

방 적 기 술

OE정방공정편 - 01

1. 오픈 엔드 정방의 개요

면이나 모 또는 스테이플 파이버의 다발에 꼬임과 연신을 주어 실을 만드는 방식은 여러 가지 방법이 있으며, 이 중에서도 특히 링(ring) 정방법은 널리 쓰여지고 있다. 그렇지만 링 정방기도 생산성의 면이나 조업 안정성 같은 것들이 한계점이 왔다고 기술적인 면에서 평가되고 있다. 일반적으로 발전 단계를 역사적으로 미루어 본다면 어떤 한 가지의 기술이 진보 발전하고 그것이 포화점에 가깝게 되면서 그 뒤에는 반드시 새로운 종류의 기술이 나타나게 되고, 그 기술은 종전의 기술을 더욱 발전시킨다. 이러한 일반적인 기술 발전의 단계에 좇아서 정방기술의 발전도 혁신적인 새로운 기술의 출현이 커다란 소망으로 되어 왔다. 이와 같은 상황에서 방적사를 제조하는 기구가 링 정방기와는 전혀 다른 오픈 엔드 정방기가 나타나게 되었다. 방적공정에서 쓰이는 정방기는 물(mule) 정방기로부터 현재와 같은 링 정방기로 발전하였고, 현재의 링 정방기는 다시 오픈 엔드 정방기로 변천되어 작업에 소요되는 인원을 줄여 오고 있다. 이와 같이 섬유기계의 발전이 운전인원을 감소하는 성력화에 있는 것은 많은 사람이 아는 사실이다. 실제로 세계에서 생산되고 있는 섬유기계는 이 방향에 좇아서 진보 발전되고 있다. 이와 같은 섬유기계의 성력화 과정을 알아 본다면 다음과 같이 5단계로 되어 있다.

제1단계 고생산화(Hight Production)

제2단계 대형화(Large package)

제3단계 기계의 자동화(Automation)

제4단계 방적공정의 자동화

제5단계 오픈 엔드 방적법

이와 같은 순으로 되어 있다.

1.1 오픈 엔드 정방의 변천

링 정방법은 1828년에 존 드롭(John Throp)에 의하여 발명된 이래 계속 진보 발전을 거듭한 결과 다른 방식의 정방법을 능가하게 되었고, 세계 자국의 모든 방적공자에 널리 보급되었으며 정방기로서 최고의 성능을 가진 기계라고 평가를 받게 되었다. 그러나 최근에 와서는 생산성이나 성력화의 요구 이외에도 링 정방기는 실을 방출하는 속도나 관사의 크기를 대형화 하는 데에 제약을 받으며 또 꼬임을 꼬는 원리 때문에 생산성과 성력화의 면에서도 유리하지 못하게 되었다. 이러한 이유 때문에 오픈 엔드 정방법이 새로운 정방기술로 출현하게 되었다. 오픈 엔드 정방의 역사는 19세기 초에 영국의 W.A. Phillip이 획득한 미국특허 US 6647714까지 거슬러 올라갈 수 있다. 이것을 시초로 해서 당시에는 오픈 엔드 정방의 특허출원이 많이 있었으나 실용적인 면에서 효과를 거두지 못했다. 그 후 약 30년이 지난 1930년대에 현재의 오픈 엔드 정방의 기본이 되는 로터식 오픈 엔드 정방의 특허가 나타나게 되었으나 그것을 공업적인 면으로 받아 들이기에는 시기상조라 하여 이 때의 특허가 실용화 되지 못하였다. 그 후 약 20년이 지난 1950년대의 후반부터 업계의 관심이 높아지게 되었고, 세계 각국의 기업과 연구소에서 연구가 활발하게 시작되었다. 1966년 체코의 면업기술연구소에서 오픈 엔드 정방기 BD 200형이 나타나면서부터 오픈 엔드 정방기는 점차로 현재와 같은 오픈 엔드 정방기로 발전하게 되었다.

