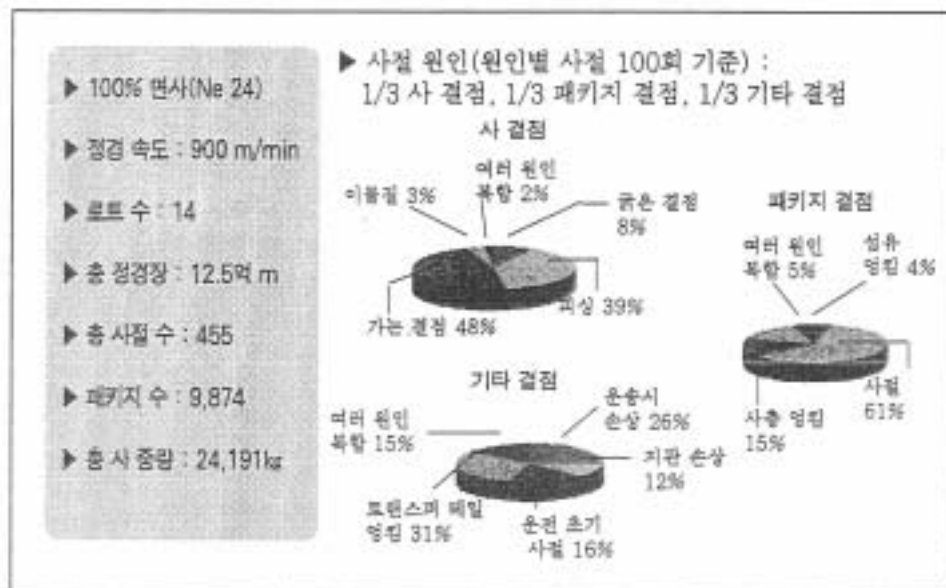


제직과 편성의 요구 조건에 맞는 로터 방적사 패키지의 최적화

1. 정경공정

정경공정에서 실 1,000,000m당 정대가 0.1~0.2회라면 정경공정의 생산성은 양호한 것으로 간주한다. 이는 후공정인 가호 및 제직 공정에서 경사의 결점이 거의 발생하지 않음을 나타내는 것이다. <그림 1>은 가호 중 발생한 결점과 정대에 대한 평가 결과로, 사절 원인에 따라 실에 의한 것, 패키지에 의한 것, 기타 원인에 의한 것으로 분류하여 표시하였다.



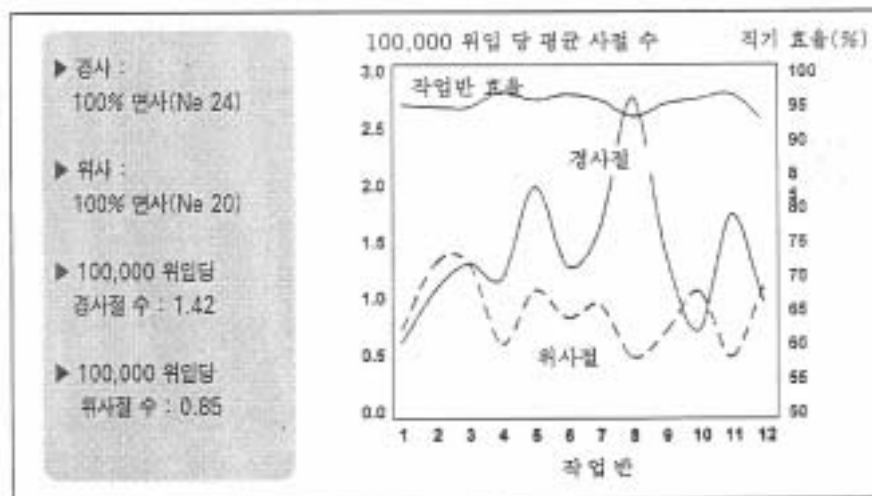
<그림 1> 정경 공정에서의 정대 원인

<그림 1>에서 실과 패키지의 물성이 후공정의 생산성에 큰 영향을 미치는 것을 알 수 있다. 결점의 1/3은 패키지에 의한 것으로 규명되었는데, 이는 사절이 많이 발생하여 매우 뚜렷이 볼 수 있었다. 권사장력 및 패키지 밀도의

개선 등을 통한 방직 공장에서의 패키지 품질 최적화는 후공정에서의 정대를 크게 감소시킬 것이다.

