

〈研究論文(學術)〉

ITY 제조공정조건이 신타섬용 복합사의 물성에 미치는 영향(I)

이상정* · 김승진 · 한원희* · 노태철*

영남대학교 공과대학 섬유패션학부

*섬유기능대학 섬유생산과

(2000년 2월 18일 접수)

Effect of Processing Conditions of ITY on the Physical Properties of Compound Yarn for New Synthetic Fabrics(I)

Sang Jeong Lee*, Seung Jin Kim, Won Hee Han*, and Tae Chul Noh*

School of Textile & Fashion, Yeungnam University, Kyongsan, Korea

**Dept. of Textile Products, Textile Polytechnic College, Taegu, Korea*

(Received February 18, 2000)

Abstract—Interlace textured yarn was developed in order to increase weaving process efficiency. Today, interlace texturing is very useful method of manufacturing the high added value compound yarns for new synthetic fabrics. In this research, new silky type high added value compound yarns were manufactured by interlace texturing technology and tested their properties.

The object of this research is to investigate the relationship between interlace textured yarn properties and processing parameters that is air pressure, yarn tension and take-up speed. The original filament yarns used were TTD(Thick & Thin Semi-Dull) 110d/72f and SCD(Semi-Dull Cation Dyeable) 75d/36f. 27 specimens were manufactured and tested for their physical properties—nip density, tensile properties, multi-step shrinkage test and surface structure by SEM. The air pressure was main process condition to change properties of interlace textured yarns. And interlace textured process had influence on weaving preparation process, weaving, knitting and so on. It has some influence on shrinkage properties of dyeing and finishing processes.

1. 서 론

필라멘트사에 고압공기를 가하여 가공하는 방법으로는 에어젯트 텍스처링과 인터레이스(interlace) 가공이 일반적으로 알려져 있다. 에어젯트 텍스처링과 인터레이스는 노즐과 공기압의 사용 범위에서 차이가 난다¹⁾. 이중에서 인터레이스가공 기술은 연사나 가호공정을 생략하기 위해 개발된 기술

로 제직성 향상에 그 목적이 있었다²⁾. 즉, 필라멘트에 일시적 집속성을 부여하여 권사, 해사(unwinding), 편성, 제직준비, 제직 공정 등의 효율성을 증대 시켜 원가를 절감시키며, 가연(false twist) 가공에서는 히터에서의 열전달과 가연(twisting)부의 효율성을 증대시키는 것으로 알려져 있다³⁾. 특히, 최근에 극세사의 등장과 함께 특수 소재 필라멘트의 생산이 본격화됨으로써 이들

새로운 제직 소재에 대한 에어젯트 텍스처링 기술⁴⁵⁾과 인터레이스 기술의 응용이 넓어지고 있다. 또한 성질이 다른 두가지 이상의 섬유를 복합하여 만든 복합사를 이용한 신태섬 직물의 제직에도 이용되고 있다⁶⁾. 그러나, 현재까지 인터레이스에 관한 연구는 매우 저조한 실정인데, 주로 인터레이스 가공의 메카니즘⁷⁾과 가공사의 물성을 평가하는 방법, 노즐의 종류에 따른 가공사의 물성 변화, 공급사의 모노 필라멘트수와 역학적 성질이 가공사의 물성에 미치는 영향^{8~11)} 등이다. 인터레이스 가공사의 물성에 미치는 공정인자로는 노즐의 종류, 공기압, 권취속도, 사장력이 있으며 공급사의 인자로는 필라멘트 선밀도, 모노필라멘트 갯수, 모노필라멘트 선밀도, 필라멘트 단면모양, 사의 원료, 사 표면 특성 등³⁾이다. 인터레이스 가공사의 물성중 가장 쉽고 간단하게 가공 효과를 평가할 수 있는 것은 nip density이며, nip density에 미치는 공정인자에 관한 기존의 연구^{12~18)}를 살펴보면 다음과 같다. 인터레이스 공정의 작업 가능한 공기압은 0.5~5kg/cm²이며 공기압이 증가할수록 nip density는 증가하다가 감소하는 경향을 보인다. 대체로 레귤러사인 경우 3~4kg/cm²에서 최고를 보이는데, 공기압이 증가할수록 노즐내의 난류가 심해지므로 모노필라멘트의 회전이 증가하여 nip이 증가하지만, 더 이상 공기압이 증가할 경우 nip density가 포화되어 오히려 인터레이스를 저하시키기 때문으로 보고 되고 있다. 사속은 대체로 0~4,500m/min.의 범위에서 가공이 가능한 것으로 알려져 있는데, Sparkes 등^{12,13)}은 800m/min. 이상의 속도에서 사속이 증가할수록 nip density는 감소한다고 보고하고 있다. 그러나, Weinsdorfer¹⁴⁾는 1,500m/min. 이상의 속도일 경우 사속이 증가할수록 nip density는 증가한다고 보고하고 있다. 이렇게 두 연구자의 보고가 상반되는 것은 속도의 범위가 서로 다르며, 노즐의 형태나 공급사의 종류가 다르기 때문이다. Iemoto 등^{15~18)}은 장력이 증가할수록 nip density는 증가하다가 감소한다고 보고하고 있다. 장력은 노즐내에서 실의 운동 형태를 변화시키는데 낮은 장력 하에서는 노즐내에서 실의 회전운동이 부족하여 nip이 많이 생성되지 않았으며, 어느정도 장력이 증가하면 교락이 생기기 적당한 장력이 되었다가 장력이 더욱 증가

