PET 직물의 경사줄 발생 대책(III)

김연숙, 김승진, 홍성대, 서봉기, 김재우*

*영남대학교 섬유패션학부, *(주)코오롱*

1. 서 론

직물생산시 사의 불량, 현장생산조건, 장력, 기계 고장 발생유무 등에 따라 여러 가지 심각한 사고가 발생 가능하다. 이러한 사고 중 직물상태에서 나타나는 결점 중 하나인 경사줄은 생지상태에서는 발견이 어렵고, 염색·가공공정을 거친 후 완제품 상태에서 발견이 가능하므로 대량사고의 원인이 된다. 불량 원인은 한가지 요인에 의해서가 아니라 여러 가지 요인이 중복되어 상승효과를 받아 나타나며 어러한 불량 원인을 확실히 규명하지 못해 사고가 되풀이되는 경우가 많다.[1] 최근 다양한 직물을 선호하는 소비자들의 욕구를 충족시키기 위하여 원사 자체가 점점 다양화되어 가는 추세로 고급화, 차별화 및 특수화에 대한 욕구가 점차 높아지고 있다. 연사는 이러한 점에서 그 중요성이 아주 높아지고 있다.

따라서 본 연구에서는 현재 생산되고 있는 섬유제품 중 가장 많은 비중을 차지하고 있는 PET직물에서의 경사줄 발생 원인을 data화하기 위해 ITY 공정과 Pirn Winder 공정을 거친 7가지 시료를 연사공정에서의 RPM과 열처리 조건을 변화시켜 63가지의 시료를 제조하여 경사줄이 발생 가능한 원인을 규명해 보는 것을 목적으로 한다.

2. 실 험

2.1. 시 료

본 연구에 사용된 원사는 K사의 POY 120d/72f와 SDY 75d/36f를 이용하여 Table 1의 조건으로 ITY, Pirn Winder 공정을 거친 7가지 시료를 가지고 Table 2와 같이 63개의 시료를 제조하였다.

Table 1. Processing conditions

선정시료							공정조건		
ITY				Pirn Winder			2-for-1		
Lot No.	Nozzle	Air Pressure	Washer	Lot No.	권량	장력	Setting Temp. (℃)/ Time(분)	RPM	TPM
3	1.4	1.5	4	3	850	30	70/70	7000	1200 (constant)
5	1.4	2.3	2	16	850	18			
				11	850	24	80/60	9000	
				12	850	30			
6	1.4	2.3	4	24	850	30			
11	1.6	1.5	2	32	850	24	90/50	12000	
16	1.6	3.0	0	43	850	18			

Table 2. Specimens

ITY	P/W	2-for-1 Lot No.	℃/Min	RPM	ITY	P/w	2-for-1 Lot No.	℃/Min	RPM	ITY	P/W	2-for-1 Lot No.	℃/Min	RPM
3	3	1	70/70	7000	5	11	22	80/60	7000	6	24	43	90/50	7000
		2		9000			23		9000			44		9000
		3		12000			24		12000			45		12000
		4	80/60	7000			25	90/50	7000	11	32	46	70/70	7000
		5		9000			26		9000			47		9000
		6		12000			27		12000			48		12000
		7	90/50	7000		12	28	70/70	7000			49	80/60	7000
		8		9000			29		9000			50		9000
		9		12000			30		12000			51		12000
5	16	10	70/70	7000			31	80/60	7000			52	90/50	7000
		11		9000			32		9000			53		9000
		12		12000			33		12000			54		12000
		13	80/60	7000			34	90/50	7000	16	43	55	70/70	7000
		14		9000			35		9000			56		9000
		15		12000			36		12000			57		12000
		16	90/50	7000	6	24	37	70/70	7000			58	80/60	7000
		17		9000			38		9000			59		9000
		18		12000			39		12000			60		12000
	11	19	70/70	7000			40	80/60	7000			61	90/50	7000
		20		9000			41		9000			62		9000
		21		12000			42		12000			63		12000

