

## 셔틀리스(Shuttleless)직기

지금 우리나라도 북직기로부터 셔틀리스직기로의 시설개체가 급속히 진행되고 있는데, 이의 배경으로 북직기에 대한 생산성의 불만족, 노동력 부족, 노동환경에 대한 규제 및 직물 변사조직을 반드시 필요로 하지않는 취향의 변화 등 사용자측의 요구에 맞추어 각종 혁신직기의 성능이 크게 진보하였으며, 또한 제직된 직물의 촉감도 북직기의 성능을 능가하는 수준에 도달함으로써 얻어진 결과라고 생각된다.

그 경향은 생산성을 주로하는 하드웨어 개발로부터 시작하여 위사자동처리장치, 픽 파인더(pick finder), 전동 송출 및 권취, 전자 밸브제어 등 메카트로닉스기술을 도입하여 컴퓨터에 의한 작동 및 제어가 실현됨으로써 종래의 노동집약형으로부터 지식집약형산업으로 전환되었음을 실감케한다.

현재 광범위하게 실용 직기로서 인정받고 있는 셔틀리스직기로는 단섬유 직물분야에 그리퍼직기, 레피어직기, 에어젯직기의 3종류와 필라멘트직물분야에 워터젯직기가 있어서 4종류로 나눌 수 있다. 이들 각 직기는 위입방법에서 특색을 지니고 있는데 사용자의 요구에 적합한 것으로 선택해야 할 것이다.

### 1. 셔틀리스직기의 분류

현재까지 개발되어 실용화된 셔틀리스직기를 위입방법으로 분류하면 다음과 같다.

가. 단상(single phase)직기

- 1) 그리퍼직기(일명, projectile 직기)
- 2) 레피어 직기

가) Rigid rapier

나) Flexible rapier

다) Telescopic rapier

3) 에어젯직기

4) 워터젯직기

나. 이상직기: Saurer의 S500 직기

다. 다상(multi phase)직기

1) Wave shed

가) Flat

나) Circular

2) Linear shed

위의 범용화된 직기외에 삼축직물직기, 입체직물직기 등 많은 새로운 직기가 개발중에 있다.

재래의 복직기에 비해 셔틀리스직기는 여러가지 장점을 가지고 있는데 그 중에서도 중요한 내용은 다음과 같다.

- ① 생산성의 대폭적인 증가
- ② 직기설치면적의 감소
- ③ 직기 취급이 보다 용이
- ④ 위사로 장식사(또는 태사)와 세사를 번갈아 위입하는 식의 제직이 가능
- ⑤ 특수직물의 제직을 위해 14 16색상의 위사 사용이 가능
- ⑥ 보다 작은 크기의 개구를 형성해도 위입이 가능

## 2. 고속제직을 위한 실의 조건

### 가. 원 사

셔틀리스직기의 설치는 될 수 있는 한 직기를 정지하지 않는다는 조건을 만족함과 동시에 생력화 및 품질의 향상을 꾀하는 것이 중요하다. 이를 위해서는 물론 기계적인 개선도 필요하지만 그 이전에 사용할 원사의 선택이 중요하다. 제직하는 직물에 기준을 두었을 때, 셔틀리스직기에 필요한 원사의 특성은 종래에 사용되던 보통의 품질보다 상당한 수준의 고급원사를 필요로 하는 경우가 많다. 이 같은 경우 설령 고가의 원사라 할지라도 직물용도별로 사용목적, 부가가치 등을 잘 판단하여야 할 것이다.

#### 1) 실의 강신도

셔틀리스직기는 일반적으로 개구운동도 적고, 고속개구운동을 하기 때문에 순간적으로 좋은 개구상태를 형성하려면 제직시 반드시 경사의 장력을 강하게 해야 한다. 따라서 원사는 충분한 강도와 적합한 신도를 갖추어야 한다.

매듭, 사반 등과 같이 직접 원사의 강력과 관계되는 특성치를 원사의 일반 실험으로 얻는다 해도 실제로 정경이나 직기에서 발생하는 사절이 ppm단위의 확률로 밖에 발생하지 않는 것을 추정하기 위한 자료로는 불충분하다. 특히 앞으로 원사의 강신도 및 마모강력에 대하여는 평균치와 변동을 고려하는 방향으로 진행된다고 생각하지만 당분간은 평균치보다도 최저치를 문제로 하여 하는 편이 좋다고 생각된다.