하면 교락 형성이 곤란해진다고 보고하고 있다. 이상과 같이 인터레이스 가공은 노즐, 공급사의 종류, 공정조건 등에 따라 다른 물성변화를 보인다. 더욱이 이들 연구는 레귤러사를 이용한 것으로 최근에 많이 제조되는 신태섬용 특수사(이형단면사, 복합사, 극세사 등)의 인터레이스 가공에 관한 연구는 거의 발표된 바가 없다. 현재 업계에서도 신태섬용 복합사에 대해 인터레이스 기술을 사용하고 있지만 과학적인 자료를 토대로 공정관리를 하지 못하고 단순히 작업자의 경험에 의해 제품을 생산하고 있는 실정으로 새로운 제품의 개발은 물론이고, 생산공정의 개선도 이루어지지 못하고 있다. 또한 생산된 가공사가 후공정(제직준비, 제직, 염색, 가공, 봉제 등)에서 어떤 물성의 변화가 발생하는지에 관한 것도 거의 고려되지 않고 있는 실정이다. 따라서 본 연구에서는 신태섬용 복합사를 제조하는데 있어서 인터레이스 공정인자가 미치는 영향, 그리고 가공사가 후공정을 거치는 동안 원단상에서 어떤 수축거동을 보이는지 고찰하여, 인터레이스 공정인자 변화에 따른 고부가가치 의류용 직물의 물성을 실험된 복합사의 물성을 분석함으로써 새로운 소재의 복합사 개발의 기초 자료를 제공하고자 한다.

2. 실험

2.1 시료제조

본 연구에 사용된 원사는 신태섬용으로 사용되는 S사의 TTD(Thick and Thin Semi-Dull) 110d/72f와 SDC(Semi-Dull Cation Dyeable) 75d/36f를 사용하였고, 노즐 직경 1.4mm의 H사 인터레이스기를 사용하여 시료를 제조하였다. 원사의 특성상 제조된 복합사는 two-tone효과를 나타내는 new silky종의 신태섬직물 제조에 사용할 수 있다. 가공사 제조공정 조건으로는 H社제 가연기에서 현장기술자와 토의를 거쳐 복합사의 물성에 가장 영향을 많이 주는 3가지 인자를 선택하였다. 공기압력을 1, 2, 3 Kg/cm², 권취속도를 350, 400, 450 m/min., 가공 장력을 3, 4, 7g으로 각각 설정하여 총 27개의 시료를 제조하였다.

2.2 물성 시험

공정조건의 변화에 따라 제조된 신태섬용 복합

사의 물성을 알기위해 다음의 실험을 하였다. Testomeric MICRO 350을 사용하여 시료길이 100mm, test speed 100m/min.로 시료당 10회 인장시험을 실시하여 절단강도, 절단신도, 그리고 초기 탄성률의 평균값을 각각 구하여 제직준비, 제직, 편직과정중에 가공사가 장력에 의해 구조의 변화가 어떻게 일어나는지를 예측하였다. 또한 가공사는 공정에서 건·습열처리를 반복해서 받으므로 가공사의 단순 비수축률과 건열수축률은 큰 의미가 없으며, 단지 참고자료로 활용할 수 있을 뿐이다¹⁹⁾. 따라서 본 연구에서는 가공사의 제직준비 및 염·가공 공정에서의 수축특성을 알기 위해 이들 공정을 시뮬레이션한 다단수축률을 시료당 3회 각각 측정하여 평균을 구하였다. Table 1은 다단수축을 시험방법을 나타내었다. 복합사의 구조 변화는 전자현미경(SEM)을 이용하여 평가하였다. Nip density는 visual nip counting method를 이용하여 가공사 1m당 인터레이스 수를 3회 측정하여 평균을 구하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 공정조건에 따른 구조변화

