

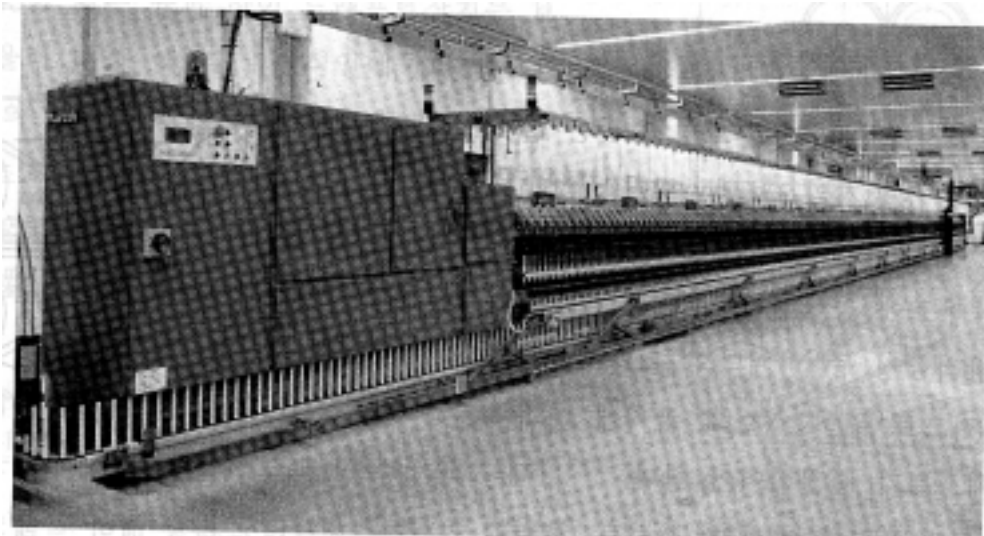
면방적 - 07

1.2 면방적 공정

1.2.6 링정방(ring spinning)공정

정방공정은 원면으로부터 여러 공정을 거치면서 원면 속에 섞여있는 많은 불순물이나 실을 뽑는데 적합하지 않은 단섬유 등이 제거되고, 섬유가 잘 펴짐과 동시에 평행이 되도록 배열하면서 정방공정에 공급할 수 있는 굵기까지 드래프트된 섬유속을 원하는 실의 굵기까지 가늘게 드래프트하고, 강력이 큰 실이 되도록 꼬임을 준 다음, 다 된 실을 보빈에 감아주는 공정이다.

이 공정은 방적공정중 면사의 변수, 꼬임수, 품질 등이 결정되는 최종단계로서 다른 공정보다도 실의 품질과 생산성에 미치는 영향이 가장 크기 때문에 관리에 각별히 신경을 쓰지 않으면 안된다.



<그림1-42> 링 정방기의 모습

원래 면방적기술은 1530년에 보빈과 플라이어(flyer)가 발명이 되면서 그간

의 수공업 방식에서 기계공업방식으로 바뀌어 가기 시작하였다. 그후 1779년 물레로 실을 만든 원리와 비슷한 물(mule)정방기가 발명되었고, 1828년에는 링정방기가 발명되었는데, 이 방식은 드래프트부, 가연부, 권취부로 구성되어 있으며, 그 동안 기본원리는 그대로 유지되고 있지만 수많은 개량이 이루어지면서 오늘에 이르게 되었다.

단(短)섬유방적공업에서의 정방방법은 크게 나누면 링정방과 로터(rotor)식 오픈엔드(open end)정방이 있다. 단섬유방적의 주요 설비는 링정방기로서 압도적으로 많이 가동되고 있으며, 다음은 로터식 오픈엔드(OE)정방기가 1960년대 후반부터 실용화하기 시작하여 우리나라에도 상당수 도입되어 있다.