#### 2) 결점의 제거와 매듭

방적사인 경우, 와인더 공정에서 풍면, 사절, 넵 등의 결점을 적극적으로 절단하여 제거하고 있지만 그때마다 매듭이 발생한다. 지금까지 와인더에서 실을 잇는 방법은 기계식 노터(knotter)가 사용되어 왔으나, 이 매듭의 실끝이 직기의 개구운동을 방해하여 실이 끊어지거나 또는 끊어지지 않는다 하여도

정대의 원인이 되기도 한다.

특히 혁신직기와 같은 고속직기에서는 매듭이 제직효율을 크게 좌우하기 때문에 최근에는 문제가 되고 있다. 예를 들면 실의 결점을 제거한 1.5kg의 치즈는 대략 20~50개의 매듭이 있으며, 경사의 밀도가 많은 직물에서는 직기의 정대원인이 대부분 매듭 때문에 발생한다. 이와 같이 원사의 결점을 적극적으로 절단 제거하여도 그로 인해 매듭이 증가하여 제직상의 역효과를 나타내는 경우가 있다.

이 매듭의 장애를 피하려면 와인더에서 실을 이을 때 매듭이 생기지 않는 에어 스플라이서(air splicer)와 같은 이음매로 하는 것이 바람직하다.

### 3) 잔털

원사의 잔털은 제직시 잔털서로가 영킴에 의해서 개구지연을 일으키며, 그 결과 위입장해가 되거나 풍면으로 되어 개구를 방해하기 때문에 셔틀리스직기에서는 잔털 일어남이 적은 실이 요구되고 있다.

잔털은 방적사의 특징이지만 최근에는 잔털에 대한 관심이 대단히 높아져 이를 위해 잔털을 정량적으로 나타낼 수 있는 F-인덱스시험기(F-index tester) 등이 채용되어 잔털의 평가에 사용되고 있다.

### 4) 대형 패키지(larger package)

셔틀리스직기는 생산성이 높으므로 위사의 소비가 빠르다. 따라서 공급할 위사의 패키지는 생력을 위하여 대형화할 필요가 있으며 또한 치즈 사이에는 서로 꼬리실 연결이 가능하도록 배려하여 둘 필요가 있다.

예를 들면 40's 1kg의 치즈는 2시간도 못되어 새로운 치즈로 바꾸어 주어야 하기 때문에 4kg 정도의 대형패키지화하는 것이 바람직하다.

## 나. 정 경

### 1) 장력

정경시에 명심해야 할 제1조건은 가호시에 정경빔으로부터 풀려 나오는 실의 장력이 균일하도록 하는 것이다. 장력에 차이가 발생하면 가호나 그 이후의 공정에서 사절 및 품질상의 문제를 일으키는 원인이 된다.

### 2) 사절처리

정경시 사절처리가 나쁘면 다음 공정인 가호에서 문제가 발생한다. 특히 군나름 또는 속실의 결점은 가호공정에서 큰 장애가 된다. 군나름이란 끊어진 실끝의 위에 여러 층의 실이 감긴 경우에 일어나고 실끝을 찾은 경우에 감긴 실끝이 완전히 상층부에 올 때까지 되감지 않고, 아래의 사층부터 끌어내어 실매듭을 한 것으로 가호시에 이상한 장력이 걸리는 상태를 말한다. 속실이란 끊어진 실끝이 빔에 감겨 들어가서 발견할 수 없는 상태이며 가호시에는 사절과 같은 현상이 된다.

정경기가 드럼의 표면접촉에 의해 감기는 방식인 경우는 실이 끊어진 그 순간에 드럼을 정지하면 접촉하고 있던 실이 손상되기 때문에 고속정경기에서는 실이 끊어지고부터 빔의 정대까지 3~4m 더 감긴 후 정지하도록 조정하고 있다. 그 때문에 실끝을 찾기 어렵고, 군나름 및 속실의 결점이 발생하기 쉽다. 따라서 정경기는 될 수 있는 한 드럼방식의 정경기를 지양하고 정경빔을 스핀들로 직접 회전시키는 직접구동(direct drive)방식의 정경기를 채용하여 실이 끊어짐과 동시에 순간적으로 기계를 정지시키고 역회전에 의해 실끝을 찾아냄으로써 앞에서 설명한 결점들이 아주 적은 빔을 가호공정에 보내는 것이 중요하다.

### 3) 감김모양

정경시 빔 가장자리의 감김높이, 표면의 요철, 좌우 직경의 차이 등이 있으면 가호기에서 경사시트가 인출되어질 때 장력이 동일하지 않게 되어 늘

어지는 실이 발생하기 때문에 빔플랜지 간의 정도, 플랜지의 진동, 프런트콤(front comb)에 의한 시트의 폭맞춤 등에 세심한 주의를 해야 한다.