1.2 오픈 엔드 정방의 원리

링 정방기의 성능 한계를 타파하는 방법은 트래블러를 폐지해서 꼬임을 주기 위하여 관사를 회전시키지 않는 방법이 좋다. 이와 같은 관점에서 스핀들-링-트래블러 기구를 없애고 가연(트위스팅)과 권사(와인딩)를 분리한 것이 오픈 엔드 정방기이다. 이것은 공급된 섬유다발과 이미 생산된 실 끝과의 연속성을 일시적으로 단절시키는 것이 기본 원리이다. 그림 1-1의 (a)에서 공급 롤러 A와 송출 롤러 B사이의 섬유다발에 꼬임을 주는 장치 C가 섬유다발에 꼬임을 주면 C의 왼쪽과 오른쪽의 꼬임방향이 반대로 된다. 그러므로 섬유다발이 A에서 B로 이동할 때 B를 빠져서 오른쪽으로 이동되는 섬유다발에는 꼬임이 없게 된다. 그림 1-1의 (b)는 AC사이에 절단점을 만들고 C를 회전시키면 CB사이에 꼬임이 주어지고 그 결과 B를 빠져서 오른쪽으로 이동하는 섬유다발은 실이 될 수 있다. 이 경우에 C에는 A로부터 연속적으로 섬유다발이 공급되어야 한다. 이와 같이 섬유다발을 끊는 점을 생각하고 한쪽 실 끝을 개발해서 실을 꼬고 있는 사실로부터 오픈 엔드(open end)라는 이름이 생기게 되었다. 그러므로 오픈 엔드 정방법에서는 섬유다발의 연속성을 일시적으로 끊고 이미 만들어져 있는 미기실의 끝에 섬유를 연속 공급하면서 미끼실을 회전하여 꼬임을 가하는 정방법이다. 그림 1-1과 1-2는 오픈 엔드 정방방식의 원리를 나타낸 그림이며, 그림 1-3은 오픈 엔드 정방기의 외관이다.