일본에서 개발된 에어젯(air jet)정방기는 미국에서는 많이 도입하여 가동하고 있다고 하나, 일본이나 우리나라에서는 별로 많이 보급되어 있지 않다. OE정방이나 에어젯정방은 연조슬라이버를 직접 드래프트하고 꼬임을 주어 패키지(package)로 감기 때문에 링정방에서의 조방, 정방, 권사의 3공정이 1공정으로 단축되어 많은 이점이 있다. 일반적으로 혁신정방법은 링정방보다도 높은 생산성과 인력감소를 위하여 공정을 단축하거나 자동화하고 있다. 그러나 꼬임을 주는 방법이 링정방과 달라서 방출번수, 실의 강력, 실의 태나 유연성 등이 문제가 되어 널리 보급되지 못하고 있다.

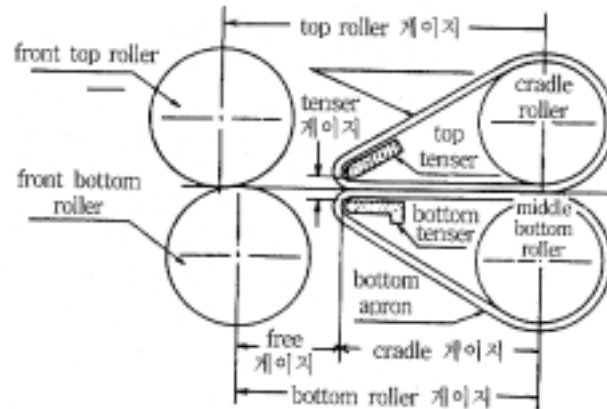
링정방기는 가연과 권취가 함께 이루어지는 구조로서는 가장 우수하며, 생산량도 상당히 많은 편이고 품질도 좋아 현재 면사뿐만 아니라 모사, 화섬사방적에도 널리 사용되고 있다.

1.2.6.1 정방공정의 작용

(1) 드래프트 작용

조방공정에서 넘어온 로빙 보빈은 일반적으로 정방기의 보빈 행어(bobbin hanger)에 걸려 로빙이 서서히 풀리면서 롤러 파트에 공급된다. 롤러 파트에

서는 방적공정 중 마지막의 드래프트가 이루어지므로 원하는 실의 굵기에 따라서 드래프트가 결정되어야 한다.



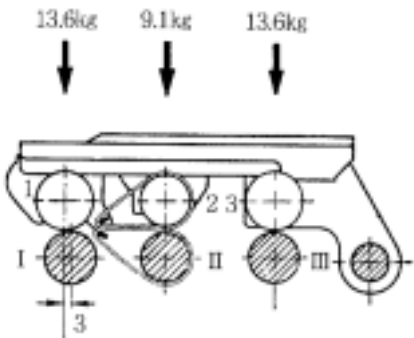
<그림1-43> 메인 드래프트 존 각 부의 명칭

각 드래프트 존에서는 프론트 보텀 롤러와 백 보텀 롤러의 표면속도의 비에 따라 준비드래프트(break draft), 중간드래프트(intermediate draft) 또는 긴장드래프트(tension draft), 주드래프트(main draft)가 이루어지며, 총드래프트(total draft)는 이들 드래프트를 모두 곱해 주거나 프론트 보텀 롤러와 백 보텀 롤러의 표면속도 비로 계산할 수가 있다.

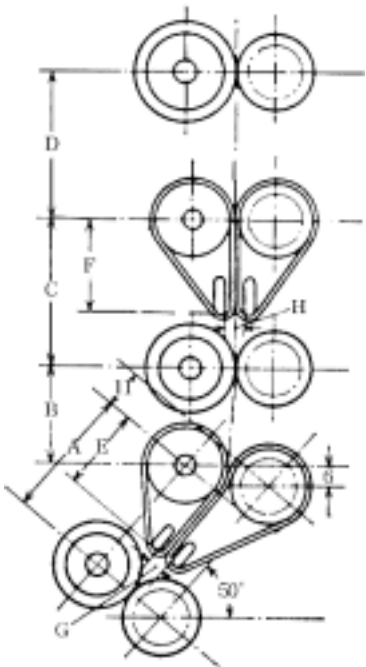
그러나 실제로는 조사(roving)의 굵기, 꼬임수, 섬유장, 섬유의 종류와 롤러 파트에서의 톱 롤러에의 압력, 롤러 게이지, 실의 연축 등으로 발생하는 드래프트 도중의 섬유의 미끄러짐(slippage)이나 불완전한 드래프트로 실제 드래프트는 계산상의 드래프트 보다도 약간 떨어지기 마련이며, 실제(實際)드래프트와 계산(計算)드래프트와의 비를 드래프트 효율이라고 한다.