2.2 실험방법

2.2.1 섬도 측정: KS K 0416 필라멘트사의 섬도 측정 방법(타래법)에 의거

2.2.2 연수 측정: KS K 0417 단사의 꼬임수 측정 방법(해연가연법)에 의거

2.2.3 수축률 실험: 건·습열 수축률 측정

2.2.4 인장 특성 실험: Testrometic MICRO 350 이용하여 측정

3. 결과 및 고찰

3.1 연사 및 열처리 공정에서의 섬도변화

연사공정에서는 balloon 및 권취 장력, speed등이 사의 물성에 영향을 주게 되고, setting 공정에서는 열처리 온도와 시간에 의해 사의 물성이 변하게 된다.[2]

Fig. 1은 ITY와 P/W 공정을 거친 시료를 열처리온도/시간, 2-for-1에서 RPM에 따라 제조한 63개의 시료에 대한 섬도 변화를 도시화한 것으로 열처리 온도 변화에 따른 뚜렷한 경향은 보이지 않으나 7000RPM에서 12000RPM으로 5000RPM 증가함에 따라 번수가 약 10denier 정도 감소한다. 이러한 현상은 RPM이 높을수록 장력을 많이 받게되어 섬도가 낮게 나타나는 것으로 생각된다.

3.2 연사 및 열처리 공정에서의 연수 변화

Fig. 2는 연사 및 열처리후 각 Lot별로 사의 연수 변화를 도시화한 것이다. 열처리 온도

와 RPM에 따른 변화는 뚜렷한 경향은 보이지 않으나, ITY, P/W 공정을 거치며 최대장력을 받은 P/W Lot No. 24로 제조한 시료의 경우 TPM이 낮게 나타나는 것을 볼 수 있다. 일반적으로 꼬임이 많을수록 섬유 단사간 접착이 조밀하며, 난반사가 많이 일어나 색상이 연하게 보인다.[3] 따라서 이 현상은 연수 차이에 의한 색상차에 의해 경사줄 발생을 유발시킬 수 있는 것으로 측정된다.

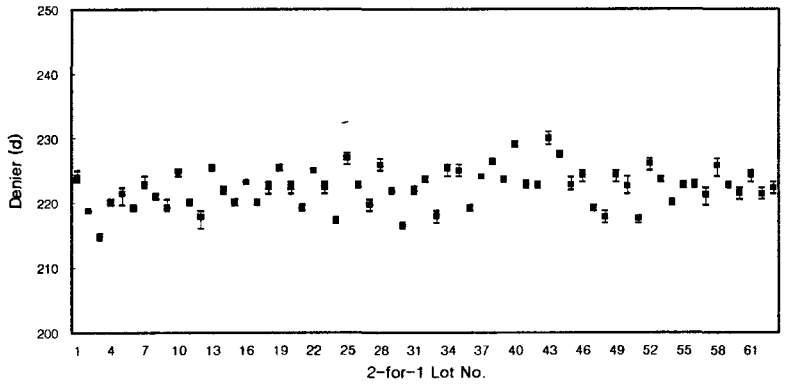

Fig. 1 The variation of yarn linear density

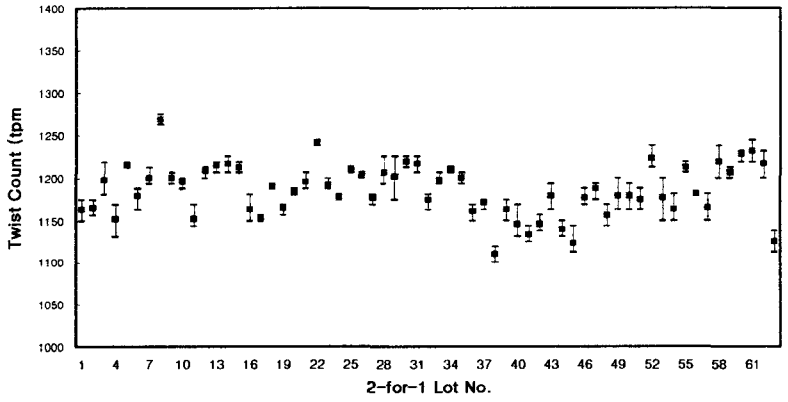

Fig. 2 The variation of twist count

3.3 연사 및 열처리 공정에서의 수축률 변화

Fig. 3은 습열 수축률 변화를 도시화한 것이다. RPM이 증가할수록 사의 수축률은 1.5% 이하로 증가하고, 열처리 온도가 70℃/70min에서 90℃/50min로 변화함에 따라 수축률이 약