Fig. 1은 공정조건의 변화에 따른 가공사의 구조 변화를 보이고 있다. Fig.1의 (a)에서 공기압이 증

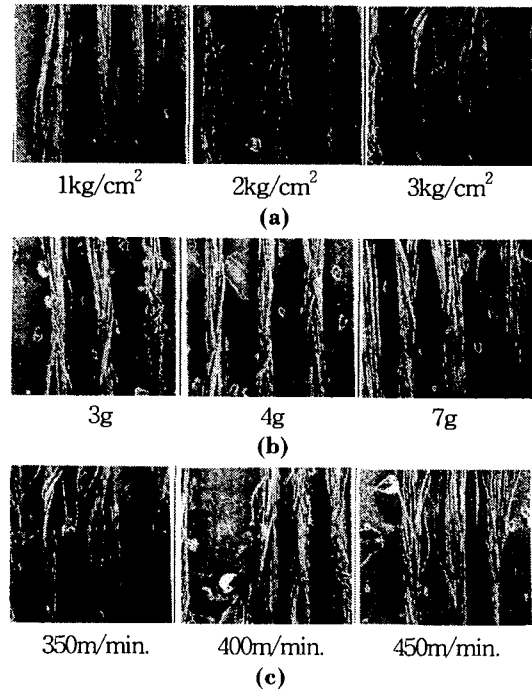


Fig. 1. SEM photographs of interlaced textured yarn with different process conditions($\times 30$).

- (a) yarn speed : 350m/min., tension : 4g
- (b) air pressure : 2kg/cm², yarn speed : 450m/min.
- (c) air pressure : 3kg/cm², tension : 4g

Table 1. Experimental method of double shrinkage test

Item	Treating condition	Shrinkage(%)	Simulation Process
Constant-tension dry-heat treatment	130°C for 2min. under the 0.1g/d initial load in the heat chamber, and measure the specimen length(a)	$\frac{\{\text{original specimen length}-a\}}{\text{original specimen length}} \times 100$	sizing
Wet-heat treatment	20min. under no load in the 10 0°C water bath and then release for 24 hour, and measure the specimen length under 0.1g/d initial load(b)	$\{(a-b)/a\} \times 100$	scouring
Dry-heat treatment	180°C for 2min. under no load in the dry-heat chamber, and measure the specimen length under 0.1g/d initial load(c)	$\{(b-c)/b\} \times 100$	setting
Total Shrinkage(%)		$\{(a-c)/c\} \times 100$	

가함에 따라 필라멘트는 강한 와류를 받아서 벌키 해지고 인터레이스가 많아짐을 알 수 있다. (b)에서 장력이 증가함에 따라 인터레이스의 정도가 약해짐을 알 수 있는데, 이는 장력이 클수록 노즐내에서 필라멘트의 움직임이 자유롭지 못하므로 필라멘트는 공기 와류에 의해 벌키하게 되더라도 인터레이스를 형성하기는 어려운 것으로 생각된다. 권취속도(c)의 증가는 인터레이스를 감소시킴을 알 수 있는데, 속도가 증가할수록 노즐내에서 필라멘트가 공기와류를 받는 시간이 짧아지므로 인터레이스가 감소하여 모노필라멘트의 교락 정도가 급속히 감소하는 경향을 보인다고 생각된다.