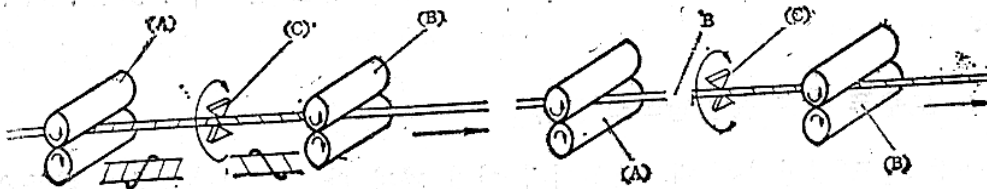


그림 1-1

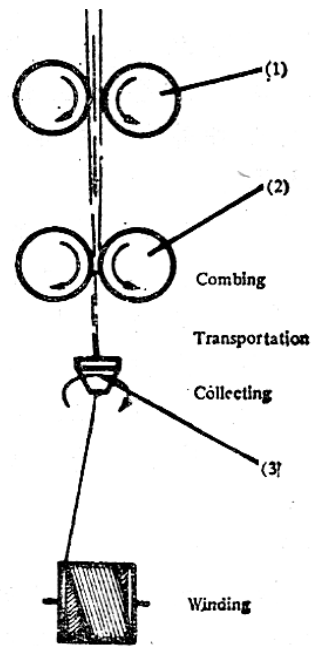


그림 1-2

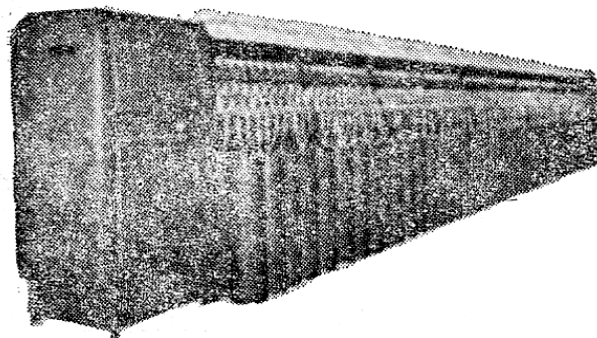


그림 1-3 오픈 엔드 정방기

1.3 오픈 엔드 정방방식의 종류

오픈 엔드 정방기는 개발과정에서 여러 가지 방식이 고안되었고 이들은 각기 장점과 단점을 갖고 있다. 그 중에서 생산속도의 고속화와 방출하는 실의 품질면을 동시에 만족하는 것이 현재의 로터(rotor)식 오픈 엔드 정방기이다. 그러므로 여기에서는 로터식 오픈 엔드 정방방식과 장래에 개발이 예상

되는 와류식(vortex) 오픈 엔드 정방방식 및 정전기식(electrostatic) 오픈 엔드 정방방식에 대하여 설명하기로 한다.

(1) 로터식 오픈 엔드 정방

이 방식은 코밍 롤러나 드래프트 롤러로 슬라이버를 개섬하고 이어서 섬유를 기류로 날려서 로터의 내벽에 다시 모이도록 하고 로터의 회전에 의하여 로터 내벽에 모여져 있는 플리스에 꼬임을 주어서 실을 만드는 방법이다. 이 방법은 현재까지 실용화 되고 있는 유일한 오픈 엔드 정방방식이다. 로터식 오픈 엔드 정방방식은 슬라이버를 개섬하는 방법에 의하여 드래프트 롤러에 의한 개섬방식과 코밍 롤러에 의한 개섬방식으로 구분한다.

(2) 유체와류식 오픈 엔드 정방

이 방식은 섬유를 유체에 의하여 개섬해서 이송하고 유체의 와류운동에 의해서 플리스를 트위스팅하는 방법이다. 유체로서는 일반적으로 공기를 이용한다. 그림 1-4는 이 방식의 대표적인 것으로서 게츠프리트(Gotzfried)의 공기와류식 오픈 엔드 정방방식을 나타냈다.

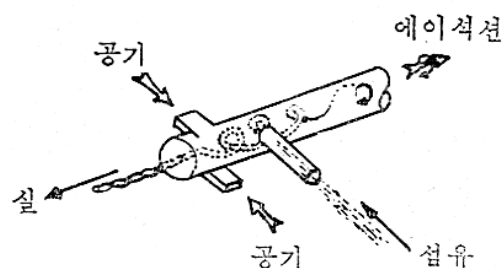


그림 1-4 게츠프리트 공기와류식(air vortex)오픈 엔드 정방 방식

이 방식은 단면이 둥근 파이프의 한쪽 끝으로부터 공기를 빨아들이고 동시에 원형단면의 접선방향으로 와류를 형성한다. 한편 슬라이버로부터 개섬

된 섬유와 와류운동이 일어나고 있는 파이프내에 들어오면 섬유는 파이프의 축을 중심으로 회전하게 된다. 이 때에 파이프 안에 씨실을 넣어주면 씨실로 와류에 의해서 섬유와 더불어 회전한다. 이 때 섬유는 씨실의 끝에 접속되고 씨실과 더불어 회전하기 때문에 실이 형성된다. 이것을 화살표 방향으로 끌어내면 연속해서 꼬임이 가해지면 실이 만들어진다. 이 방적법의 이점은 방사부의 구조가 간단하며 실을 꼬기 위한 회전매체로서 공기를 이용하여 가연하므로 기계적인 가동부품 없이 고속화의 가능성이 크나 다음과 같은 결점이 있다.

1) 슬라이버로부터 개섬된 섬유의 재집속이 불충분하여 파이프 내에서 섬유가 씨실의 끝에 접속되는 비율(섬유의 손실 20%, 개량형은 7~8%)이 적다.