3% 감소한다. 즉 열처리 온도가 높을수록 열고정이 잘되어 분자들이 더욱 안정된 상태에 있게 되므로 열을 받아도 수축을 많이 하지 않기 때문에 열수축률이 감소하게 된다.[4]

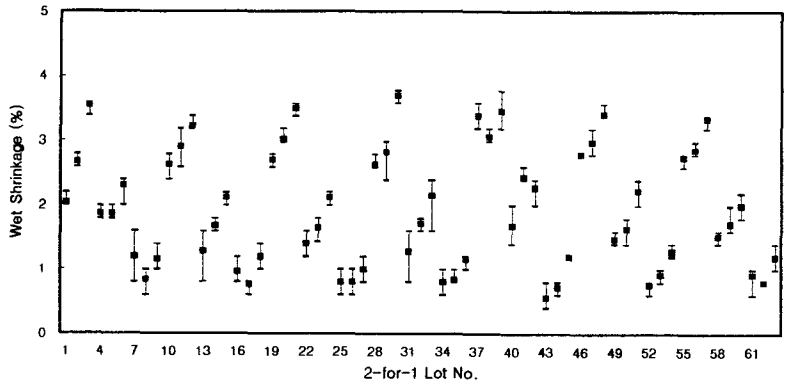

Fig 3. The variation of wet shrinkage

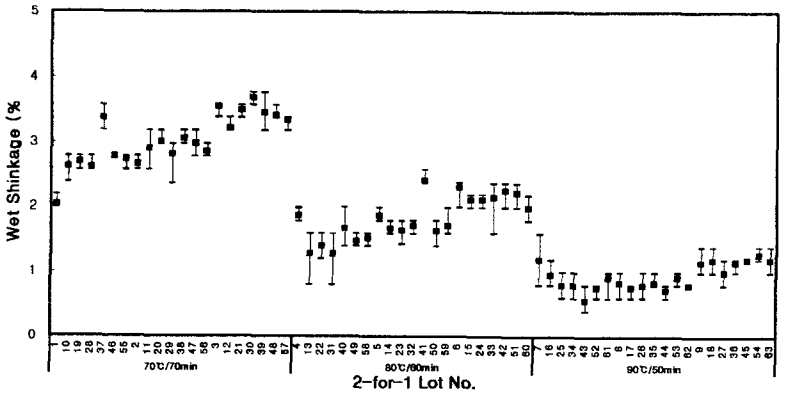

Fig 4. The variation of wet shrinkage according to heat setting condition

Fig. 4는 열처리 온도 변화에 따른 습열 수축률을 도시화한 것으로 90℃/50min에서 RPM의 변화에 따른 수축률의 변화가 가장 완만하게 나타난다.Fig. 5는 건열수축률 변화를 도시화한 것으로 습열수축률과 유사한 경향을 나타낸다. ITY, P/W 공정을 거친 사의 수축률이 약 60~70%를 나타났으나 연사 및 열처리 공정을 거친 사의 경우 습열 수축률은 3%이하, 건열 수축률은 8%이하의 수축을 나타낸다. 사는 연신, 역학적 이력 현상 등에 의해 질서 있게 배열되었던 비결정부가 열을 받음에 따라 그 배열이 흐트러져 무질서하게 됨으로서 수축을 일으키게 된다.[5]따라서 열수축은 비결정영역의 양과 비결정영역의 배향인자의 함수로서

설명되어진다. 이와 같이 생각할 때 장력편차, 온도차등으로 비결정부의 구조차이로 인해 초기탄성계수, 염색성 등에 영향을 미치므로 직물상태에서 불량의 원인이 될 것으로 생각된다.