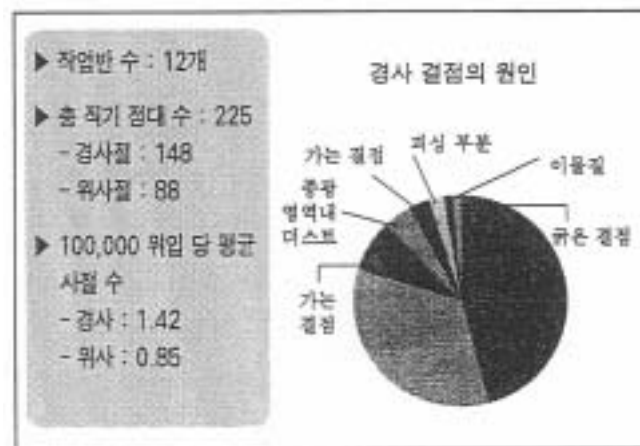
2. 제직공정

제직에서 작업자가 담당하는 직기 대수는 경사와 위사의 사절 수에 따라 좌우된다. 제직공정에서 작업자는 시간당 평균 20~25번 정도의 사절을 처리할 수 있다. 경사 결점을 수정하는 데 걸리는 시간은 위사 결점 수정시보다 약 3배 정도의 시간이 더 필요하다. 따라서 사절 1회 발생시 이태리에서는 0.70유로, 브라질에서는 0.10유로, 중국에서는 0.03유로에 해당하는 인건비가 더 소요되며, 나아가 직기의 생산성도 낮아진다. 제직에서 직기 정대율은 일반적으로 100,000번의 위입당 사절 수로 평가된다. 예를 들어 경사절 1회, 위사절 1회와 같이 최대 2번의 직기 정대가 발생한다면 매우 양호한 것으로 간주된다. <그림 2>는 12개 작업반에 대한 제직공정의 생산성을 나타낸 것이다. 100,000번의 위입당 경사절은 평균 1.42, 위사절은 평균 0.85로, 이러한 결과는 양호한 것으로 간주될 수 있다.

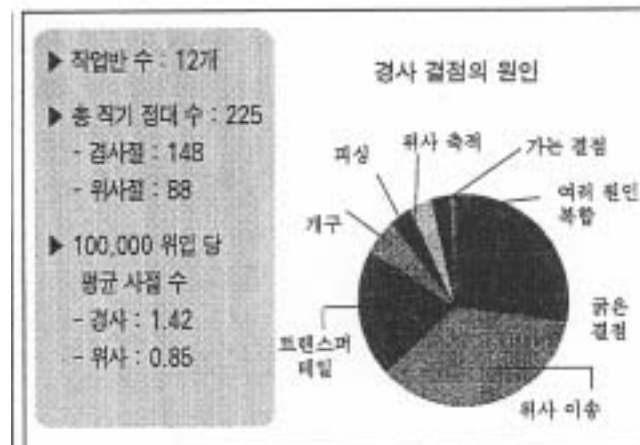


<그림 2> 제직 공정의 생산성

결점 분석에 의하면 생산성이 양호한 경우에도 여전히 개선 여지가 있고, 직기에서 경사층이 최적화되어야 함을 나타낸다. 일반적으로 다수의 결점이 종광 내에서 발생하는데, 이는 개구 운동시 종광에서 실이 가장 큰 응력을 받기 때문이다. 특히 실의 약점은 종광 영역에서 정대를 발생시킨다<그림 3>.



