시료 1, 2에 비해 훨씬 크게 나타났다. 이처럼 시료3의 인장강도

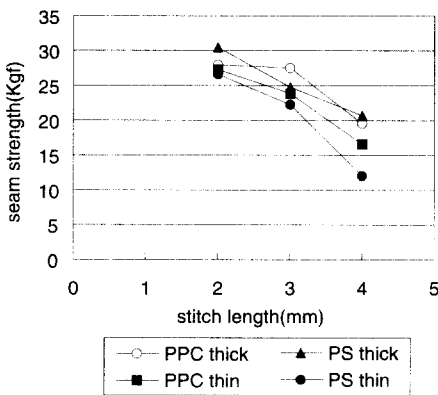


Fig. 1. The effect of stitch length on the seam strength of sample 1.

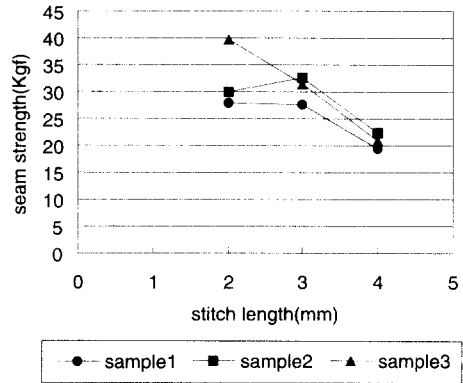


Fig. 2. The effect of stitch length on the seam strength of PPC thick sewing thread.

가 시료 1, 2보다 작은데도 불구하고 봉합강도가 훨씬 크게 나타난 것은 시료의 인장강도가 약하므로 봉사에 더 큰 영향을 받아 봉목길이가 작으므로 즉, 스티치밀도가 크므로 봉합강도가 크게 나타난 것으로 볼 수 있다.

Fig. 3은 3mm 봉목길이에서 시료별로 봉사에 따라 봉합강도를 살펴 본 것이다. 모든 시료에서 봉사의 종류에 따라 동일한 경향을 나타내었다. 즉, PPC thick > PS thick > PPC thin > PS thin의 순서로 나타났다. 이는 실의 루프강도와 동일한 순서로 봉합강도는 동일한 봉목길이에서 봉사의 루프강도에 영향 받는 것을 알 수 있었고, 이는 봉사에 따른 봉합강도는 봉사의 루프강도와 비례한다는 島崎<sup>5)</sup>와 김과 차<sup>7)</sup>의 연구와도 일치했다.

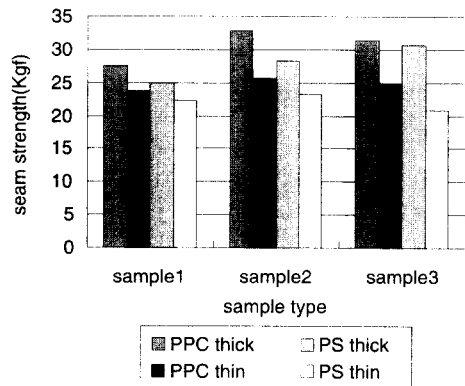


Fig. 3. Seam strengths of samples at stitch length of 3mm

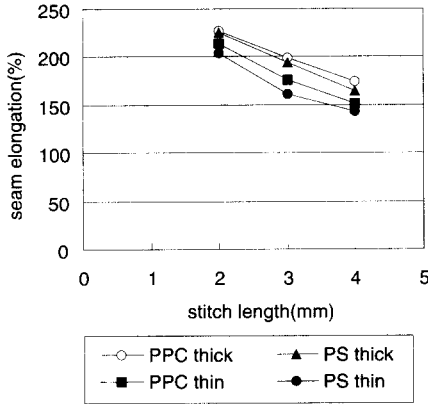


Fig. 4. The effect of stitch length on the seam elongation of sample 3.

