

편기의 세팅과 편성포의

사행도와의 관계

1. 서 언

편기의 기계 요소들과 세팅이 사행도에 영향을 준다는 것을 싱글 저지 편성포의 사행도에 대한 연구를 통하여 알 수 있다. 즉, 편성포의 권취 장력 (take-down tension)이 사행도에 매우 큰 영향을 준다는 것이다.

싱글 베드 원형 편기를 회전 부분의 관점에서 보면, 실린더 캠 방식(캠 박스)과 실린더 니들 하우징(실린더) 방식의 두 종류가 있다. 회전 방향은 시계 방향과 반시계 방향이다.

Kliment는 이들 편성 요소의 회전 방향은 편환(스티치)의 위치에 영향을 준다고 주장하였다. Buhler와 Haussler는 회전 방향이 튜블러 형태의 싱글 저지 편성포의 사행도에 미치는 영향을 측정하는 실험을 하였다. 꼬임이 없는 폴리에스터 모노 필라멘트사를 반시계 방향의 회전 실린더를 가진 편기로 편성하였고 여기에서 생산된 편성포의 편환이 실린더의 작동 방향을 따르는 경향이 발견되었다. 예를 들면, 각각의 편환이 오른쪽으로 기울어져 있었다. 이런 사행도는 특히 굵힘 강성이 큰 모노 필라멘트사에서 두드러지게 나타났다.

Araujo와 Smith는 이와 같이 사행도가 나타나는 것은 편환이 형성되는 과정에서 편환의 두 다리 사이에 장력이 불균형해진 결과라고 주장했다. 또한 Buhler 와 Haussler는 편성 방향과 반대 방향으로 편환이 기울어지는 현상은 급사 방향으로 주행하는 스티치 생크(stitch shank)가 편환끼리의 연결 과정에서 더 높은 장력을 받는다는 사실로 알 수 있다고 제시했다. 그러므로 실린

더가 시계 방향으로 회전하는 방식의 편기에서 Z 꼬임의 실을 가지고 작업하는 것이 사행도를 감소시키는데 더 유리한 것으로 보인다. 반면에, Hughes와 Bailey는 실린더가 반시계 방향으로 회전하는 편기에서 Z 꼬임의 실을 사용하는 것이 전체 사행도를 감소시킨다는 견해를 밝혔다. Davis와 Tompkins는 이들 인자가 미치는 영향은 무시할 만큼 적은 것으로 간주했다.

편기의 회전 방향에 따라 사행도가 받게 되는 효과는 원사가 사행 각도에 미치는 영향과 비교해볼 때 무시할 만큼 적다. 그러나, 편기의 회전 방향에 기인한 사행 효과가 미미할지라도 사행 각도의 감소 또는 증가에 약간 기여한다. 이와 같이 사행도와 관계있는 인자는 관련 결점들을 이해하는 데 반드시 고려해야 된다. 동일한 원사를 사용하고 동일하게 세팅된 편기들을 비교해 볼 때 편성 속도의 변동이 사행과 같은 편성포의 뒤틀림에 어떻게 영향을 주는지에 대하여 명확히 파악할 수는 없다. 예를 들어, 편성 속도는 실린더 또는 캠 박스의 회전 방향, 캠 세팅, 원사의 투입 장력과 윤활 작용등과 같은 여러 인자들과 서로 연관되어 있기 때문이다.

속도가 미치는 영향을 조사하기 위한 ITF의 실험의 경우 고속(280rpm)의 조건에서 생산된 편성포는 약간의 뒤틀림(4° 의 사행도)을 보였다. 보통의 속도(80rpm)에서는 사행도가 나타나지 않았다. 편기의 속도가 사행도에 어떤 영향을 미치는가는 그다지 크게 중요한 인자가 아니라는 결론이다.

Banerjee와 Akaiban, Henshaw와 Ghosh와 Banerjee는 편환 길이를 달리하면서 편기의 생산 속도와 사행도와의 관계를 조사하였을 때 아무런 상관 관계가 없다고 결론지었다. 더욱이 Hughes는 고속 운전 때문에 실린더가 진동하여 추가적으로 사행도를 유발하는 경우에는 편환이 어느 한쪽으로의 기울어지는 데 속도가 영향을 준다고 발표했다. Oinuma와 Takeda는 속도는 편환 길이에 반비례하는 추가 사행도에 영향을 주고 원사의 잔류 토크에 기인한 사행

도에는 영향을 주지 않는다고 주장했다. 이러한 추가 사행도의 변화는 편성 지점 이후에 편침에 작용하는 관성력으로 인하여 편침 방향이 변하는 “니들 플링(needle fling)” 현상에 기인한다.