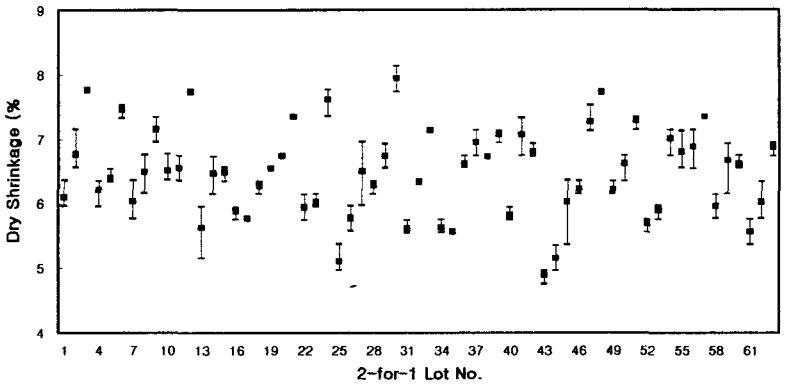

Fig 5. The variation of dry shrinkage

3.4 연사 및 열처리 공정에서의 인장 특성

초기탄성계수는 소변형(small deformation) 신장에 대한 섬유의 저항도[6]를 의미하며 꼬임이 주어진 사에서는 초기탄성계수가 낮음으로 소변형에 대해 쉽게 신장하며 사가 더 soft하게됨을 알 수 있다.

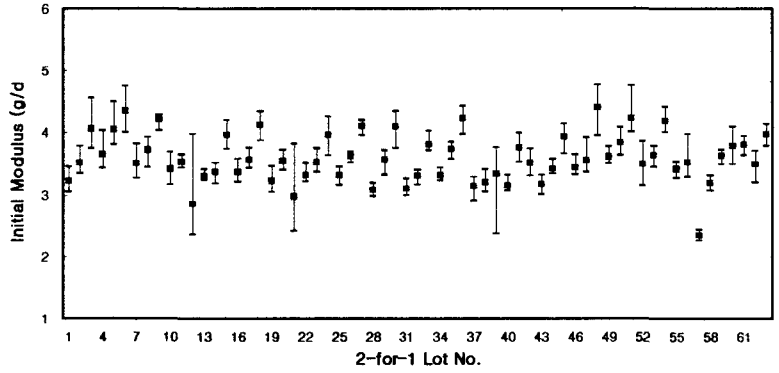

Fig 6. The variation of initial modulus

Fig. 6은 초기탄성계수 변화를 도시화한 것으로 RPM이 높을수록 초기탄성계수는 높은 값을 가진다. 앞에서 언급했듯이 RPM이 높은 사일수록 장력을 많이 받게 되어 초기탄성계수가 더 높은 값을 가지는 것으로 생각된다. 열처리온도에 따라 뚜렷한 변화는 없으나 12000RPM에서 70℃/70min로 열처리한 사의 경우 동일 Lot내의 초기탄성계수가 큰 변화를

가진다. ITY, P/W 각 공정 후의 초기탄성계수의 평균값이 3.54/d에서 3.0g/d로 감소하였으나, 연사 및 열처리 공정을 거친 후 3.6g/d로 다소 증가하였다.