### 2. 봉합신도

Fig. 4는 시료3의 봉목길이에 따른 봉사별 봉합신도를 나타낸 것이다. 봉합신도 역시 봉합강도와 마찬가지로 봉목길이가 증가함에 따라 감소하는 것을 볼 수 있었으며 봉사에 따라 큰 차이는 볼 수 없었다. 봉합신도 역시 봉사보다는 봉목길이에 더 큰 영향을 받는 것을 알 수 있었다.

Fig. 5는 봉목길이 3mm에서 봉사별로 시료에 따라 봉합신도를 나타낸 것이다. 모든 봉사에서 시료 1,2는 거의 비슷한 봉합신도를 나타내며, 시료3보다 봉합신도가 큰 것으로 나타났는데 이는 시료의 차이를 나타내는 결과로 폴리우레탄 코팅포의 봉합신

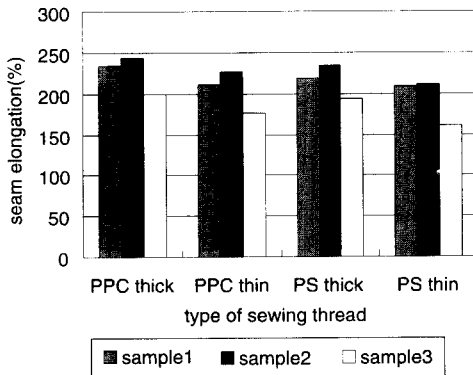


Fig. 5. Seam elongations of sewing threads at stitch length of 3mm.

도 역시 코팅형태보다 이면포에 더 영향을 받는 것을 알 수 있었다. 또한 시료1,2의 봉합신도가 시료3의 봉합신도보다 크게 나타났는데 이는 시료의 인장신도와 일치하는 결과로 시료의 인장신도가 봉합신도에 영향을 미치는 것을 볼 수 있었다. 또한 모든 시료에서 PPC thick의 봉합신도가 가장 크게 나타났고 PS thin의 봉합신도가 가장 작게 나타났는데 이는 봉사의 신도와는 일치하지 않는 결과였다.

### 3. 봉합효율

Fig. 6은 시료1의 봉목길이에 따른 봉사의 봉합효율을 나타낸 것으로 봉목길이가 증가할수록 봉합효율이 감소하였으며 봉사마다 거의 비슷한 경향을 나타내었다. 봉합효율 역시 봉합강도나 봉합신도와 마찬가지로 봉목길이에 영향을 받는 것을 볼 수 있었다.

Fig. 7은 PPC thick의 봉목길이에 따른 시료별 봉합효율을 나타낸 것으로 시료1,2는 봉목길이 2, 3mm에서 비슷한 값을 나타내고 4mm 봉목길이에 크게 감소하나 시료3은 봉목길이 2mm에서 큰 봉합효율을 나타내고 봉목길이가 증가함에 따라 봉합효율이 계속 감소하여 시료에 따른 차이를 볼 수 있었다. 즉, 폴리우레탄 코팅포의 봉합효율도 코팅형태보다는 이면포에 영향을 받는 것을 알 수 있었다.

Fig. 8은 봉목길이 3mm에서 시료별로 봉사에 따라 봉합효율을 살펴 본 것이다. 모든 시료에서 PPC

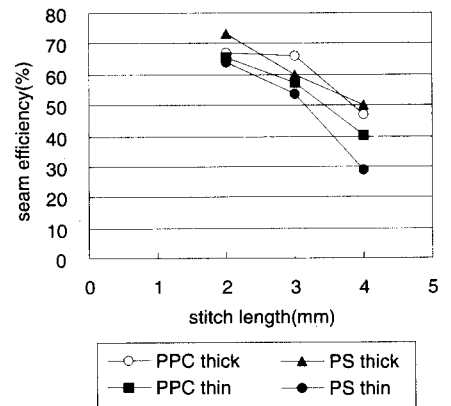


Fig. 6. The effect of stitch length on the seam efficiency of sample 1.