<그림 3> 경사결의 원인 분석



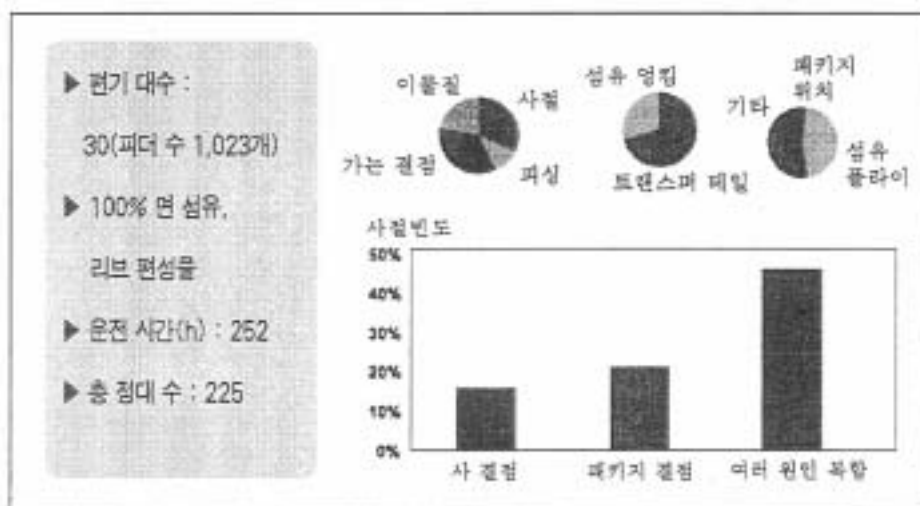
<그림 4> 위사결의 원인분석

위사 결점 분석에 의하면 다수의 결점이 패키지에서의 트랜스퍼 테일 (transfer tail) 결점에 의한 것으로 조사되었다. Autocoro 로터 정방기는 이와

관련한 조건 설정을 통해 이러한 결점을 방지하는데 상당히 기여할 수 있다. 그러나 패키지를 권사하거나, 패키지를 제직공장으로 운송시 트랜스퍼 테일이 손상되거나 손실되지 않도록 패키지를 부드럽게 처리하는 것도 매우 중요하다<그림 4>.

3. 편성공정

100% 면사로 리브 편성물 제조시 한명의 작업자가 총 800개 피더가 부착된 20대 정도의 편기를 운전할 수 있다. 실과 패키지의 품질이 우수하다면 작업자는 근무시간의 10% 정도를 편기의 정대 처리에 사용할 수 있다. 실제로 유럽에서는 편성물 약 80m에 대해 1~2개 결점만이 요구되고 있다. 그러나 제직공정과 달리 편성공정에는 편기의 정대 빈도를 평가하기 위한 일반적으로 유효한 기준 값이 없다. <그림 5>에 편기 30대를 252시간 운전 중 발생한 정대 빈도를 나타내었다.



<그림 5> 편성공정의 생산성

<그림 5>에서 방직공정이 편성공정의 효율에 영향을 미치며, 트랜스퍼 테

일도 대단히 중요하다는 것을 알 수 있다. 편기의 총 정대 중 15%가 손실되거나 잘못된 트랜스퍼 테일과 관련된 것이며 섬유 플라이로 인해 발생한 결점도 많음을 알 수 있다. 방적공정에서는 실의 마찰 계수를 감소시켜 더스트 발생을 적게 함으로써 이러한 결점을 약화시킬 수 있다. Autocoro 로터 정방기에서의 더스트 수집은 네이블 타입에 따라 상당히 영향을 받는다. KSK 6 네이블은 더스트 함유율을 크게 감소시킨다. 이러한 새로운 네이블의 또 다른 장점은 사 균제도를 크게 향상시켜 매우 부드러운 태를 갖는 편성물의 제조가 가능하다는 것이다. 링 방적사는 정방공정 중 섬유가 단단히 결속되지 않기 때문에 로터 방적사보다 더 많은 더스트를 발생시킨다.

위에 열거한 여러 가지 문제점을 해결하는 가장 이상적인 방법은 방적공정에서 실과 패키지 의 품질 최적화를 위한 원료의 기술적 사용뿐만 아니라 Autocoro 로터 정방기의 기계적 세팅을 동시에 고려하는 것이다.

4. 기술적 영향

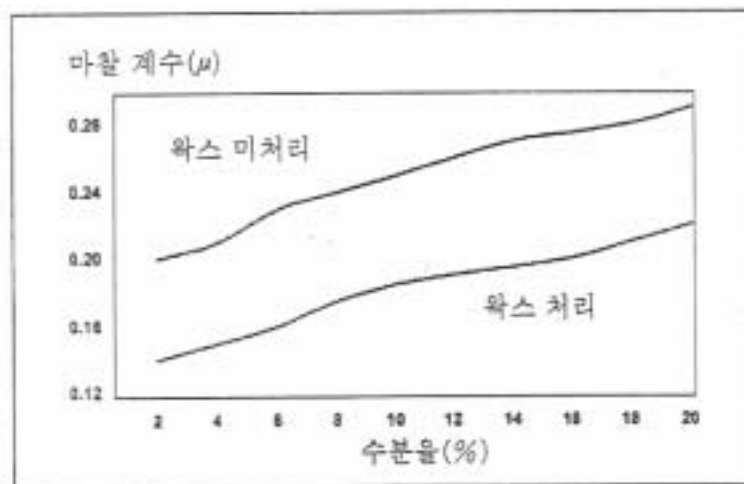
4.1 마찰 계수

마찰 계수가 낮은 실은 편성공정에서 패키지의 해사 특성이 양호할 것으로 예상된다. 사 마찰 계수는 실에 왁스를 처리하면 감소한다. 사실 실의 수분율도 마찰 계수에 영향을 미치지만 항상 고려되지는 않는다. 실의 수분율이 낮을수록 사 마찰 계수도 낮아진다<그림 6>.