드래프트방식에는 상하 3쌍의 롤러에 의한 오디너리 드래프트(ordinary draft)가 있으나 현재는 거의 사용되지 않는다. 에이프런식 3선 하이 드래프트

트방식은 그림1-44와 같이 중간 상하 롤러에 끼워져 있는 고무로 된 에이프런이 단섬유도 확실하게 잡아줄 수 있게 면적이 넓고, 탄력이 풍부하기 때문에 섬유를 손상시키지 않으며 또한 섬유가 뿔혀질 때 다른 섬유의 배열이 흐트러지지 않는다.



<그림1-44> 에이프런식 하이드래프트장치

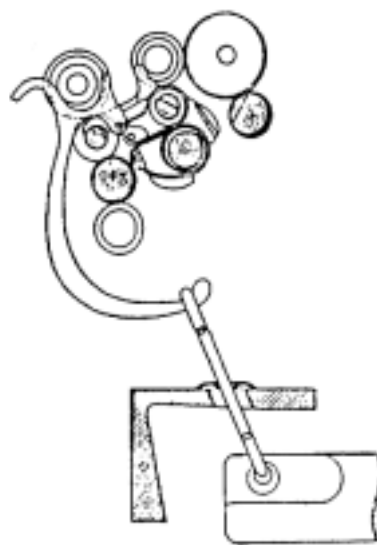


<그림1-45> Super high draft장치

또한 원면의 섬유장이나 뽑으려는 실의 변수가 다소 다른 경우에도 게이지를 변경시키지 않고 사용할 수 있어 편리하다.

그림1-45와 같은 슈퍼 하이 드래프트장치는 보통 5선 롤러 더블 에이프런 방식인데, 이 방식은 3쌍 롤러의 하이 드래프트방식에 2쌍의 롤러를 추가하여 초고(超高)드래프트를 도모한 것이다. 그러나 드래프트 구간이 너무 길어져 섬유속을 충분히 제어하기가 어려워져 실의 불균제를 일으키기가 쉬우며, 장치가 그만큼 복잡하고 소재나 보전이 어려워진다.

표1-10은 드래프트 방식과 드래프트의 크기와의 관계를 나타낸 것이다. 링 정방기에서 드래프트 롤러는 그림1-46에서 보는 바와 같이 다른 공정과는 다르게 드래프트 롤러가 앞으로 비스듬이 기울어져 있다. 프런트 롤러에서 흘러나오는 섬유속은 뽑으려는 실의 굵기를 이룰 섬유만 있으므로 매우 가늘뿐만 아니라 많은 드래프트를 받아 조사의 꼬임은 전혀 남아있지 않으므로 링 위를 돌고 있는 트래블러에 의하여 섬유속에 꼬임을 줘서 강도가 있는 섬유속, 즉 실이 만들어지도록 하여야 한다.