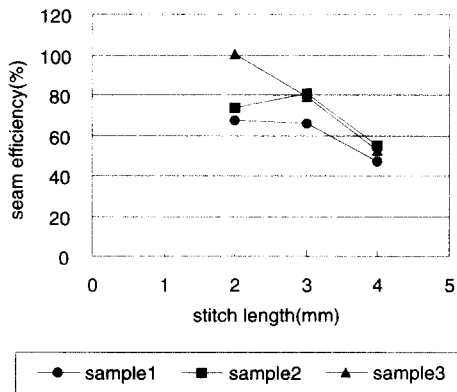


Fig. 7. The effect of stitch length on the seam efficiency of PPC thick sewing thread.

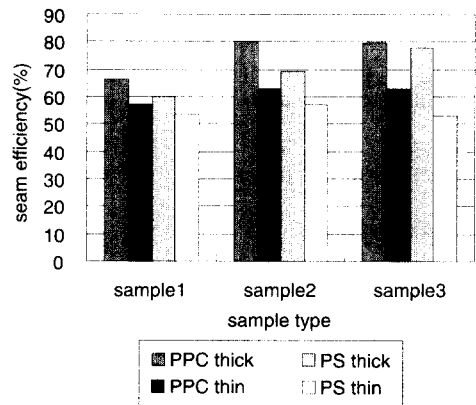


Fig. 8. Seam efficiencies of samples at stitch length of 3mm.

thick>PS thick>PPC thin>PS thin의 순서로 봉합 효율이 나타났는데 이는 봉합강도와 일치하는 결과로 봉합효율은 봉합강도와 상관이 있는 것을 알 수 있었다.

솔기가 파괴될 때 파괴되는 양식은 봉사가 절단되는 경우, 직물이 파괴되는 경우, 봉사와 직물 양쪽이 절단되는 경우로 나누어 볼 수 있는데 실용적인 면에서 보면 봉사 절단의 경우는 보수가 가능하지만 직물이 파괴되는 경우는 사용이 불가능하게 된다. 그러므로 봉합효율은 높은 것이 좋지만 너무 높으면 직물이 절단되므로 바람직하지 못하다. 봉합효율은 직물류는 70%, 편성물류는 100%가 적당한 것으로 알려져 있다<sup>14)</sup>. 그런데 본 연구에 사용된 폴리우레탄 코팅포의 솔기 파괴양식을 살펴보면 봉합효율이 65%이상의 경우에는 직물이 파괴되며, 50% 이하에서는 봉사만 절단되고, 50%~65%에서는 직물과 봉사가 동시에 절단되는 것을 볼 수 있었다. 그러므로 폴리우레탄 코팅포의 경우 적절한 봉합효율은 50%~65%인 것을 알 수 있었다.

Fig. 8에서 봉합효율은 모든 시료에서 PPC thick 봉사가 봉합효율이 가장 커 65~80%의 봉합효율을 갖는 것으로 나타났는데 이 경우 모두 직물부분의 파괴가 일어나 봉합효율은 크지만 적당하다고 볼 수는 없었다. 오히려 가장 작은 봉합효율을 나타내는 PS thin 봉사나 PPC thin 봉사가 50%~65%의 봉합효율을 가지고 봉사와 직물이 동시에 절단되는

양상을 나타내 본 실험에 사용된 폴리우레탄 코팅포에 적절한 봉사로 나타났다. 또한 Fig. 6에서 볼 수 있듯이 봉목길이에 따른 봉합효율을 살펴보면 2mm 봉목길이에서는 봉합효율이 너무 커서 직물이 절단되고, 4mm 봉목길이에서는 봉합효율이 너무 작아 실이 먼저 절단되는 경향을 나타내었다. 따라서 3mm 봉목길이가 적당함을 알 수 있었다.