3.2 공정조건에 따른 nip density의 변화

Fig. 2(a)(b)(c)는 공정조건의 변화에 따른 nip density의 변화를 보인다. (a)에서는 공기 압력이 증가할수록 density는 증가하다가 감소하는 경향을 보인다. 2kg/cm²에서 nip이 많이 생성되지만 공기압이 3kg/cm²으로 증가하면 오히려 감소하는데, 노즐내의 공기흐름이 강해서 생성된 nip을 다시 흐트러 버리기 때문인 것으로 생각된다. 단지 장력이 7g으로 높은 경우는 공기압 증가와 함께 nip density도 증가하는 경향을 보인다. 이것은 장력이 아주 높은 경우는 어떤 공기압하에서는 nip density가 증가한다는 것을 보여주는 것으로 어느 정도 높은 장력은 강한 공기 와류에서도 nip의 흐트러짐을 방지해 주기 때문인 것으로 생각된다. (b)에서 필라멘트사에 대한 장력이 증가할수록 공기압과 장력에 관계없이 density는 감소하는데 장

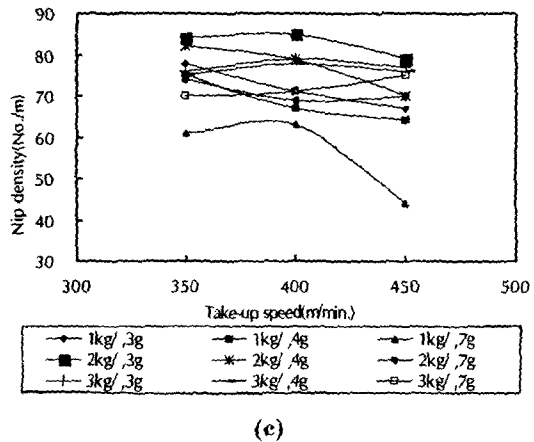
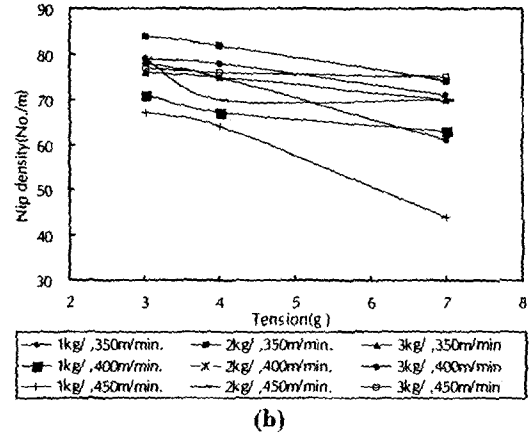
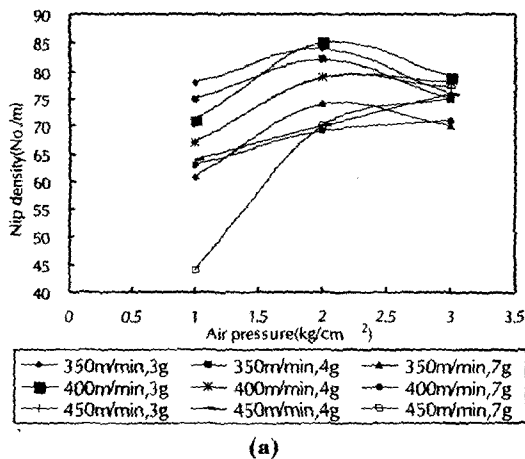


Fig. 2. Effect of process parameters on nip density.

력이 클수록 노즐내에서 필라멘트사가 자유롭게 움직일 수 없으므로 nip이 생성되기 어려울 것으로 생각된다. (c)에서 권취속도의 증가는 density에 미소한 영향을 주면서 약간 감소하는 영향을 준다. 속도가 빠를수록 필라멘트가 노즐내에 머무는 시간이 짧아져 인터레이스 되는 기회가 감소하기 때문이다. 그러나 여기서도 공기압이 3kg/cm²로 높은 경우는 사속이 증가할수록 nip density는 약간 증가하는 경향을 보이는데, 이는 노즐내의 공기와류가 강해지면 사속의 영향보다는 공기압의 영향이 더 많아지기 때문인 것으로 생각된다.