2) 가연 손실이 크다. 즉 파이프 안의 와류의 선회속도와 실이 회전하는 속도의 차이가 크다.

3) 방출된 실은 별키성이 크고 강력이 적으며 잔털이 많다.

(3) 정전기식 오픈 엔드 정방

이 방식에서는 정지하고 있는 바스켓(Basket)의 내면에 슬라이버로부터 개섬되고 공기류에 의해서 날려온 섬유를 정전장 내에 모이도록 하고 또 계속해서 섬유를 평행 배열되게 재집속 방법을 이용한다. 이 방식의 대표적인 것은 그림 1-5, 6과 같은 바텔(Battelle)의 정전 방적법이 있다. 이 방적법의 이점은 방사부의 구조가 비교적 간단하며 가연체의 질량이 적기 때문에 동력 소비가 적게 들며 잔털이 적고 강력도 링사에 가까운 실이 방출되는 점이다. 반면에 다음과 같은 결점도 있다.

1) 섬유를 집속하고 평행 배열되게 하는 정전장을 형성하는데 고압의 전기가 필요하므로 정방실 내의 위험성을 고려해야 한다는 점.

2) 가연을 목적으로 하는 회전체가 회전할 때 나타나는 유도기류 때문에

평행배열된 섬유들의 형태가 흐트러지고 그 때문에 비산면이 많이 생긴다.

3) 작업원의 안전을 유지하는데 위험이 따른다.



그림 1-5 정전기 방적기

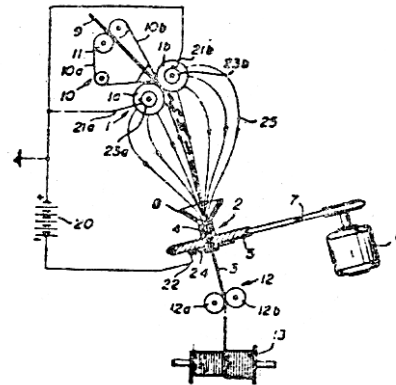


그림 1-6 정전 방적법

1.4 오픈 엔드 정방사의 특징

(1) 로터 안에서 실이 만들어지는 상태

로터식 오픈 엔드 정방기에서 개성된 섬유는 공기에 실려서 로터안에 운반되고 로터가 회전하므로써 나타나는 원심력 때문에 로터 내벽에 재집속된다. 이어서 로터안으로 들어온 씨실에 의하여 꼬임이 주어지고 실이 만들어진다. 로터 내벽에 재집속된 섬유는 그림 1-7에 보이는 바와 같이 로터의 내벽 둘레에 집속되고 실이 형성되는 점 M_1 (이것을 필링 포인트(peeling point)라고 한다)의 위치에서는 집속된 플리스의 단면 섬유 올수가 실의 단면 섬유 올수와 같게 되어 있다. 이어서 씨실의 끝이 로터의 내벽에 와서 닿으면 로터의 회전에 의하여 플리스에는 꼬임이 주어지고 테이크 업 롤러에 의해서 로터 내에서 형성된 실이 로터 밖으로 빠져 나온다. 이 때 필링 포인트 M_1 은 로터 내벽을 따라서 로터의 내벽 위를 회전한다. 이미 말한 바 있지만 오픈 엔드 정방의 필수적인 조건은 섬유가 공급되는 쪽과 플리스가 가연되

는 쪽의 중간 위치에서 섬유속의 연속성이 끊기는 파단점이 있어야 하는데 로터식 오픈 엔드 정방기에서는 코밍 롤러와 롤러 내벽 사이가 지금 말하고 있는 파단점의 작용을 한다. 또 로터의 내벽에 집속된 섬유는 그림 1-7의 (b)와 같이 어느 섬유 한 올이 로터 내벽에 도달된 후, 그것이 실로 될 때까지는 로터가 약 100~300회 회전한다. 이것은 로터 내벽에 모이는 플리스의 더블링 회수가 약 100~300회라는 것을 뜻한다. 이 때문에 로터 내벽에 모인 플리스는 균제도가 향상된다. 오픈 엔드 정방사의 균제도가 좋은 것은 이와 같은 더블링 작용 때문이다. 이 때의 더블링을 백 더블링(back doubling)이라고 한다. 그림 1-8은 로터 안에서 실이 형성되고 있는 상태를 촬영한 사진이다.