#### 4. FAST system에 의한 봉제성

FAST system은 직물의 봉제성과 외관성능, 그리고 태와 밀접한 관계에 있는 직물의 물성들을 객관적으로 측정할 수 있도록 호주의 CSIRO에서 개발한 장비이다. 이렇게 객관적으로 측정된 직물의 물성으로 의복의 봉제성과 의복의 외관성능을 대략적으로 파악할 수 있다. 즉, 의복의 봉제성과 외관성능과 관련된 성질의 객관적인 측정을 기초로 하여 의복형성능을 예측하고 직물의 결점을 수정하는 것이 가능하다. 일반적으로 직물을 봉제할 때 봉제성이 우수한 직물은 각각의 물성들이 어떤 정해진 범위 내에 있어야 하는데, FAST system의 경우 실험에 의해서 정해진 최대와 최소의 한계선에 의해 봉제성이 예측될 수 있고 그 한계선 내에 물성치가 있을 때 봉제성이 대체로 좋다고 평가되어진다<sup>9)</sup>. Fig.9에 FAST system으로 측정된 폴리우레탄 코팅포의 역학적 특성치를 FAST control chart의 최소 값과 최대 값으로 분류된 구간에 나타내었다. 본 실험에 사

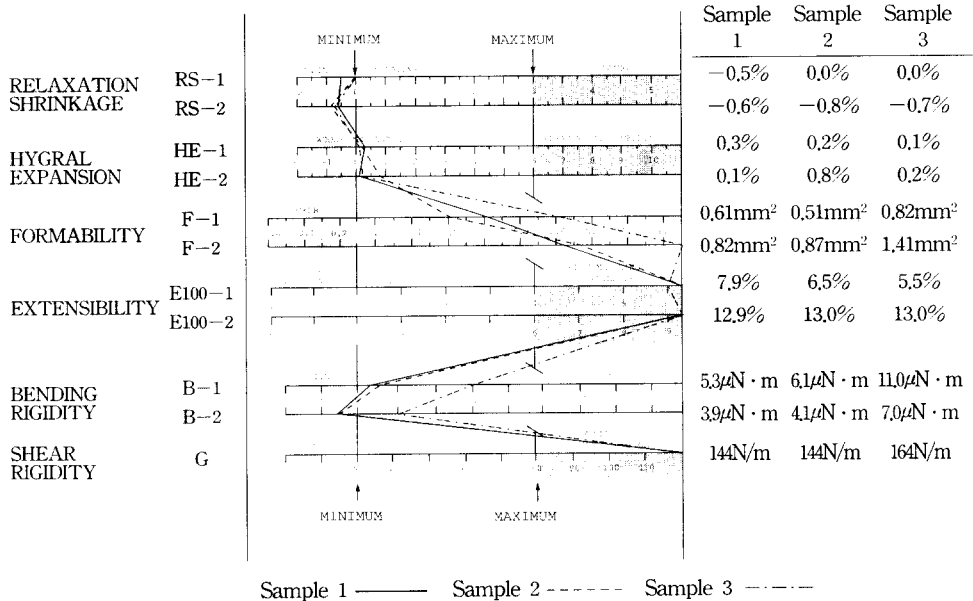


Fig. 9. Mechanical properties measured by FAST system on FAST control chart.

용된 폴리우레탄 코팅포는 대체로 완화 수축(RS)이 최소 값보다 작게 나타나 이완된 부분의 수축이 어려우며 퓨징(fusing)할 경우 퓨징된 부분에 버블링(bubbling)이나 층간분리(delamination)의 가능성을 보인다. 또한 신장성(E-100)이 최대 값보다 크므로 지지부가 없는 솔기의 봉제가 어렵고 경사 연단시 신장되기 쉬울 뿐 아니라 수축문제가 발생할 가능성이 있다. 전단강성(G)은 최대 값보다 아주 크므로 의복성형시 어려움이 있고 부드러운 3차원 형상을 만들기 어려운 특징을 가진다. 1, 2번 시료의 경우 위사방향의 굽힘강성이 최소 값보다 작아 재단과 봉제가 어렵고 천의 자동봉제가 어려울 가능성을 갖는 것으로 나타났다.

#### IV. 결 론

폴리우레탄 코팅포의 봉합강도, 봉합신도, 봉합효율을 시료별, 봉사별로 봉목길이에 따라 살펴보고, FAST System을 이용하여 전반적인 봉제성능을 살펴 본 결과는 다음과 같다.