3.3 공정조건에 따른 초기탄성률의 변화

Fig. 3은 가공공정조건에 따른 복합사의 초기탄

성률을 보인 것이다. Fig. 3에서 가공전 원사 (TTD+SDC)의 탄성률은 39.9g/d인데 비해 가공사의 값은 모두 원사 보다는 낮은 값을 보이고 있다. 이것은 가공에 의해 모노 필라멘트가 홀트러지면서 nip을 형성하며 벌키하게 되어 탄성률이 줄었기 때문이다. 즉, 탄성률이 감소할수록 가공은 많이 된 것이다. Fig. 3(a)에서 공기압의 증가는 탄성률에 경우에 따라 두가지 종류의 영향을 미친다. 비교적 권취속도가 450m/min.으로 빠르고(+, ■, □) 장력이 7g으로 높은 경우(▲, ●, □)는 공기압이 증가함에 따라 증가하는 경향을 보이는데, 이러한 현상은 속도가 450m/min.으로 빠르거나(+, ■, □) 장력이 7g으로 높은 경우(▲, ●, □) 가공의 효과가 떨어져 nip의 생성이 감소하므로 탄성률도 증가하는 것으로 생각된다. 반면에 속도와 장력이 낮은 경우에는 가공이 왕성하게 이루어져

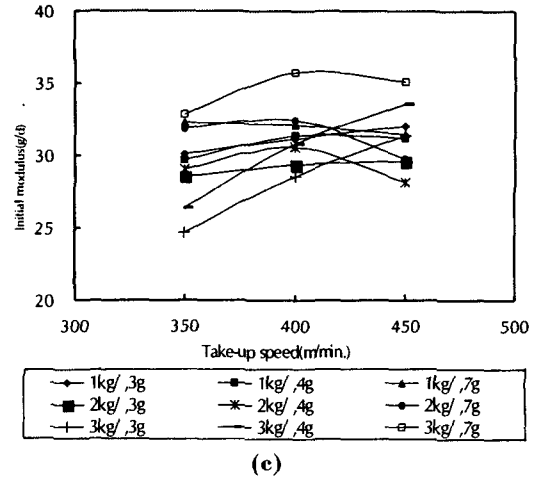
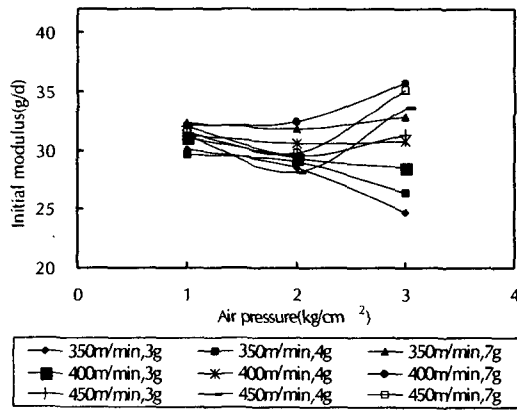
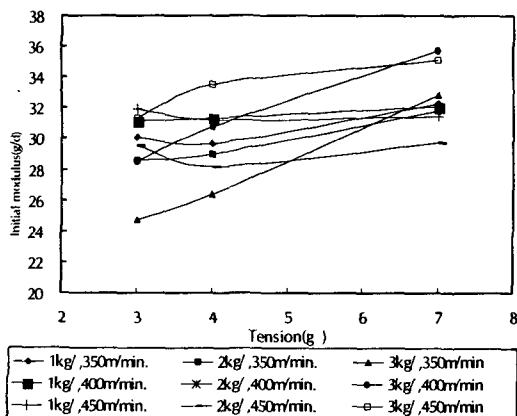


Fig. 3. Effect of process parameters on initial modulus.

탄성률은 점점 감소하는 경향을 나타냈다. Fig. 3(b)에서 장력이 증가할수록 탄성률은 증가하는 경향을 보인다. 장력이 높을수록 노즐내의 필라멘트의 움직임이 적으므로 가공효과가 감소했기 때문이다. (c)에서의 권취속도도 장력과 같은 거동을 보이는데 nip density에서와 같은 이유인 것으로 생각된다. 그러나, 공기압이 2kg/cm²의 경우는 사속 증가에 따라 초기탄성률이 증가하다가 사속 450m/min.으로 너무 커지면 오히려 초기탄성률이 감소하는 경향을 보인다.



(a)



(b)

3.4 공정조건에 따른 절단 강도의 변화

Fig. 4는 공정조건에 따른 강도의 변화를 보인다. 가공전 원사의 강도가 약 2g/d로 대부분의 가공사는 원사에 비해 강도가 증가하는 경향을 보인다. 이것은 인터레이스 가공에 의해 필라멘트가 교락되어 모노 필라멘트간에 마찰력이 증가했기 때문으로 생각된다. Lee 등²⁰⁾에 의하면 일반 레귤러사인 경우 공기압 증가에 따라 강도는 감소한다고 보고하였지만, 본 연구에서는 그림에서 보는바와 같이 공정조건에 따라 강도는 여러 가지 경향을 보이는데, 이것은 TTD 원사 특성에 기인한다. TTD는 Thick부분과 Thin 부분으로 나누어져 있는데 이러한 원사특성 때문에 측정시 마다 강도가 달라지고 초기거동도 일반 폴리에스테르와는 많이

다르다. 따라서 인장강도는 원사보다는 높지만 공정조건에 따라 일정한 경향성을 보이지는 않았다.