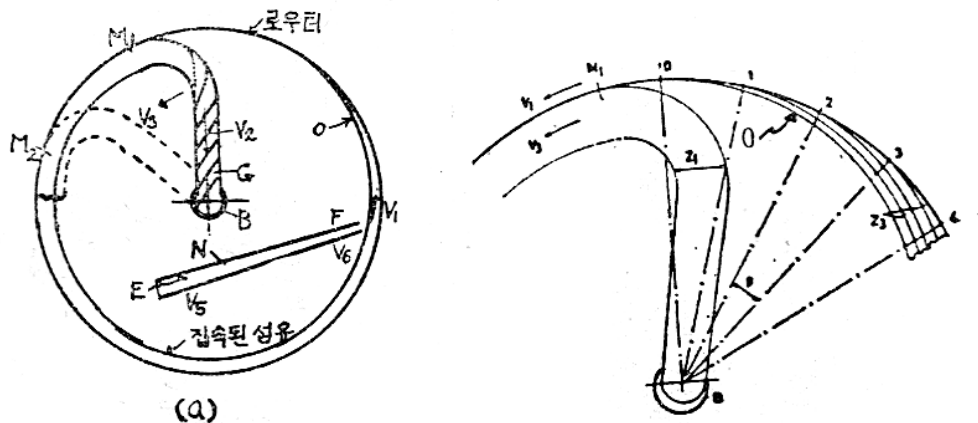


그림 1-7 오픈 엔드의 가연 기구

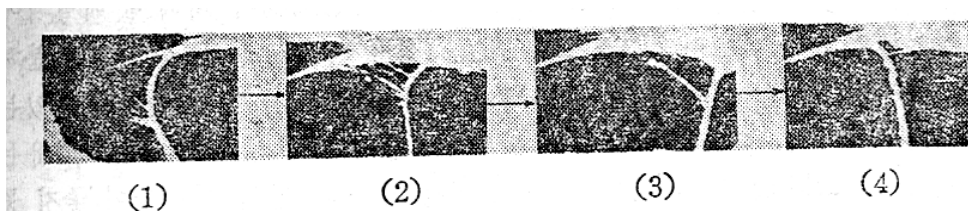


그림 1-8

(1)과 (4)는 로터 안에서 실이 정상적으로 형성되고 있는 상태의 사진이며, (1)→(4) 사이의 과정은 교락섬유(橋絡纖維, bridge-fibre)때문에 실이 형성되는 상태가 (1)의 상태에서부터 (4)의 상태로 바뀌는 과정을 보여준 것이다. 그림에서는 로터 안에서 실이 (1)의 모양을 하면서 형성되던 것이 (4)의 모양으로 바뀌어지는 것을 보여주었지만 대개의 경우는 이런 현상이 일어나면 실이 끊어진다. 교락섬유는 개섬된 섬유가 로터의 내벽에 재집속할 때 개섬상태가 좋지 않기 때문에 로터의 내벽에 섬유가 곧바로 가지 못하고 필링 포인트 부근에서 (2)에서와 같이 실과 플리스 사이에 걸쳐 있게 되는 섬유를 가르킨다.