실제로 수분율이 2%인 실은 수분율이 10%인 실보다 마찰 계수가 20% 정도 낮다. 그러나 건조한 실은 과도한 더스트를 발생시키는 경향이 있으며, 그 결과 편침에 섬유 플라이가 축적되어 생산에 방해된다. 따라서 실의 수분율 감소는 편사의 마찰 계수를 감소시키는 적합한 방법이 아니다.

편사는 낮은 마찰 계수가 많이 요구되어 일반적으로 왁스를 처리한다. 편

성공정에서 전체 편기 정대의 80%까지를 차지하는 편환 빠짐, 편성물 구멍 및 편환 마모는 왁스 미처리 또는 잘못 처리된 왁스가 직접적인 원인이다. 게다가 편침의 오염은 마모를 발생시켜 편기에서 편침의 수명을 50%까지 감소시킬 수 있다. Autocoro 로터 정방기는 정확한 왁스 처리로 편성 공정에서 이러한 타입의 문제점이 발생하지 않는데 크게 기여한다. 방적사 1km당 1g 정도의 왁스 처리는 마찰 계수를 감소시키는데 충분하다.

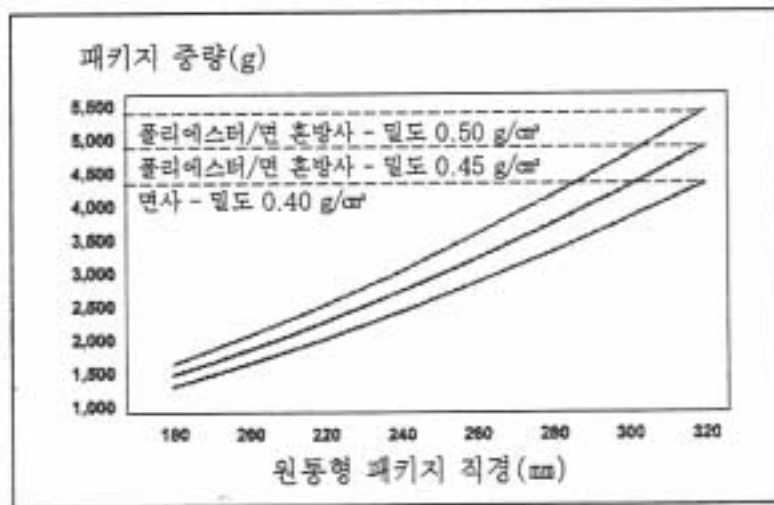


<그림 6> 실의 수분율에 따른 마찰 계수

4.2 기계 배치 및 세팅 조건

Autocoro 로터 정방기의 경우 권사기 헤드에서의 기계 배치 및 세팅 조건은 패키지 형태와 품질에 직접적인 영향을 미치는 가장 중요한 인자이다. 대부분의 경우에 그 기준은 패키지 중량이며, 이러한 패키지 중량은 여러 가지 세팅 조건에 의해 영향을 받는다. 그 중 일부 세팅 조건은 패키지와 실의 품질에까지 영향을 미친다. 기본적으로 패키지 중량은 패키지 형태와 밀도에 좌우된다. <그림 7>에 패키지 밀도가 패키지 중량에 미치는 영향을 나타내었다. 밀도가 대략 0.4 g/cm^3 인 면사는 직경 320mm에서 약 4.6kg의 패키지 제조

가 가능하고, 밀도가 대략 0.5 g/cm^3 인 폴리에스터/면 혼방사는 5kg 이상의 패키지 제조가 가능함을 알 수 있다. Autocoro 로터 정방기는 기술적으로 가능한 최대 밀도를 활용하여 실의 품질에 미치는 영향 없이 패키지 중량을 상당히 증가시킬 수 있다.