캠 박스 방식에서 실린더의 회전 방향과 생산 속도는 싱글 저지 위편성포의 사행도에 영향을 주지 않는다는 점이 면 단사를 이용한 최근의 소규모 실험에서 밝혀졌다. 편성포에서 사행의 주요 원인은 원사의 잔류 토크이다.

2. 캠 박스 세팅

이완 상태의 편성포에서 세탁 전후의 웨일과 코스 밀도를 조사해 보면 편환의 형태 변화는 치밀한 밀도의 편성포와 느슨한 밀도의 편성포 둘 다 유사한 선형 관계임을 알 수 있다. 대조적으로 Banerjee와 Alaiban은 편환의 사행도는 느슨한 편성포일 경우에 더욱 크다고 반박했다. 즉, 편성 구조가 더 치밀할수록 사행도는 줄어든다. 그것은 치밀한 편환들에서 발생하기 쉬운 재밍(jamming)현상에 기인한다 편환이 치밀할수록 편환을 구성하는 인접한 원사들의 상호 연관된 움직임은 더욱 적어진다.

편환 길이와 실의 변수에 관해 언급할 만한 다른 견해가 있다. Stevens는 편환 길이가 짧은 편성포 또는 어떤 원사 변수에서 상대적으로 더 치밀하게 편성된 편성포는 동일한 원사의 편환 길이가 긴 편성포보다 사행도가 줄어든다고 주장했다.

편기의 게이지 측면에서는 모순되는 견해들이 있다. Davis와 Edwards는 원사의 꼬임이 일정한 각도를 갖는 경우 세 게이지로 생산된 편성포의 사행도가 증가되었다고 주장한 반면에, Banerjee와 Alaiban은 태 게이지에서 생산된 편성포의 사행도가 증가되었다고 주장했다. 그 증가율은 편기의 종류에 따라 차이를 나타냈다.

편성 사이클이 성공적으로 이루어지는 데 기여하는 한 가지 요소는 편성이 끝난 편환이 편침으로부터 확실히 빠져 나오기 위하여 이전에 형성된 편환(거시적으로 전체 편성포)에 가해지는 장력이다.

다음은 Kurbak이 제시한 권취 장력에 대한 주요 요점들이다.

① 래치의 개폐 작용을 위하여 편침에 대하여 편환을 견고하게 유지하는 것. 장력은 원사의 힘 강도를 극복하는 것이 필요하다. 그렇지 않으면 원사는 편침을 벗어나게 된다.

② 편침의 상하 운동에 따른 편환과 편성포가 상하로 움직이는 것을 방지하는 것. 여기에서 장력은 편침과 편환 사이의 마찰력을 극복하는 것이 필요하다.

③ 편침에 완성된 편환를 잡아당기는 것.

모든 원형 위편기는 편성 과정에서 제 위치를 유지하고 생산 속도에 맞추어 이동시키도록 하기 위하여 권취 장력을 조절할 수 있는 장력 장치를 가지고 있다. 보통 이 메커니즘은 편성포의 미끄러짐을 방지하도록 서로 수평으로 위치해 있는 2~4개의 권취 nip 롤러(take-down nip roller)로 구성되어 있다. 이 롤러 시스템을 빠져나온 편성포는 권취 실린더에 견고히 감기게 되고 이것을 배치(batch)라고 한다.

권취 장력이 달라지면 편기에서의 편성포의 치수가 실질적으로 영향을 받는다고 오래 전부터 인식되어 왔다. 장력이 증가하는 경우에 폭이 감소하면서 편성포의 길이는 늘어나는 편환의 한계적 증가(marginal increase)를 유발한다. 단위 길이당 폭이 줄어들수록 단위 길이당 편성포의 중량은 감소한다. Oinuma와Takeda는 호형도(bow)는 일반적으로 권취 장력이 불균일하게 분배됨으로써 나타나는 결점이라고 지적했다.