(2) 실의 특성

오픈 엔드 정방사의 균제도가 로터 안에서 일어나는 백 더블링 효과 때문에 좋아진다는 것은 이미 앞에서 말한 바와 같다. 그림 1-10은 링정방사의 소면사와 코머사 및 오픈 엔드 정방사의 U%를 비교한 그림이다. 이 그림에서 나타난 것과 같이 오픈 엔드 정방사는 링 정방사의 소모사보다 균제도가 월등히 뛰어나게 좋으며 코머사와 비등한 U%를 나타내고 있다. 또 그림 1-9는 우스터 균제도 시험기의 실의 굵기 변동 곡선이다. 이것을 보더라도 오픈 엔드 정방사는 실의 굵기 변동의 진폭이 적은 것을 알 수 있다. 실의 평균 강력은 링 정방사보다 10~20% 떨어지나 이것은 오픈 엔드 정방사의 구조 때문이다. 이런 현상은 OE정방사의 평균 강력이 링 정방사의 그 값보다는 적지만 단사강력은 링 정방사보다 크다는 것을 뜻한다. 그러므로 제직이나 편직 공정에서 실의 끊어짐이 감소되어 작업효율이 증가한다. 오픈 엔드 정방사를 구성하는 섬유의 배열은 랜덤배열이고 이들은 서로 엉켜있는 경향을 갖고 있으므로 섬유가 사축에 대해서 배열되어 있는 평행배열도가 나쁘다. 그러므로 유효 섬유길이가 실의 강력에 충분히 작용을 하지 못한다. 이것은 링 정

방사가 사축에 대해서 평행배열되어 있는 것과는 대조적이다. 그 결과 오픈 엔드 정방사를 구성하고 있는 섬유는 패킹 덴시티(packing density)가 약하고 구성 섬유의 강력 이용률이 좋지 못하다. 그 반면에 OE방적사는 피로저항이나 표면마찰계수가 크다. 그러므로 제직공정에서도 OE사가 링 정방사보다 제직성이 좋다. 그 외에 오픈 엔드 정방사는 다음과 같은 특징을 갖고 있다.

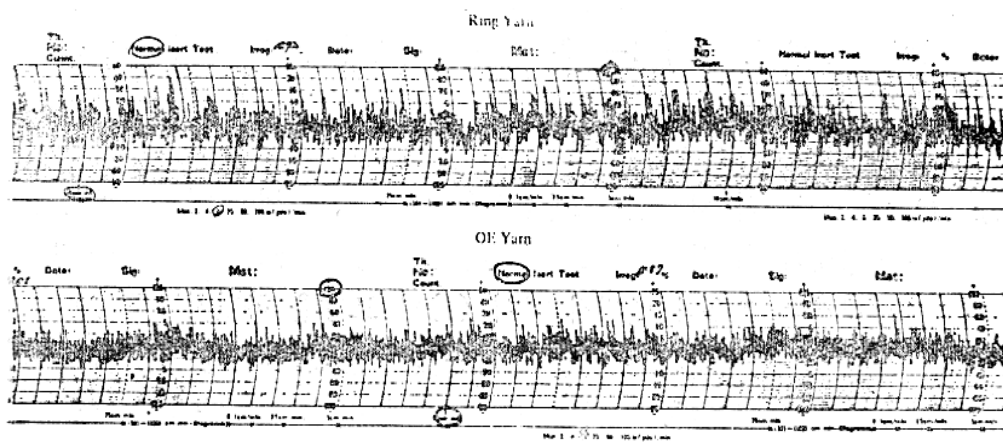


그림 1-9

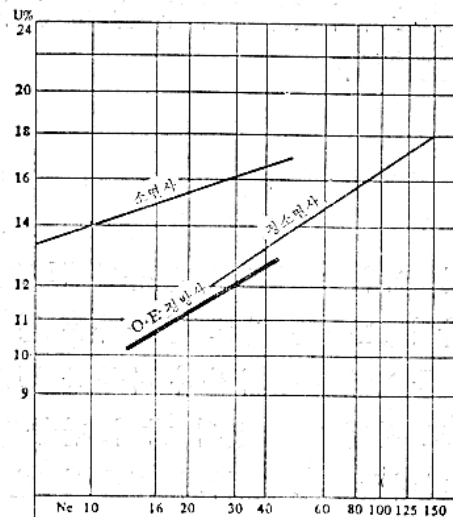


그림 1-10 실의 변수와 U%의 관계

1) 별키성이 링 정방사보다 약 5~10% 크다.