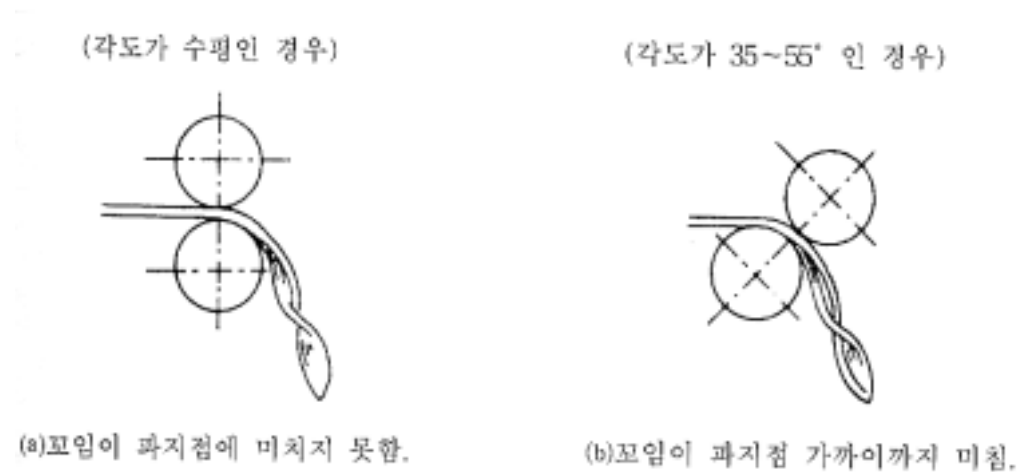
<그림1-46> Casablancas식 high draft방식

<표1-10> 드래프트 방식과 드래프트의 크기

드래프트 방식	드래프트의 크기(배)
오디너리 드래프트	5~10
하이 드래프트	15~50
슈퍼 하이 드래프트	50~150

그런데 그림1-47에서 (a)와 같이 롤러 스탠드가 수평인 경우는 섬유속이 상하 프런트 롤러의 파지점(nip point)을 통과하고도 섬유속이 밑에 있는 스네일 와이어, 트래블러를 거쳐 보빈에 감겨야 하므로 꼬임이 걸리지 않은 아주 약한 부분이 길어져 섬유속이 프런트 롤러에 감기기도 하고 실이 끊어지기도 한다.

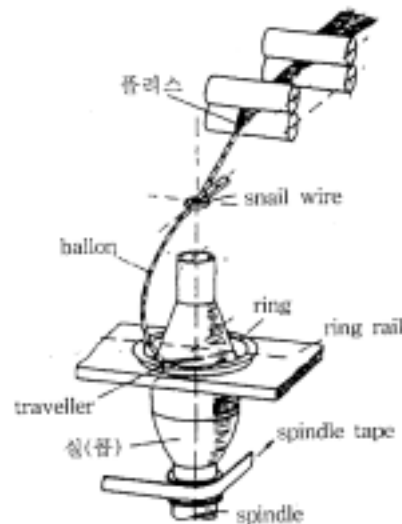
이를 방지하기 위하여 롤러를 받쳐주는 롤러 스탠드를 35~55° 앞으로 기울게 한다. 그림으로써 플리스가 프런트 보텀 롤러와의 접촉을 가급적 적게 하고, 트래블러에 의한 꼬임이 닙 포인트 가까이까지 미치게 하면서 섬유속이 강도를 갖추게 하여 실이 끊어지지 않게 하고 있다.



<그림1-47> 롤러 스탠드의 각도

(2) 가연(可燃)작용

링정방기에서 가연작용은 실의 권취과정에서 이루어지는데, 프런트 롤러에서 흘러나오는 섬유속은 그림1-48에서 보는 바와 같이 스네일 와이어(snail wire 또는 thread guide)를 통과하여 링 플랜지(flange)를 따라 회전하는 트래블러(traveler)를 거쳐 보빈에 감긴다. 이러한 과정에서 보빈에 감기는 실은 트래블러를 걸고 회전하므로 트래블러는 링 플랜지 위를 활주하면서 회전수만큼 프런트 롤러와 트래블러 사이의 섬유속에 꼬임을 주게 된다.

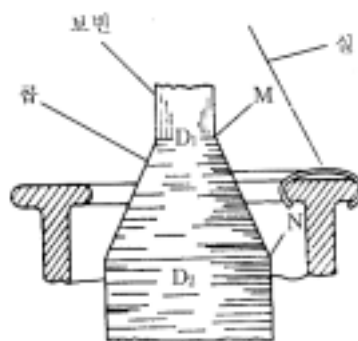


<그림1-48> 정방기의 가연 · 권취작용

여기서 링정방기에서 실이 꼬이는 원리를 생각해 보면, 프런트 롤러에서 흘러나오는 섬유속(fleece)과 스펀들에 꽃혀서 실을 감아내기 위하여 회전하는 보빈(bobbin)과 링 레일에 고정되어 있는 링의 플랜지를 실에 이끌러 수동적으로 자유롭게 돌 수 있는 트래블러(traveler)의 3부분으로 이루어져 있다. 만일 실이 끊어지지 않는다는 가정하에 트래블러가 링에 고정되어 있다고

하면 프런트 롤러에서 흘러나온 실은 고정된 트래블러를 거쳐 보빈에 감길 뿐이고 실에는 전혀 꼬임이 걸리지 않게 된다.