이 뒤틀림은 편성포가 건조된 상태, 신장되거나 그렇지 않은 상태, 그리고

편성포의 치수 변화에 실질적으로 영향을 주는 권취 실린더에 감긴 상태에 있는 동안은 변화가 없는 것처럼 보인다. 사실 Knapton과 Munden은 권취 장력이 변하여도 편환의 형성에 사용된 길이는 달라지지 않았고 편성 품질과 편성포의 치수도 변하지 않았다는 것을 보여주었다.

Oinuma와 Takeda는 원사를 공급할 때의 장력과 편성포를 권취할 때의 중량은 편환 길이에 영향을 준다고 지적했다. 이는 적극적 방식이 아닌 급사 시스템에서 과도한 권취 장력이 편성포에 가해지는 경우에 발생한다고 언급했다. Gan은 어떤 실험적 확증 없이 플랫 V-베드 편기의 경우에 과도한 권취 장력은 피더에서 원사의 권취 작용에 영향을 준다고 주장했다.

편성 요소들에 의한 마모뿐 아니라 편성포의 결점 발생률의 증가, 약한 원사를 사용하여 편성했을 때의 문제점 등은 높은 권취 장력과 연관되어 있다.

Soong은 원사의 인장특성이 저하되는 것을 방지하기 위해서는 원사 공급 장력과 편성포의 권취 장력을 낮추어 편성하는 것이 필수적이라고 결론지었다.

고려해야 할 한 가지 요인은 권취 장력을 측정할 수 있는 보편적인 방법이 부족하다는 것이다. 실제로 권취 장력 교정 메커니즘의 부족으로 인하여 권취 장력의 적절한 세팅은 경험에 의존한다. 그러므로 “권취 장력으로 인한 편성포의 뒤틀림은 예측할 수 있다.”는 방법에는 의문이 있다.

편성 후 그리고 건조 또는 습윤 이완 과정에서 부과되었던 긴장(주로 권취 장력으로 인한)이 해소되면서 편성포는 건조 또는 습윤 “이완된 물리적 형태”로 불리는 상태로 되는 경향이 있다는 것은 주목할 만하다. 이 주장은 이완 전후에 측정된 단위 길이와 폭에 대한 코스와 웨일의 수를 비교함으로써 알 수 있다.

Hepworth는 이론상의 모델을 사용하여 권취 장력에 따라 사행 각도가 증

가하는 어떤 범위가 있다는 것을 밝혀냈다. 편성 구조내의 편환들 사이의 접촉 지점은 상당한 압력을 받게 되고 이는 재밍의 원인이 된다. 코스가 분리되기 시작함에 따라 사행도가 감소하기 시작한 것은 편환들 사이의 접촉 지점의 압력이 편성포의 장력에 의해 감소될 때였다. 결론은 이완된 편성포가 권취 장력을 받을 때보다 더 높은 사행도를 보여준다는 것이다.

3. 권취의 영향

권취 장력은 편성포의 생산시 일반적으로 고려해야 할 요인이다. 권취 장력이 편성포의 사행도에 영향을 미치는지의 여부에 관한 일부 논란 때문에 실험적 방법으로 이에 관한 영향을 조사하였다.

Z 꼬임의 여러 원사 시료들(표 1)을 사용하여 세탁 전후로 스팀 처리된 원사의 부분 해연 뿐만 아니라 원사의 스팀 처리 효과와 같은 그 밖의 요인들과 조합하여 권취 장력이 사행도에 미치는 효과를 조사하였다.

편성포 시료들의 생산에 Wildt Model 5 원형 원 피더 방식의 위편기를 사용하였다. 직경 22.9cm의 실린더에는 420 편성 래치 편침이 장착되어 있다. 이 편기는 영국식 14게이지(6편침/cm)를 가지고 있고 편환 길이는 4.83mm로 일정하다. 29tex 원사 시료의 타이트니스 팩터 $K_1 = 1.115\text{tex}^{1/2}/\text{mm}$ 이고, 39tex의 원사 타이트니스 팩터 $K_1 = 1.293\text{tex}^{1/2}/\text{mm}$ 이다. 캠 박스는 5rpm 즉, 37m/min의 속도로 반시계 반향으로 회전한다. 생산된 편성포의 사행각도를 쉽게 평가하기 위하여 래치 편침은 실린더로부터 제거하였다.