<그림 7> 밀도 및 직경과 패키지 중량

5. 패키지 형태

5.1 원통형 패키지

패키지 용도에 따라 패키지 직경은 미리 정해진다. 크릴 간격, 고속 해상 속도에서의 벌룬 크기 및 정해진 출하 박스와 팔레트 크기에 따라 제품 포장의 범위가 결정된다. 위사용 패키지의 직경은 일반적으로 280~320mm이며, 드물게는 보다 큰 직경의 패키지도 요구되고 있다. 현재의 중앙식 구동 시스템에서는 품질이 양호하면서 보다 큰 직경의 패키지 제조가 거의 불가능하다. 따라서 Autocoro 로터 정방기를 보유한 방적공장의 목적은 미리 설정된 한계 내에서 양호한 실의 품질과 해상 특성을 유지하면서 가능한 많은 실을 패키지에 권취하는 것이다. Autocoro 로터 정방기의 CVP(Coro Value Package)

기능은 전체 패키지를 권취하는 동안 낮고 일정한 장력을 보장한다. 신도는 기존 로터 정방기의 패키지보다 1%까지 높으며, 이것은 특히 제직 공정에서 유용하다. 특수한 고중량의 패키지 제조 기능이 있는 Autocoro 로터 정방기는 중량 5kg 또는 그 이상의 패키지를 제조할 수 있으며, 이는 기존 로터 정방기의 패키지보다 중량이 10% 정도 증가한 것이다.

Autocoro 로터 정방기에서 안 가이드의 트래버스, 즉 지관에서의 권사 폭은 일반적으로 150mm이며, 패키지의 직경 증가에 따라 그 폭이 감소한다. 최대 패키지 직경에서 지관 바깥쪽에서의 권사 폭은 135mm이다. 이러한 트래버스 폭 변경은 필연적으로 발생하며 중앙식 구동 시스템에 의해 영향을 받지 않는다. 패키지의 측면 사층은 패키지의 직경 증가에 따라 항상 안쪽으로 이동된다. Autocoro 로터 정방기의 패키지도 트래버스 폭 변경에 영향을 받으며 권사 각과 권사 장력이 다소 변화한다. 패키지 직경 300mm와 비교해서 패키지 위에서 트래버스 폭의 감소는 약 10% 정도의 중량을 감소시킨다.

현재 시판중인 로터 정방기는 운전시 안 가이드의 트래버스 폭을 전자식으로 제어함으로써 직경과 관련된 권사 폭의 감소를 보정할 수 있으며, 모든 정방 위치에 대해 중앙 제어식으로 작동한다. 그러나 권사중인 패키지들이 동시에 직경이 같은 경우가 거의 없으므로 실질적으로 적합하지는 않다.

5.2 테이퍼드 패키지

원통형 패키지에 비해 테이퍼드 패키지는 동일 직경에서 중량이 약 6% 낮다. 과거에는 편성공장에서 적어도 4°20 경사진 테이퍼드 패키지가 요구되었다. 현재도 인도와 같은 일부 국가에서는 테이퍼드 패키지가 많이 사용되고 있다. 이와 같이 원통형 패키지의 사용이 보류되는 것은 과거에 원통형 패키지 사용시 경험한 여러 가지 문제 때문일 것이다. 원통형 패키지는 패키지

안쪽의 밀도 분포가 부정확하여 패키지의 측면이 블록해지는 경향이 있다. 패키지 안쪽 사층의 슬라우잉(sloughing)은 편기에서의 해사를 방해하며 패키지를 광범위하게 못쓰게 한다. 그러나 이러한 문제는 Autocoro 360 로터 정방기에서는 과거의 일이다. 현재 국제적으로 원통형 또는 약간 경사진 테이퍼드 패키지의 편사가 선호되는 경향이다. 이러한 이유 중 하나는 제조시 원통형 패키지가 보다 효율적이고 운송비를 고려한다면 보다 경제적이기 때문이다. 또한 원통형 패키지에는 경사진 테이퍼드 패키지보다 동일 직경에서 보다 많은 실이 권취되어 편성공장에서는 패키지 교체에 필요한 인력을 줄여 효율이 향상된다.

효율성과 관련된 방적공장의 요구와 경사진 테이퍼드 패키지와 관련된 후 공정 업계의 요구를 모두 만족시키기 위하여, Schlafhorst사는 권사 속도 300m/min에서도 1°50 경사진 테이퍼드 패키지를 제조할 수 있도록 원통형 패키지용 Autocoro 로터 정방기의 권사 헤드를 최적화시켰다.