이와는 반대로 트래블러가 보빈과 똑 같은 회전속도로 링 플랜지 위를 돈다면 프런트 롤러와 트래블러 사이의 실에 트래블러의 회전수만큼만 꼬임이 걸리고 보빈에는 전혀 실이 안 감기게 된다. 실제로는 섬유속은 프런트 로러에서 나오는 실을 다 감고도 꼬임까지 줄 수 있는 일정한 회전속도로 돌고 있는데, 보빈에 감겨있는 사층(絲層)은 그림2-49에서 보는 바와 같이 링 레일이 보빈의 M점의 굵기 D_1 과 보빈의 관사(管絲·cop)가 다 감긴 N점에서의 굵기 D_2 로서 M과 N사이의 1체이스(chase)를 오르내릴 때마다 관사의 굵기에 따라 보빈이 실을 감는 선속도는 점M보다도 점 N이 더 빨라지므로 이에 따라 실을 감는 속도도 다르게 된다. 링 레일은 M~N의 체이스를 오르내리므로 링과 트래블러도 똑같이 오르내리는데, M점에서는 굵기가 D_1 으로 가장 가늘고 보빈의 회전으로 일정한 속도로 공급되는 실을 감아주고 여력만큼은 트래블러가 회전함으로써 실에 꼬임을 주게 된다.



<그림1-49> 트래블러와 콕

링 레일이 점차 아래로 내려가면 관사가 굵어지므로 회전속도가 일정한

관사 표면의 선속도가 빨라져 실을 감는 속도가 빨라지기 때문에 트래블러가 더 빠른 속도로 회전하여 보빈의 실이 감기는 속도를 조정하게 된다. 즉 실이 M점에 감길 때 보다는 N점에 감길 때 트래블러도 더 빨리 회전하게 된다. 따라서 보빈에 감긴 관사의 꼬임은 N점에서 가장 많고, M점에서 가장 적어 꼬임수가 일정하지가 않다. 그러나 관사를 관사의 축(軸) 방향으로 끌어낼 때는 보빈에 감겨진 실이 몇바퀴 감겨져 있는지 바퀴수와 똑 같은 수의 꼬임이 걸리게 되므로 M점의 관사에는 N점의 관사보다도 트래블러 회전수의 차이만큼 더 걸려 실의 꼬임수가 균일하게 된다.

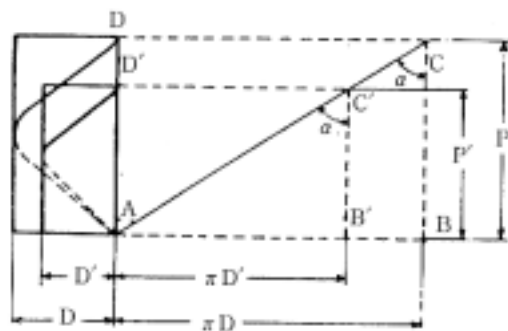
링정방에서 실의 꼬임은 프런트 롤러에서 흘러나오는 섬유속이 트래블러가 회전함으로써 섬유속의 축을 중심으로 모든 섬유가 나선(螺線)상태로 돌면서 서로 뭉쳐 가늘지만 원통모양으로 길게 이어져 실로서의 굵기를 갖게 해주며, 섬유 상호간의 마찰로 서로서로 끌어안는 포합력이 커지고, 섬유가 서로 미끄러지는(slip) 상태를 막아줘 실로서의 강력을 갖게 해 준다.