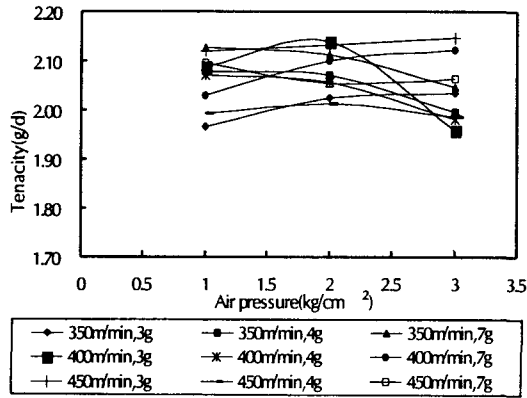


Fig. 4. Effect of air pressure on tenacity.

3.5 공정조건에 따른 절단 신도의 변화

Fig. 5는 공기압 변화에 따른 가공사의 절단신도의 변화를 보인다. Fig. 5에서 가공사의 신도는 원사의 신도(38%)보다 대체로 높은 값을 가진다. 가공사는 공기압에 의해 nip이 형성되면서 모노 필라멘트가 흩어지는데 인장에 의해 흩어진 필라멘트가 퍼지므로 신도는 증가한다. Fig. 5에 공기압에 따른 신도의 변화를 보이고 있으나 장력과 권취속도에 따른 가공사의 절단신도는 일정한 변화를 보이지 않고 있다.

일반 레굴러사인 경우 공기압이 증가함에 따라 신도는 감소하는 것으로 보고²⁰⁾ 되고 있으나, 신탄섬용 복합사의 경우에는 증가하다가 감소하는 경향을 나타내었으며 공기압이 2kg/cm²일 때 신도가 가장 높은 값을 보인다. Fig. 2(a)에서 보였듯이 2kg/cm²에서는 nip density가 가장 높은 경우이다. 즉, nip이 많이 생성되므로 인장력에 의해 nip이 풀려지므로 신도가 증가한다. 그러나, 공기압이 3kg/cm²으로 증가하게 되면 신도는 오히려 감소하는데, 공기압이 너무 강한 경우 노즐내에서 난류가 심해지므로 형성된 nip이 다시 풀려지기 때문인 것으로 생각된다. 그러나 사속이 빠르면서 장력이 큰 경우(□)와 사속이 빠르면서 장력이 낮은 경우(△)는 공기압 증가에 따라 사의 절단신도는 감소하는 경향을 나타낸다.

3.6 공정조건에 따른 다단수축률의 변화

후공정을 시뮬레이션한 다단수축 특성을 Fig. 6에 보인다. 일반 DTY사인 경우 다단수축은 공정조건에 따라 10%정도의 차이를 보이지만²¹⁾ TTD 원사를 사용한 본 연구에서는 sizing, scouring, setting공정 시뮬레이션에서 가공 공정조건에 따른 복합사의 수축률이 최대 2%정도의 차이를 보이고 있다. 따라서, 인터레이스 공정조건은 가공사의 물리적 성질에 영향을 주어 제직준비와 제직공정중에 물성을 변화시키지만, 가공공정의 수축에는 초기탄성률과 절단강도 만큼 큰 영향을 주지 않음을 알 수 있다.

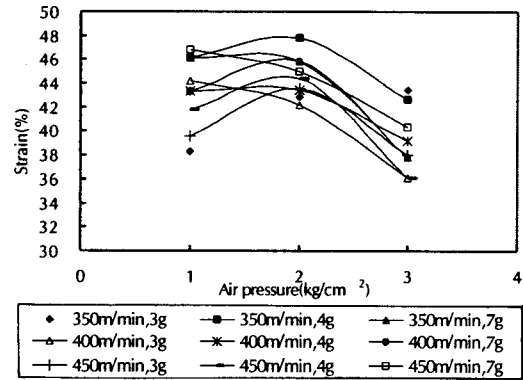


Fig. 5. Effect of air pressure on strain.