첫째, 봉합강도는 봉목길이가 커짐에 따라 감소하

였으며 봉목길이가 봉사의 종류보다 봉합강도에 더 큰 영향을 미쳤다. 그리고 봉합강도는 동일한 봉목 길이에서 봉사의 루프강도에 영향을 받았다. 또한 폴리우레탄 코팅포의 봉합강도는 코팅형태보다는 이면포에 영향받았다.

둘째, 봉합신도 역시 봉목길이가 증가함에 따라 감소하였으며 봉사보다는 봉목길이에 더 큰 영향을 받았다. 폴리우레탄 코팅포의 봉합신도도 이면포의 종류에 큰 영향을 받았으며, 시료의 인장신도가 봉합신도에 영향을 미치는 것을 알 수 있었다.

셋째, 폴리우레탄 코팅포의 봉합효율도 봉목길이가 증가할수록 감소하여 봉목길이에 크게 영향받으며 봉합강도와 큰 상관이 있는 것으로 나타났다. 또한 봉합효율도 코팅형태보다는 이면포에 영향을 받았다. 폴리우레탄 코팅포의 적당한 봉합효율은 솔기의 파괴양식을 살펴 본 결과 직물과 봉사가 동시에 절단되는 양상을 나타내는 50%~65%인 것으로 나타났다. 그러므로 봉합효율이 큰 PPC thick 봉사보다 적당한 봉합효율을 갖는 PS thin이나 PPC thin 이 적당한 봉사임을 알 수 있었고, 봉목길이도 3mm 가 적당한 것으로 나타났다.

넛재, FAST system으로 축정된 폴리우레탄 코팅 또는 대체로 완화 수축이 최소치보다 작게 나타나 이완된 부분의 수축이 어려워 퓨징(fusing)할 경우 버블링(bubbling)이나 층간분리(delamination)의 가능성을 보인다. 또한 신장성이 최대치보다 크므로 지지부가 없는 솔기의 봉제가 어렵고 경사 연단시 신장되기 쉬울 뿐 아니라 수축문제가 발생할 가능성이 있고, 전단강성이 아주 크므로 부드러운 3차원 형상을 만들기 어려운 특징을 나타냈다.

### 참 고 문 헌

1. 김승진, 오애경, 박정환, 직물역학특성과 의류봉제성능—KES—F System과 FAST System의 응용방향, 한국섬유공학회지, 기술해설, 29(8), 7—28, 1992.
2. 김정진·장정대, 봉제속도에 따른 봉합강도에 관한 연구, 한국의류학회지, 23(7), 998—1006, 1999.
3. 이명희·최석철, 의복패턴상에서 직물의 각도변화에 따른 봉합강도, 한국의류학회지, 21(4), 710—717, 1997.
4. 石原ミキ, ミシン縫い目の強さに關する研究(第5報)—縫い目に對して直角に引張つた場合の縫い目の強さの限界と布地の特性について, 家政學雜誌, 26(4), 282—286, 1975.
5. 島崎恒藏, 縫い目の強さに關する研究, 織消誌, 20(8), 1979.
6. R. Parker and W. J. Blackwood, Extension Properties of seams in knitted fabrics, *Clothing Res. J.*, 9(2), 62—96, 1981.
7. 김진의·차옥선, 봉제용 심방사와 일반 방적봉사와의 가봉성 비교연구, 한국의류학회지, 9(2), 1—11, 1985
8. CSIRO, FAST System, Australia, 1988.
9. 한국생산기술연구원 섬유기술연구팀, 봉제공정의 품질관리, 한국생산기술연구원, 2000.
10. 한국섬유산업연합회, '99년도 생활산업기술력향상사업' 중 “의류업계의 공동 애로기술지원” 사업 완료 보고서(투습방수포의 봉제성 향상기술 사업 보고서), 산업자원부, 1999.
11. 장지혜, 特殊織物の縫製에 關한 研究—Urethane Foam의 可縫性, 대한가정학회지, 11(1), 26—43, 1973.
12. 이춘계, Leather의 가봉성 연구, 대한가정학회지, 11(4), 363—373, 1973.
13. 박신용·공석봉, 봉제과학, 교문사, 1992
14. 김은애 외 3인, 의류소재의 이해와 평가, 교문사, 1997.