꼬임은 면과 같은 짧은 섬유가 끝없이 뭉쳐 이루어진 선을 만들어 우리 필요에 따라 여러 올을 합쳐 굵은 줄을 만들기도 하고, 실의 굵기를 조절하여 많은 실들을 질서있게 세로와 가로로 엮어 천을 만듦으로서 우리에게 없어서는 안되는 옷을 만드는 감을 만들 수도 있게 된다.

꼬임수는 면사의 경우 1in간의 수 (twist per inch · TPI)로 나타내는데, 꼬임수가 많아지면 실의 모양이 또렷해지고 단단해지면서 실의 강도도 커지지만 강도가 최대인 포화(飽和)꼬임을 넘으면 점차 강도가 떨어지다가 마침내 끊어지고 만다.

그림1-50에서 실의 변수, 즉 지름이 D와 D'로 서로 다른 2올에 동일한 효과의 꼬임을 주기 위해서는 섬유의 미끄럼과 큰 관계를 갖고 있는 꼬임각도 α 를 같게 해주기 위하여 가는 실일수록 꼬임을 많이 주어야 하며, 인치

간의 꼬임수(TPI)와 변수(N)와의 관계는 면사의 경우 다음과 같이 $TPI = C\sqrt{N}$ 로 표시된다. 즉 TPI는 변수의 평방근과 비례하며, C는 연계수(twist multiplier · TM 또는 twist coefficient · TC)라고 한다. 그러므로 실의 꼬임정도를 나타내는 연계수(撚係數)만 제시되면 변수에 따르는 TPI는 바로 결정되므로 실의 꼬임정도는 TPI보다도 TM으로 많이 표시된다.



<그림1-50> 꼬임각도의 전개도

<표1-11> 면사의 용도별 연계수

꼬임 정도	특수약연	약 연	보 통	강 연
연계수	1.3~2.8	3.4	4.0	5.0~5.4
용 도	니트사	위 사	경 사	크레이프사

표1-11을 보면 일반적으로 직물용 면사의 경우 경사(날실)는 강도가 중요하므로 포화 꼬임에 근사하게 연계수가 많으며, 위사(씨실)는 경사의 90% 정도로 실을 부드럽게 하는 것이 보통이다. 니트용 면사는 제품이 부드럽고 유연하여야 하며, 짜기도 좋게하기 위하여 특별히 약연(弱撚 · soft twist)으로 꼬임을 적게 하며, 그러기 위하여 보통보다도 섬유장이 더 길고 고급스러운 원면을 사용해야 한다. 크레이프(crepe)와 같이 특수한 효과를 내기 위한 강연

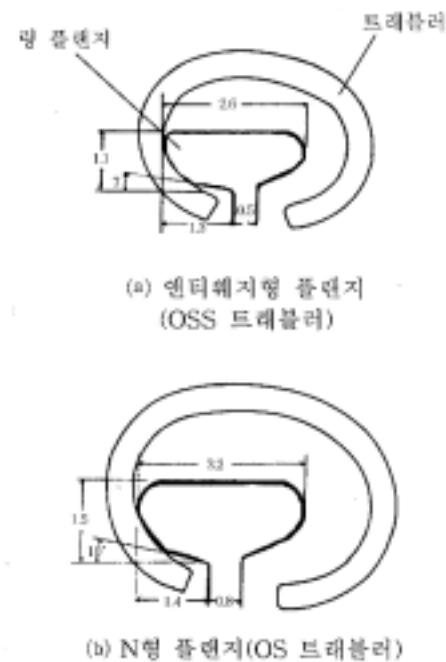
사(强撚絲 · hard twist yarn)도 있다.

표1-12에는 연계수와 꼬임으로 인하여 실의 길이가 줄어드는 연축(撚縮 · twist contraction)과의 관계가 나타나 있다.

<표1-12> 연 축 륜

연 계 수	3.00	3.25	3.50	3.75	4.00	4.25	4.50
연축률(%)	3.10	3.78	4.40	5.08	5.70	6.43	7.05

가연작용에서 가장 중요한 역할을 하는 트래블러의 회전궤도가 되는 “T”자 모양의 링 플랜지는 그림1-51에서 보는 바와 같이 실을 걸고 회전하는 “C”자 모양의 트래블러와 밀착하게 되므로 플랜지의 접촉표면은 아주 매끄러워야 하고, 트래블러와의 마찰에 의한 마모를 방지하기 위하여 표면을 단단하게 하는 담금질(case hardening)로 상당한 경도를 갖추고 있다.