2) 신도가 링 정방사보다 약 20~25% 크다.

(3) 오픈 엔드 정방사의 꼬임 특성

링 정방사의 꼬임 구조는 실을 구성하는 섬유들의 마이그레이션(migration) 효과 때문에 완전한 스파이럴(spiral) 구조이다. 여기에 비해서 오픈 엔드 정방사는 실의 반경 방향에 따라서 꼬임 구조가 변화한다. 이것을 자세히 말하면 오픈 엔드 정방사의 단면에서 반경 방향의 연계수를 보면 실의 중심쪽은 바깥쪽보다 연계수가 적게 되어 있다는 뜻이다. 그렇게 때문에 OE사는 실의 중심축 쪽으로 갈수록 반경 방향의 응력이 적게 되어 있다. 그러므로 오픈 엔드 정방사는 염료나 호부재료의 흡수력이 좋다. 그림 1-11은 링 정방사와 오픈 엔드 정방사의 꼬임구조를 비교한 그림이다. 그림 1-12는 실을 확대하여 찍은 사진이다. 그림 1-13은 실의 단면도이다.

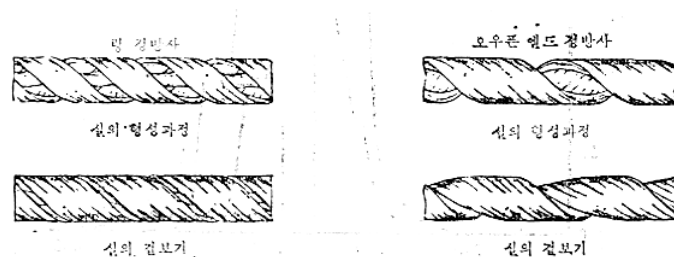


그림 1-11 꼬임 구조의 비교

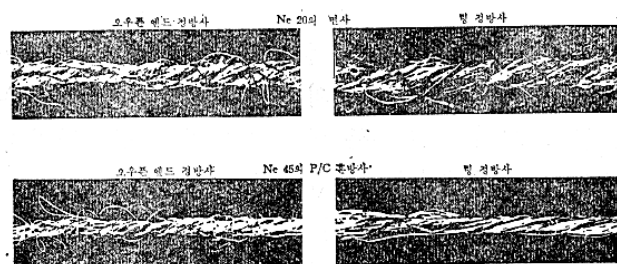


그림 1-12 OE방적사와 링방적사의 구조

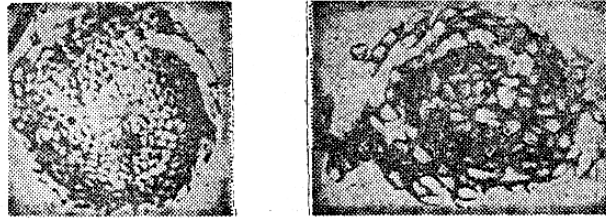


그림 1-13 실의 단면

(4) 오픈 엔드 정방사의 강력

오픈 엔드 정방사의 강력은 링 정방사의 강력보다 약 10%~20% 정도의 강력저하 현상이 있지만 이것은 방출변수와 사용된 원면의 특성에 따라서 다르다. 예를 들면 Ne 10이하의 굵은 실의 경우는 링 정방사와 오픈엔드 정방사는 리강력의 차이는 거의 없지만 가는 실의 경우는 강력의 차이가 크게 나타난다. 그러나 오픈 엔드 정방사는 링 정방사에 비하여 강력변동률이 적으므로 최저강력은 링 정방사에 비하여 높다. 그러므로 오픈 엔드 정방사를 제직이나 편성할 때 운전효율이 높다. 그림 1-14는 링 정방사와 오픈 엔드 정방사의 단사강력을 비교한 표이다.