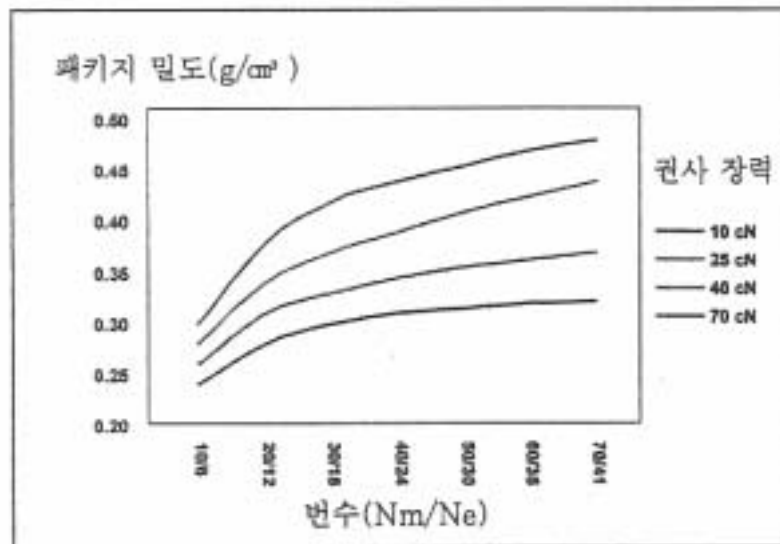
5.3 패키지 밀도

패키지 형태 이외에도 패키지 중량에 영향을 미치는 중요한 인자는 패키지 밀도이다. 밀도는 권사 장력, 안 가이드의 움직임과 속도(권사 알고리즘), 크래들 압력 및 사층의 권사 각도와 같은 인자들에 크게 좌우된다.

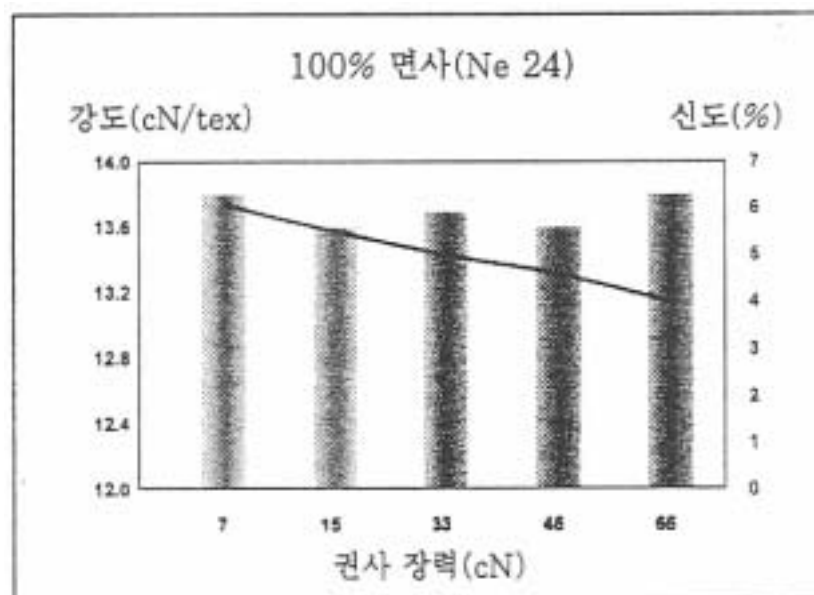
5.4 권사 장력

Autocoro 로터 정방기에서 권사 장력은 사 강력의 백분율 형태로 설정된다. 권사시 실에 가해지는 힘이 평균 사 강력의 최대 5%에 해당하는 장력이 되도록 권사 장력을 설정하는 것이 이상적이다. 즉, 평균 강력이 12cN/tex인 실의 최대 권사 장력은 0.6cN(0.59g)이다.

이러한 설정으로 실의 신도는 최대값이 유지된다. 정경 및 제직공정에서 실의 신도는 최종 제품에까지 광범위한 영향을 미치는 가장 중요한 품질 인자 중 하나이다<그림 8>.



<그림 8> 권사 장력이 패키지 밀도에 미치는 영향



<그림 9> 권사 장력이 실의 신도에 미치는 영향

Schlafhorst사에서는 Ne 24 면사에 대한 권사 장력을 5단계로 변화시켜 권사 장력이 실의 신도에 미치는 영향을 검토하였다<그림 9>. 권사 장력 단계별 실의 강력과 신도를 1,000회 측정된 결과, 실의 평균 강력은 유사하였으나 신도는 권사 장력에 크게 좌우되는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 권사 장력의 증가에만 기초하여 패키지 중량을 증가시키면 위험하다는 것을 보여주는 것이다.