모든 원사 시료들은 두 가지 형태의 편성포로 편성되었다. 하나는 권취 장력(-)을 전혀 가하지 않고 생산되고, 다른 하나는 사용한 편기에 있는 권취 장력 메커니즘(+)을 통하여 권취 장력이 가해진 상태로 생산되었다.

편성포 시료들은 가정용 세탁기를 사용하여 각각 25분, 노멀 사이클로 5회

세탁하였다. 가정용 건조기로 건조 후, 편성포들은 표준 상태 하에 24시간 동안 방치하여 이완시켰다.

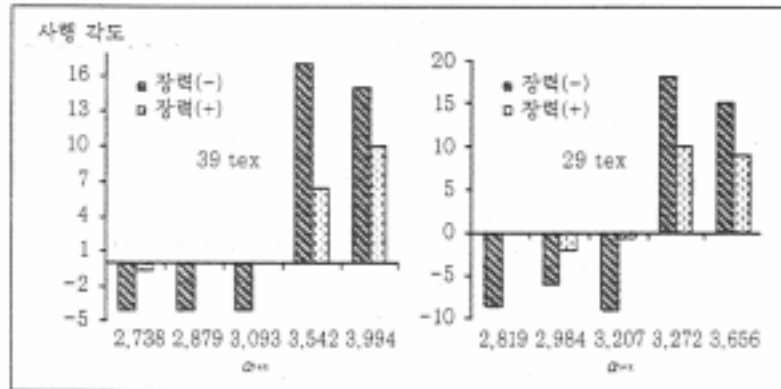
4. 결과와 논의(Result and discussion)

편성포 시료들의 사행 각도는 세탁 전후에 각도기를 사용하여 측정하였다. 이 결과들을 <그림 1> ~ <그림 5>에 나타내었다. 음의 사행 각도는 편성포의 사행도가 원사의 꼬임 방향을 따른다는 규칙에 위배되는 사행도를 나타낸다는 것을 의미한다.

세탁 처리 전, 두 가지 변수를 갖는 원사 시료 모두 권취 장력을 가하였을 때 더 낮은 사행각도를 가진 편성포를 생산하였다(시료 1,2,6,7). 사행 각도의 감소는 α_{tex} 가 3542를 가진 시료에서 매우 높게 나타났다(61.8%). 또한 α_{tex} 가 3272 와 3656을 가진 원사 시료들로 생산한 편성포에서 나타난 사행 각도의 감소는 40% 이상이었다. 권취 장력을 전혀 가하지 않고 원사 시료 3,4,5,8,9,10으로 생산한 편성포들은 세탁 과정을 거침으로서 사행 각도의 값이 음에서(-) 양으로(+) 즉, 무시할 만한 잔류 뒤틀림을 가지는 편성포로 변화되는 결과를 낳았다.

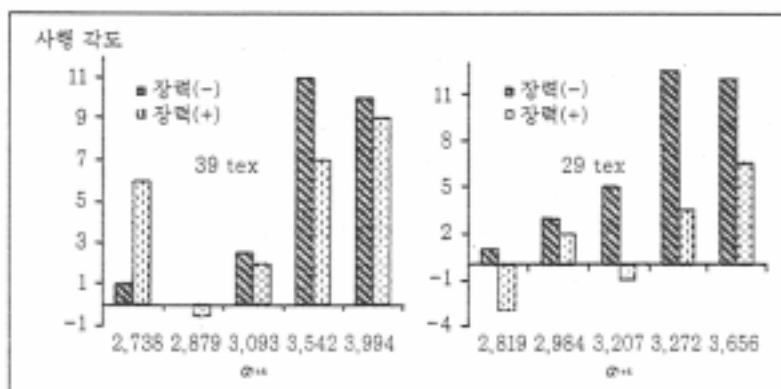
<표 1> 원사 시료들의 규격

시 료	변수(tex)	초기 α_{tex}	처 리 공 정	실제 α_{tex}
1	39	3,340	노멀	3,542
2	39	3,950	스텝 처리	3,994
3	39	3,230	133tpm의 S방향 해연	2,738
4	39	3,340	142tpm의 S방향 해연	2,879
5	39	3,950	154tpm의 S방향 해연	3,093
6	29	3,240	노멀	3,272
7	29	3,490	스텝 처리	3,656
8	29	3,240	154tpm의 S방향 해연	2,819
9	29	3,490	163tpm의 S방향 해연	2,984
10	29	3,860	175tpm의 S방향 해연	3,207