<그림1-51> 링 플랜지의 형태

트래블러는 강철선을 구부려 만든 것으로 플랜지보다 경도를 낮게 하여 링을 손상시키지 않고 그 자체가 먼저 마멸되도록 약간 무르게 하고 있다.

트래블러는 너무 가벼우면 실의 장력이 부족하게 되어 보빈에 실이 물렁하게 감기기 때문에 권사공정에서의 해사과정에서 사층이 무너질 염려가 있으며 또한 보빈에 감기는 사량이 적어지기 때문에 실의 장력이 허용하는 한 무거운 것을 사용하는 것이 좋다. 한편 너무 무거우면 실에 장력이 많이 걸리게 되어 사절이 많아진다.

트래블러에는 O형, G형, OS형과 같이 몇가지 형(型 · type)이 있으며, 무게는 번호로 나타내고 각 번호에 대한 100개의 무게가 정해져 있다. 예를 들어 면사 30's용으로 G형 5/0번 트래블러를 사용한다면 100개의 무게가 50gr(grain · 그레인)이며, 그램으로 환산하면 $3.24\text{g}(1\text{gr}=0.0648\text{g})$ 이므로 트래블러 1개의 중량은 0.0324g이 되어 매우 작고 가볍다는 것을 알 수 있다.

트래블러는 원면의 종류, 링 직경, 스핀들 회전수, 온습도, 방출번수, 꼬임수, 보빈 리프트 등에 따라 경험을 바탕으로 적당한 것을 선정하며, 일정한 표준은 없다.

트래블러가 섬유속에 꼬임을 주는 데 있어서 회전하고 있는 실의 장력이 항상 일정하도록 하기 위하여 그림1-48에서 보는 바와 같이 스네일 와이어(snail wire)는 실의 통로를 일정하게 하여 실의 벌룬(balloon) 크기를 적절하게 조정하면서도 실의 꼬임은 프런트 롤러의 파지점까지 잘 파급되도록 스네일 와이어와 스핀들의 중심이 수직이 되어야 한다. 그럼으로써 벌루닝(ballooning)이 균일하게 되고 트래블러의 회전이 원활하게 되어 링이나 트래블러의 이상마멸(異常磨滅)을 막을 수 있다.

프런트 롤러에서 흘러나오는 실은 스네일 와이어를 통과한 다음 보통 지름이 2.0~2.5in 정도 되는 링 위를 도는 트래블러에 의하여 링 둘레를 빠른

속도로 돌면서 원심력에 의하여 스네일 와이어를 꼭지점으로 하고 측면이 바깥쪽으로 부품 원뿔모양의 벌룬을 이룬다. 이런 현상을 벌루닝이라고 하며, 벌룬의 크기는 섬유의 종류, 실의 변수와 꼬임수, 트래블러의 속도와 중량, 링의 지름, 스네일 와이어와 링간의 거리 등에 따라 실의 장력에 영향을 받는다.

벌룬의 크기는 항상 적당한 크기를 유지해야 하는데, 벌룬이 너무 크거나 실에 단섬유들이 좀 크게 뭉친 슬럽(slub)이나 잡물, 풍면 등으로 갑자기 벌룬이 커지면서 무너지면 실이 끊어지는 것은 물론 옆의 실까지 끊어버리기 때문에 이를 방지하기 위한 앤티 벌루닝(anti- ballooning)장치로서 각 스핀들 사이에 경금속이나 플라스틱 판으로 만들어진 세퍼레이터(separator)를 하나씩 설치하고 있으며, 벌룬의 크기를 적당한 위치에서 직접 억제해 주는 엔티노드 링(antinode ring 또는 balloon control ring)을 달아주기도 한다. 이들을 사용하면 실과의 계속적인 마찰로 잔털이 많아지는 경향이 있으므로 유의해야 한다.