5.5 크래들 압력

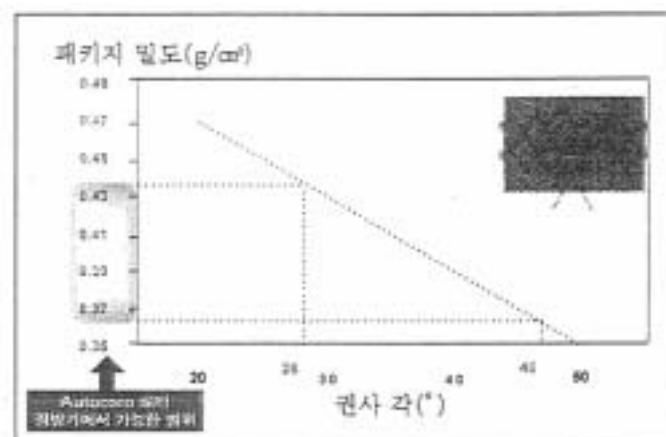
권사 축에 대한 패키지 크래들의 압력은 패키지와 권사 축간 미끄러짐 없는 구동을 보장한다. 실과 지관의 무게와 패키지 크래들의 무게는 권사 초기에 적절한 접촉 압력을 부여하기에 충분하지 않다. 반면에 패키지 크래들 압력은 패키지의 직경 증가에 따라 패키지의 바깥쪽 사측이 안쪽 사측을 누르지 않도록 감소되어야 한다. 비스코스 섬유와 같은 섬유 원료는 추가적인 압력 보정이 필요하다. Autocoro 로터 정방기에는 고중량 패키지(HWP) 제조 기능에 이러한 역할을 담당하는 CoroPack 기능이 장착되어 있다. 실제로 약 3kg의 크래들 압력에 해당하는 접촉 압력을 위해 세팅 8~10이 많이 되고 있다. 1 kg의 압력 증가는 패키지 밀도를 약 0.04g/cm^3 증가시키며 이에 따라 패키지 중량도 10% 증가하게 된다.

크래들 압력을 증가시킴으로써 물성의 저하 없이 패키지 중량을 증가시키는 것은 매우 적절한 방법이다. 너무 높은 압력은 패키지 측면의 사측이 패키지 직경의 증가에 따라 패키지에서 벗어나 고정되지 않기 때문에 최적의 크래들 압력을 결정하기 위해서는 크래들 압력을 단계적으로 증가시키는 것이 적절하다. 슬라우잉은 후공정에서의 해사 거동을 크게 제한한다.

6. 권사 각

Autocoro 로터 정방기에서 패키지는 직경에 관계없이 동일한 권사 각으로 불규칙적으로 권취된다. 권사 각은 실의 품질에 미치는 영향이 없기 때문에 패키지 밀도에 영향을 미치는 유효한 방법이다.

그러나 실제로 권사 각의 조정은 여전히 매우 드물게 이루어지고 있다. 실의 변수가 Ne 5 또는 Ne 30인지, 면섬유 또는 비스코스와 같은 섬유로 방적되었는지에 관계없이 권사 각은 변화없이 유지되고 있다. 작은 권사 각은 기술적 측면이나 경제적 측면을 고려할 때 여러 부분에서 유용하다. 안 가이드의 전후 이동이 감소하여, 권사 속도를 더욱 증가시킬 수 있어 Autocoro 로터 정방기의 생산성이 증가한다. 패키지 측면에서 실의 이동이 이미 권취된 실 위에서 상당히 완만하기 때문에 패키지 측면에 권취된 실과의 과도한 스크래치를 안정적으로 방지한다. 패키지 측면의 해사 문제로 발생하는 기계 정대가 후공정에서 감소한다. 면사에 대한 권사 각의 하한은 28°로, 권사 각을 더 작게 하는 것은 현재의 기계 제어방식으로는 불가능하다. 패키지는 안 가이드의 트레이버스에 의해 제어되지 못하므로 부적절하다.