#### 다. 가 호

가호사는 잔털을 재운 상태, 강신도, 마모강도, 평활성, 유연성 등이 어떠하느냐에 의해 평가된다. 셔틀리스직기의 경우 고속으로 회전하기 때문에 경사는 개구운동에 의해 반복하여 응력을 받으며, 특히 강한 충격을 받기 때문에 당연히 가호사는 이 힘에 견딜 수 있는 강력과 신도를 갖추는 것이 최저 필요조건이 된다.

가호의 조건은 제직할 직물의 소재, 변수, 경사밀도, 조직, 직기의 종류 중에서 어디에 중점을 두어 가호하느냐에 따라 변하게 되는데, 일반적으로 예어젯직기용 빔을 가호할 때에는 잔털을 재운 상태, 내마모성, 테이프사(접사)를 중요시해야 한다.

##### 1) 잔털 재우는 방법

###### 가) 습윤분리로드(wet dividing rod)

필라멘트사와 달리 잔털이 있는 방적사의 경사를 고속 개구운동에 설치하여 순간적으로 좋은 개구상태를 반복하여 형성하려면 잔털의 재움이 가장 필요하다는 것은 이미 기술하였다. 보통의 동시가호기는 가호건조후 건조분리로드(dry dividing rod)부에서 한올 한올의 경사로 분리할 때 잔털이 상당히 많이 발생하기 때문에 습윤분리로드를 사용함에 따라 잔털의 재움효과가 상당히 좋다고 보고되었다.

###### 나) 이중 풀통(double size box)

셔틀리스직기와 같은 고속직기에서 밀도가 많은 직물을 제직할 경우는 잔털을 재우는 면에서 이중 풀통에 의한 가호가 바람직하다. 실의 밀도가 많아

지면 당연히 스쿼징롤러에서 실이 겹쳐져 균일한 가호가 될 수 없을 뿐만 아니라 희망하는 가호율도 얻을 수 없다. 따라서 잔털의 재움효과도 나쁘게 되기 때문에 시트를 둘로 나누어 이중 풀통에서 각각 가호하는 방법이 일반적으로 사용되고 있다.

스쿼징 롤러상에 직경만큼 간격이 뜬 시트밀도의 상태를 공극률이 50%라 말하고 일반적으로 가호할 때에 공극률에 50%이하로 되는 것은 그다지 바람직하지 못하다고 알려져 있다. 공극률 S, 실의 변수 C, 실의 밀도 N올/in라 하면, 공극률 S는 근사적으로 다음과 같이 된다.

$$S = \left(1 - \frac{N}{27\sqrt{C}}\right) \times 100\%$$

#### 다) 건조온도

가호사를 어떤 과정으로 건조하느냐에 따라서도 호제의 피복도가 변하며 잔털에도 영향을 준다.

실린더건조의 경우, 제 1실린더에서 고온건조시키지 않고 제 1실린더에서는 저온으로 제 2, 제 3실린더에서 점차 고온으로 하는 방법이 좋다는 설도 있으나, 최근에는 균등건조가 좋다는 보고가 소개되고 있다.

즉 제 1실린더로부터 급격히 건조하는 것을 피하고 건조의 세기를 균등하게 할수록 호제의 피복력이 증가하고 잔털이 감소하는 것으로 되어있다.

#### 2) 잔털을 적극적으로 재우는 가호기

##### 가) 정경가호기 방식

방적사의 잔털을 적극적으로 감소시킬 목적으로 설계된 가호기이며 정경 빔의 실을 각기 개개로 가호하여 건조한 다음에 비밍(beaming)하여 소요의 위버스 빔에 감는 방식으로 EX-S sizer라고 하는 가호기가 있다. 이것은 1,000

올 정도의 경사를 가호할때에 콤에서 적극적으로 잔털을 채우고 그대로 건조시켜 프리빔(pre beam)에 감은 후, 작업자에 의해 위버스 빔에 감는 방식으로 양호한 잔털의 재움효과를 얻을 수 있는 이상적인 가호기라 할 수 있다. 단 공정이 둘로 나누어지기 때문에 가호기의 생산성이 낮고 실끓김의 처리가 어려우며, 소요인원의 증가 등과 같은 조업상의 문제도 남아 있다.