(3) 권취(捲取)작용

링정방기에서 실의 권취는 트래블러가 실을 걸고 링 프랜지를 따라 보빈 주위를 회전하여 실에 꼬임을 줌과 동시에 꼬여진 실을 보빈에 바로 감아낸다. 보빈은 스핀들(spindle)에 꽂혀 돌게 되는데, 스핀들은 추(錘)라고 부르며, 한가닥의 실을 최종적으로 뽑는 기본시설이 된다. 정방기의 추수는 원면의 종류나 뽑고자 하는 실의 변수, 품질, 생산량이나 관리수준 등에 따라 어느 정도의 차이는 있겠으나 혼타면에서 조방까지의 기계대수를 결정하는 기본이 되며, 방적공장의 규모를 나타내는 기본단위로도 사용된다. 또한 1추량(錘量)으로서 방적공정의 각종 생산성이나 등가비율(等價比率)을 산정하는 데 중요한 시설의 기본단위가 되기도 한다.

스핀들은 스핀들 레일(rail)에 고정되어 고속으로 장시간 진동없이 가볍게 돌게 함으로써 소비전력도 절약할 수 있도록 항상 스핀들유에 잠겨있는 특수 베어링에 끼워져 있다. 스핀들유는 특수기름으로서 윤활성을 좋게 하기 위하여 여름용과 겨울용에 따라 점도(粘度 · viscosity)를 달리 구분하여 사용하고 있다.

스핀들의 진동은 실의 장력을 불균일하게 하여 실의 품질이나 사절에 영향을 미치기 때문에 롤러 베어링(roller bearing) 스핀들의 회전진동은 15,000rpm에서 0.1mm이내로 수입검사 기준을 엄격하게 적용하고 있다.

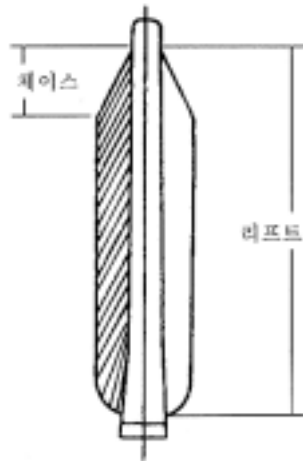
스핀들은 스핀들 레일에 고정되어 있으며 원동(原動)모터로부터 직접 구동되는 틴 롤러(tin roller)나 틴 풀리(tin pulley)에 의하여 회전한다. 그간 틴 롤러가 많이 사용되었는데, 근래에 와서 스핀들이 고속화하면서 밸런스를 잡기가 쉽고 진동이 적으며, 소음이 적고 공기저항이 적어 동력소비도 적은 틴 풀리가 많이 사용되게 되었다.

스핀들에 하나씩 꽃아 실을 직접 감아내는 보빈은 원래 목관이었으나 사용하다보면 깨지기도 하고 모양이 조금씩 바뀌어 진동을 줄이기 힘들기도 하여 고속화하면서 합성수지의 플라스틱 보빈이 널리 사용되고 있다. 보빈의 회전진동은 15,000rpm일 때 상단부의 측면 진동이 0.3mm이하이어야 하는 것으로 정해져 있다.

방출한 실은 가연되면서 그림1-48에서 보는 바와 같이 트레이블러를 거쳐 보빈에 감겨 면방에서는 일반적으로 그림1-52와 같은 콕 빌드(cop build)방식으로 감긴다.

콕 빌드방식의 관사(cop)는 링 레일의 위아래로 오르내리는 운동에 의하여 이루어지는데, 링 레일의한번 오르내리는 높이, 즉 그림 1-49에서 점 M-N의 높이를 체이스(chase)라고 부르고, 리프트(lift)의 일부이며, 그림1-52와 같은

모양으로 감으려면 체이스의 위치가 점차 조금씩 위로 올라가야 하고, 올라가는 속도는 느리게 하여 촘촘히 감기게 하고 내려갈 때는 빨리 내려가게 해주고 있다.



<그림1-52> 코일 빌드방식