<그림 10> 권사 각이 패키지 밀도에 미치는 영향

7. 권사 패턴

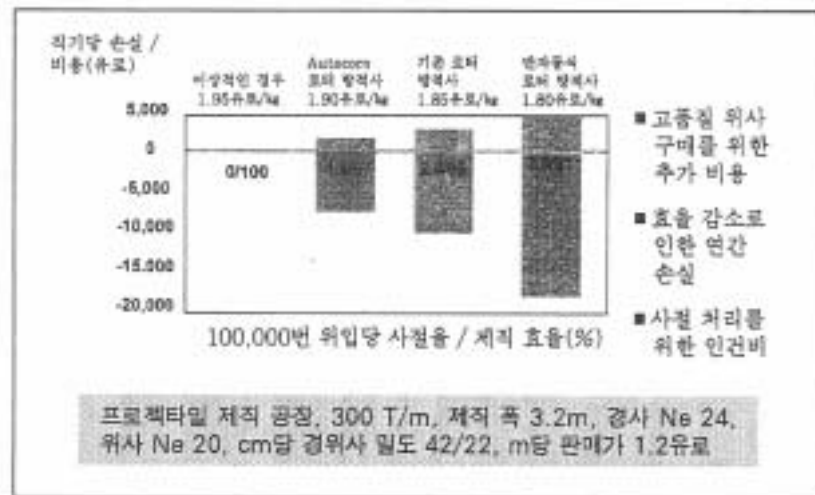
패키지 표면의 권사 패턴은 권사 각과 밀접한 관계가 있다. 권사 패턴은 후공정에서 섬유 엉킴을 발생시키는 주요 원인 중 하나이다. 권사 패턴은 폴다이하몬드 또는 하프 다이마몬드 형태로 나타난다. 권사 패턴이 작은 경우에는 문제가 없으나, 권사 패턴이 큰 경우에는 문제가 발생한다. 실은 평행하게 이동하면서 패키지 위에 권취되므로 완벽하게 고정되지는 않는다. 따라서 후공정에서 여러 개의 사층이 동시에 해사될 수도 있다. 이러한 문제는 실에 헤어리니스가 많을수록 또는 후공정에서 해사 속도가 높을수록 증가한다. 권사 패턴이 큰 경우에는 권취되는 실의 고정이 충분하지 않기 때문에 패키지 위에 띠를 형성하며, 해사 작용을 방해하여 정대를 발생시킨다.

Autocoro 로터 정방기는 좁은 단계로 천천히 얀 가이드 속도를 변경시키는 영구적인 권사 패턴 방지 시스템으로 위험한 권사 패턴을 감소시킨다. 권사 패턴을 피할 수 있는 로터 정방기는 없다. 이는 모든 로터 정방기에서 중앙식 권사 헤드의 구동 방식을 적용한 결과이다. 그러나 실제로 문제가 되는 권사 패턴은 패키지 직경이 큰 경우에만 주로 발생한다. 향후 패키지 직경이 증가하는 추세를 나타낸다면 처음부터 권사 패턴이 발생하지 않도록 구동 기술을 변경하는 것만이 성공적인 방법이 될 것이다.

8. 경제성

여기에서 검토한 많은 지표들은 향후 패키지와 관련된 후공정 업계의 관심 항목에서 제외될 것이다. 제직공장과와 편성공장에서는 생산성을 증가시키기 위한 모든 가능성을 활용할 것이다. 그 중 한 가지 효과적인 방법은 해사 특성이 향상된 패키지를 사용하는 것이다. 중국의 제직공장에 대한 다음의 사례는 최적화된 패키지를 구매하는 데 실 1kg당 단지 몇 센트의 추가

비용을 투자하는 것이 얼마나 이익인가를 보여주는 것이다. 평균 변수 Ne 20인 위사를 위한 낮은 추가 비용으로 최적화된 운전 거동을 통해 직기당 연간 5배의 수익 증가를 이루었다<그림 11>.



<그림 11> 제직 효율(중국)

이러한 연간 수익 증가는 오직 100,000번 위입당 사절 감소에 의한 것이다. 제직공정은 생산성이 더욱 증가하고 패키지 중량의 증가를 통해 패키지 관련 처리 비용이 감소하게 된다. 정경공정에서도 해사 특성의 최적화를 통한 동일한 이점으로 유사한 비용 절감이 발생한다. 고임금 국가에서 패키지 품질로 인한 장점은 정대 수정을 위한 임금 비용이 저임금 국가보다 부담이 되기 때문에 보다 더 중요하다.

(Package tuning with the Autocoro in weaving and knitting : Melliand International, 2006, No 3)