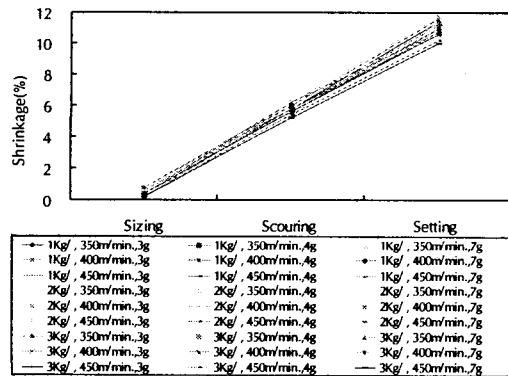


Fig. 6. Multi-step shrinkage of sizing, scouring and setting processes.

4. 결론

직물과 편물로 사용되는 신탄섬용 복합사(TTD

+SDC)를 제조하는데 있어서 인터레이스 공정인 자가 가공사의 물성에 미치는 영향을 고찰한 결과 인터레이스사의 물성 전반에 걸쳐 공정조건중 공기압의 영향이 가장 컸으며, 장력과 권취속도는 물성 변화에 일정한 영향을 주지 않았다. 특히 인장특성은 TTD원사의 특성에 의해 공기압 이외의 다른 인자는 큰 영향을 주지 못했다. 또한, 인터레이스 가공은 복합사가 제직준비와 제직공정에서 받는 장력이나 열 등에 의한 물성변화에 영향을 주지만, 염·가공 공정의 수축특성에는 최대 2% 정도의 열수축차를 유발하는 것을 확인하였다.

감사의 글

본 연구는 RRC(과제명: 의류용 천연/PET 복합사 및 직물개발을 위한 최적생산조건 연구)의 연구 결과의 일부로써 관계기관에 감사의 뜻을 전한다.

참고문헌

1. 김승진, 한원희, *한국섬유공학회지*, **30**, 781 (1993).
2. A. Demir, "Proceeding of Fibre-Technological Solutions for Textile Problems", Textile Institute Fibre Science Group Conference, The Textile Institute, UK (1989).
3. A. Demir and M. Behery, "Synthetic Filament Yarn Texturing Technology", Prentice-Hall Inc., P.307(1997).
4. 김승진, 한원희, 이중호, 이민수, 김석근, *한국섬유공학회지*, **32**, 679(1995).
5. 김승진, 한원희, 이중호, 이민수, 이희준, *한국섬유공학회지*, **33**, 42(1996).
6. 김승진, "합섬직물 제직용 원사의 개발동향", 한국섬유개발연구원(1996).
7. A. Demir, *Textile Asia*, **24**(5), 77(1993).
8. Y. Iemoto et al., *J. Text. Mac. Soc. Japan*, **46**, T107(1993).
9. Y. Iemoto et al., *J. Text. Mac. Soc. Japan*, **42**, T114(1989).
10. S. Chono et al., *J. Text. Mac. Soc. Japan*, **40**, T33(1987).
11. H. Weinsdorfer et al., *Melliand Textilber.*, **74**, 111(1993).
12. A. R. Sparkes, "Intermingling/Co-mingling Jets", Internal Research Report, Rieter-Scragg Ltd., Langley, Macclesfield, 1980.
13. J. Lunenschloss and J. P. Zilg, *Chemiefasern/Textilindustrie*, **30/82**, 809, E91(1980).
14. H. Weinsdorfer, *Chemiefasern/Textilindustrie*, **31/83**, 198, E21(1981).
15. Y. Iemoto et al., *J. Text. Mac. Soc. Japan*, **39**, T107(1986).
16. Y. Iemoto et al., *J. Text. Mach. Soc. Japan*, **39**, T115(1986).
17. S. Chono et al., *J. Text. Mach. Soc. Japan*, **41**, T89(1988).
18. Y. Iemoto et al., *J. Text. Mach. Soc. Japan*, **41**, T30(1988).
19. 김승진, "폴리에스테르 원사물성 Data 집 - 사의 물성과 공정조건-", 영남대학교 지역협력 연구센터, P.15(1997).
20. C. G. Lee and J. H. Park, *한국섬유공학회지*, **33**, 366(1996).
21. 전계현, "Pin 과 Belt type 가연 System으로 제조된 DTY의 물성에 관한 연구", 석사학위 논문, 영남대학교, 1999.