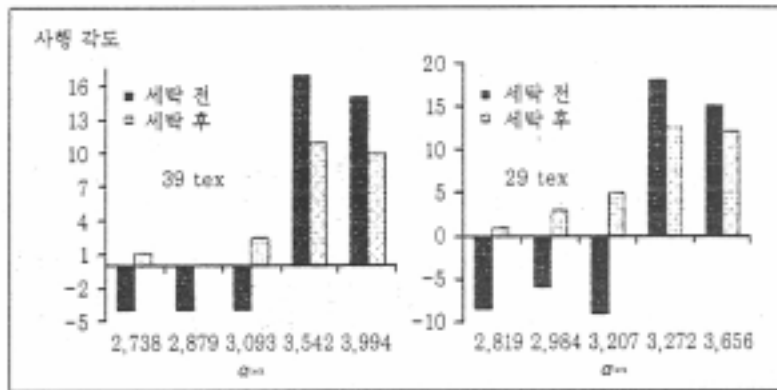


<그림 1> 세탁하지 않은 편성포의 사행도에 권취장력이 미치는 영향

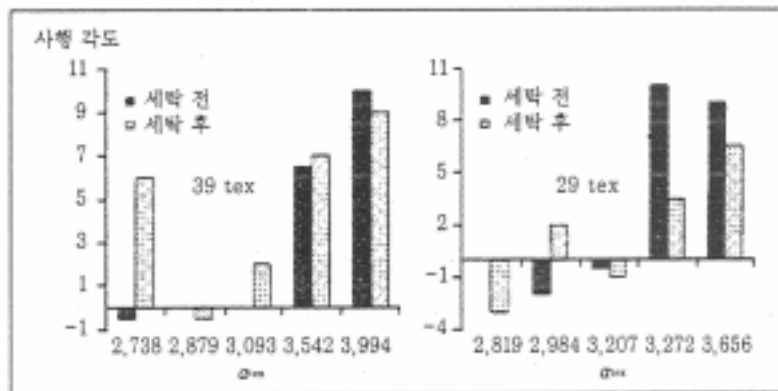
변수가 다르기 때문에 타이트니스 팩터가 틀린 일반 원사(시료 2와 7)와 스팀처리된 원사(시료 2와 7)로 편성한 편성포들의 사행각도를 비교하였다. 타이트니스 팩터($K_2 = 1.293\text{tex}^{1/2}/\text{mm}$)가 더 높은 39tex 사(시료1 과 2)로 생산한 편성포들은 타이트니스 팩터($K_1 = 1.115\text{tex}^{1/2}/\text{mm}$)가 더 낮은 29tex 사로 생산한 편성포들보다 사행 각도가 적었다. 이러한 결과는 권취 장력을 전혀 가하지 않고 편성된 편성포의 세탁 전후에 발생했다. 이와 유사한 결과가 권취 장력을 전혀 가하지 않고 부분적으로 해연된 원사 시료 3,4,5와 8,9,10으로 편성한 편성포의 세탁 처리 후의 사행도를 비교하여 얻어졌다.



<그림 2> 세탁처리한 편성포의 사행도에 권취장력이 미치는 영향



<그림 3> 권취 장력을 가하지 않고 편성한 편성포의 사행도에 세탁과정이 미치는 영향



<그림 4> 권취 장력을 가하여 편성한 편성포의 사행도에 세탁과정이 미치는 영향

5. 결 언

싱글 위편성포에서 사행도의 주요 원인이 원사의 잔류 토크이지만, 편기에서 기계 요소들이 주는 영향을 조사하는 것은 필요하다. 기계 실린더, 캠 박스 시스템, 생산 속도는 사행도에 크게 영향을 주지 않는다. 태번수의 원사를 사용하여 더 높은 타이트니스 팩터를 가진 편성포를 얻을 수 있고, 결과적으로 더 낮은 사행 각도를 갖는 편성포를 얻을 수 있다. 권취 장력 부

여의 측면에서 보면, 이 장력은 세탁 처리 전후 모두 더 작은 사행각도를 갖는 편성포를 얻는 결과를 낳았다. 더욱이, 이 실험적 조사에 사용된 대부분의 편성포에 대하여 세탁 과정은 편성포의 사행도 감소에 영향을 주었다.

(Spirality of knitted fabrics in relation to settings of the knitting machine :Textile Asia, June 2005)