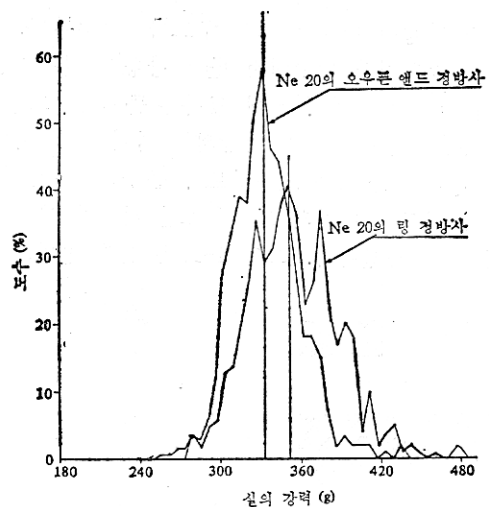


그림 1-14 실의 강력의 히스토그램

(5) 오픈 엔드 정방사의 균제도

실의 불균제가 발생하는 이유 중의 한 가지는 드래프트 기구의 섬유 제어 능력의 불량보다는 기구 자체의 기계적인 결함으로 생기는 예가 많다. 그러나 최근에 와서는 드래프팅 기구의 성능이 현저히 향상되었기 때문에 섬유 제어 문제는 논란의 대상이 되지 않지만 롤러 베어링이나 고무 코트의 연마 불량 등 때문에 드래프트 기구에서 새로운 불균제가 발생하는 경우가 많다. 오픈 엔드 정방기는 링 정방기에 비하여 보다 굵기가 고른 실을 생산해 내고 있다. 그것은 로터의 백 더블링 효과 때문이다. 그림 1-15는 링정방사와 오픈 엔드 정방사의 균제도의 차이점을 스펙트로 그래프에 나타낸 것이다. 로터의 섬유집속면에 잡물이나 왁스(wax)가 끼어 있을 경우에는 오픈 엔드 정방사의 균제도는 급격히 나빠진다. 로터의 집속면에 잡물의 파편이 나타난다. 이것은 링 정방사에서 프런트 롤러의 편심 때문에 생기는 굵기 변동과 상응한다고 말할 수 있다.

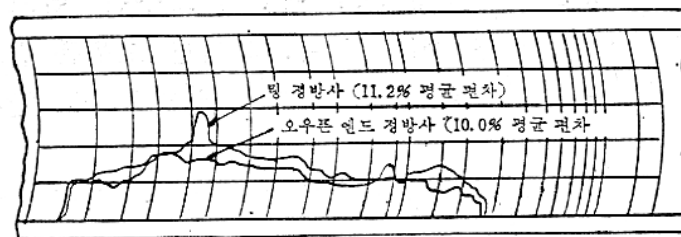


그림 1-15 스펙트로 그래프

(6) 오픈 엔드 정방사의 외관

오픈 엔드 정방사는 링 정방사에 비해 굵기가 고르고 또 별키성이 크다. 외관은 둥근 모양을 나타내며 넓도 적다. 그 이유는 로터 안에 실이 형성되는 도중에 넓이 제거되는 때문이 아니고, 로터의 내벽에 집속된 플리스가 실

로 만들어지는 기구의 특징 때문이다. 코팅 롤러에 의해서 개성된 후 공기에 의해서 날려서 로터 내면에 섬유가 쌓여진 후 로터에 의해서 고속으로 회전하고 있는 미끼실의 끝에 플리스가 달라 붙으면 플리스가 리본 트위스트 되므로 넙은 실의 내면에 꼬여 들어간다. 이런 이유로 해서 오픈 엔드 정방사의 겉면에는 넙이 적게 나타난다.