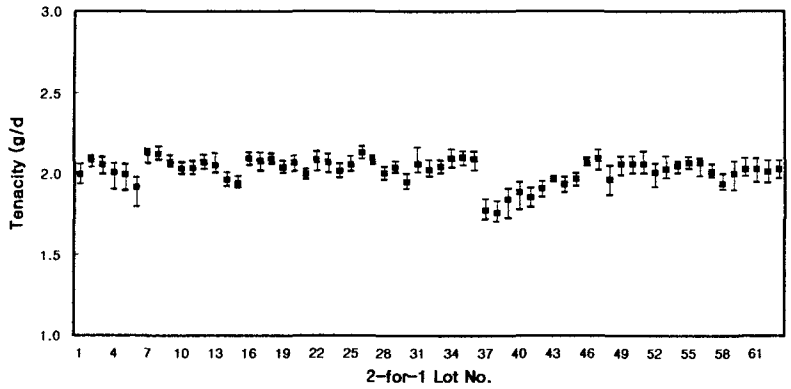

Fig 7. The variation of tenacity

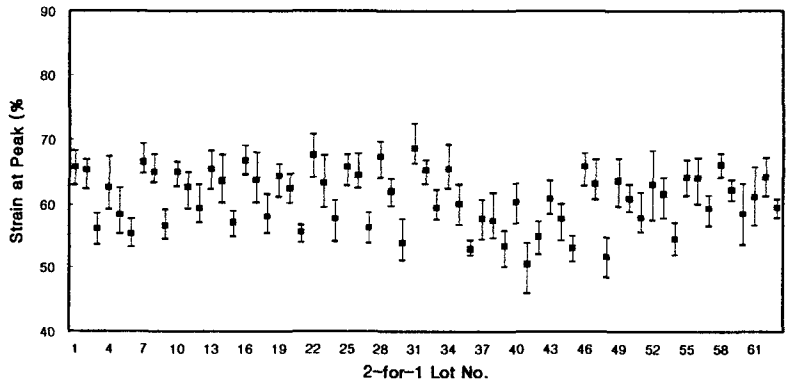

Fig 8. The variation of strain at peak

Fig. 7은 절단강도를 도시화한 것으로 열처리 온도와 RPM에 따라 뚜렷한 변화는 없으나, P/W Lot No. 24의 경우 ITY, P/W 공정을 거치면서 최대장력을 받은 상태이므로 절단강도가 낮게 나타남을 알 수 있다. Fig. 8은 절단신도를 도시화한 것으로 열처리 온도에 따라 큰 변화를 보이지 않으며, RPM이 증가할수록 동일 열처리 조건하에서 절단신도가 약 15% 감소한다. P/W Lot No. 24로 제조된 시료는 절단강도와 같이 절단신도도 낮은 값을 가진다. 절단신도가 큰 값을 가질 때는 신축성이 좋은 사이며 작은 값을 가지는 사는 신축성 나쁜 사로써 제직 효율이나 제품의 물성과 제직 흠에도 영향을 미칠 수 있다.

4. 결 론

연사 및 열고정(twist-setting) 공정에서의 RPM과 열처리 온도/시간 조건 변화에 의한 사물성 변화를 통하여 PET직물에서의 경사줄 발생 원인을 분석한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 연사 및 열처리 공정후 정경 Beam No. 8에서 제직한 시료 중 7000RPM의 동일 조건하에 70℃/70min과 90℃/50min으로 각각 열처리된 시료가 색차가 나타나는 것을 볼수 있다. 즉 온도 차이로 인해 후공정에서 수축률 차가 발생하여 염색·가공공정을 거친 후 색차 발생 등의 문제를 유발시킨다.

2. 생산량 증가를 위해서 7000RPM에서 12000RPM으로 증가시키면 장력을 더 받게되어 사의 번수는 10denier 정도 감소하고 사의 절단신도가 약 15%정도 감소한다.

3. 12000RPM에서 열처리 조건을 70℃/70min로 처리하였을 때 동일 Lot 내의 초기탄성률의 변화가 크게 나타난다. RPM을 증가시키고 열처리 조건을 강하게 변화시키지 않으면 사의 신축성의 변화가 크기 때문에 경사줄 발생원인이 된다.

4. ITY(Lot No. 3), P/W(Lot No. 24) 공정을 거치면서 최대 장력을 받은 시료로 제조한 Beam No. 5의 경우 초기탄성계수가 낮은 값을 가지며 사가 딱딱하게 되어 직물 제직 후 얇고 stiff하게 된다. 또한 절단강도와 절단신도도 현저히 낮은 값을 나타낸다. 즉 다른 시료에 비해 신축성이 떨어지며 후공정을 거치면서 장력을 받게 될 때 절사 등 제직 효율이나 제품의 물성차의 발생 및 제직 흠 등을 유발시킨다.

참고문헌

1. 김승진, 안철우, 안진원, 이대훈, *한국섬유공학회지*, **27**, 325(1990)
2. 이응곤, 김승진, 김태훈, *한국염색가공학회지*, Vol **12**, No 2, 11~17(2000)
3. 김승진, 제직준비 공정기술, RRC (2000)
4. 송민규, *한국섬유공학회지*, **34**, 412(1997)
5. W.E. Morton and J.W.S. Hearle, Physical Properties of Textile fibers, Textile Institute, 585(1993)
6. 장동호, 김상용, 섬유물리학, 문운당 (1995)

감사의 글 : 본 연구 결과는 RRC 연구과제 (과제명: 고감성 복합소재사 및 織·編物 개발) 결과의 일부로서 관계기관에 감사 드린다.