#### 나) 분리건조형 동시가호기

이 가호기는 가호한 개개의 실이 서로 접착하지 않도록 될 수 있는 한 간격을 두고 건조시켜, 건조분리부에서 다시 잔털이 일어나지 않도록 배려한 가호기이다. 예를 들면 40°, 8,000올 정도의 시트를 가호할 경우라면 이중 폴통을 사용하여 4,000올씩 가호하고 스퀴징 직후에 각각을 2층으로 나누어 2,000올씩의 시트로 하여 분리건조하고 경사시트에서 인접한 실 서로가 그다지 접착하지 않은 상태로 건조하고 건조분리대에 의한 분리시 발생하는 잔털을 방지하려는 발상의 가호기이다.

#### 3) 고압스퀴징(high pressure squeezing)

고압스퀴징의 이점은 스퀴징 직후에 수분율이 감소하고, 30~50%의 에너지 절약이 가능하며, 건조가 빠르기 때문에 생산성이 향상되고, 더욱이 호재료 사용량의 감소를 기대할 수 있다는 것이다. 또한 그밖의 가호사의 품질 및 조업성에 대해서도,

① 호제의 피복도가 향상되어 침투분포가 좋아짐.

② 수분이 적기 때문에 건조과정에서 실 서로간의 재부착율이 감소하고, 부분 로드부에서의 사절수도 감소함.

이라는 점이 강조되고 있으며 잔털 재움 효과에 대해서는 상당한 효과를 인정하는 보고가 있으나 한편에서는 이론을 제기하는 보고도 있어 금후의 연구에 기대되는 바 크다.



그런데 셔틀리스직기용 가호기로서 고압스퀴징장치가 있는 것이 적합한 이유는 제직성을 저해하는 요인의 하나인 테이프사(달라붙은 실)를 크게 감소하는 것이 기대되기 때문이다.

스퀴징효과는 스퀴징롤러의 닢의 압력과 폭에 좌우되며 닢의 폭이 지나치게 크거나 적어도 문제가 발생한다. 닢의 폭은 일반적으로 15mm전후가 좋다고 말하고 있기 때문에 고압스퀴징의 경우는 그만큼 고무 롤러의 경도를 올리지 않으면 안된다. 예로서, 15mm폭의 스퀴징롤러에 2t정도의 압력을 주어 스퀴징하는 경우, 고무 롤러의 경도는 75~80 ° (shore)가 바람직하다.

#### 라. 통 경

통경공정은 제직할 직물의 종류 및 로트의 크기 등에 따라 “바디꺾기방식” 또는 “경사 잇기 방식”중 어느 것인가를 선택하게 된다. “바디꺾기”를 하는 기계는 리칭 머신(reaching in machine) 또는 자동 통경기(auto drawing machine)가 있으며 “경사잇기”를 하는 기계로는 연경기(lying machine)가 있다. 주로 품종을 바꿀 경우에 “바디꺾기”를 하지만, 동일한 품종의 제품을 계속 제직할때에는 “경사잇기” 방법을 사용하는 경우가 많다.

##### 가) 연경기

가장 일반적인 것이 연경기에 의한 방법이다. 이 연경기는 전용의 방에 고정장치하여 사용하는 고정형(stationary type)과 직기의 설치대에서 사용하는 휴대형(portable type)이 있으나, 위버스빔이 대형화하면 휴대형이 취급하기 쉬워 일반적으로 사용되고 있다. 단, 휴대용 연경기는 직기설치대의 청소가 불충분하여 직기가 오염되기 쉬우며 경사에 작은 능이 발생하여 실끊김을 증가시켜 품질에도 악영향을 미치기도 하고 파손된 종광, 드로퍼(dropper), 바디를 그대로 사용한다든가 하는 경우가 있기 때문에 주의해야 한다.

#### 나) 자동 통경기

최근과 같이 다품종 소량화 경향이 되면 고생산성의 셔틀리스 직기라 할 지라도 대량생산용의 직기로서 채용하는 것이 아니라 빨리 대처할 수 있는 소로트용 직기로서 사용하는 경우가 증가하고 있다. 최악의 경우는 직기 1대씩 품종이 다른 조업의 형태로 있을 수 있는 일이고, 당연히 이 경우에는 거의 “바디궤기” 방법으로 되기 때문에 직기의 가동효율을 높이는 데에 통경능력이 가장 애로사항으로 되어 왔다. 이상과 같은 배경과 통경 숙련공의 확보가 어렵기 때문에 최근에는 대기업 이외에도 고가의 자동통경기를 채용하는 회사가 증가하고 있다.