

면방적 공장 시험실에서의 각종 측정과 시험장치(I)

1. 서 언

원면의 베일을 개표하여 방적공정을 거쳐 제직공정에 이르기 까지 섬유의 원료와 개개 제품은 연속적인 시험과 검사가 수행된다.

따라서 이와 같은 연속적인 시험은 연구소와 방적공장뿐만 아니라 실의 가공공장 및 섬유 기계회사에서도 시행되고 있다. 객관적으로 납득할 만한 시험결과와 시험의 재현성을 얻기 위한 목적으로 국가표준규격(예 : KS, ASTM, JIS...)과 국제표준규격(예 : ISO)이 이미 제정되어 있으며 아직까지 제정되지 않은 표준규격은 여러 가지 고려해야 할 사항을 근거로 하여 제정 중에 있다. 그러나 새로운 화학적 가공방법을 개발하기 위해서는 가공방법을 숙지하여 제품에 적용하기 위해 끊임없이 새로운 시험방법의 개발이 요구되고 있기 때문에 요구되는 시험기기의 범위가 또한 확대되고 있다.

시험의 필요성은 상황의 성질에 따라서 변화된다. 즉, 원료와 특성을 결정하는 것으로부터 기계의 설치와 생산의 최적화, 제시된 혹은 선택적 표준규격과 동일하게 유지할 수 있도록 하는 관리 그리고 입고된 제품의 조사와 기계의 설계에 영향을 미치는 요인까지 영역이 확대되었다.

단섬유 방적에서는 천연섬유와 합성섬유가 방적에 쓰인다. 이 중 합성섬유는 섬도, 섬유장, 크림프, 적합성 및 가공성과 같은 성질을 요구되는 제품의 성질에 일치할 수 있도록 하기 위해서 가공공정을 통해서 매우 특수한 성능을 부여할 수 있다. 한편 면의 경우에는 원료에 존재하고 있는 여러 가지 변화요인을 조절하는 방향이 더욱 강조되고 있다. 특히 합성섬유의 경우는 원료가 여러 생산자로부터 공급되었을 때 계략 당시의 특성과 일치할 수 있도록

록 엄격한 요구를 해야 한다. 합성섬유의 특성치 변동은 제품의 품질에 심각한 영향을 미치지 못하며 면의 특성치 변동보다 중요도가 낮다. 신뢰할 수 있었던 원면의 공급자가 갑자기 자취를 감추어 원면의 가격이 폭등하게 되거나, 기후의 악화와 기생충의 만연으로 인하여 원면의 품질이 저하되고 수확이 적어질 수 있다는 것을 명심해야 한다. 이러한 경우에 방적기술자는 원면의 품질을 시험실에 의존하게 된다. 아마 상품의 시장과 패션의 경향이 변화되면 사용되는 원료의 변화도 요구된다. 시험실에서 시험을 함으로써 제품의 구매자가 가격면에서나 품질면에서 받아들일 수 있는 실을 공급할 수 있도록 방적공정을 변화시킬 수 있다.

이러한 변화의 결과로서 기계적인 현상으로 제품에 영향을 미치는 요인이 분석되어 이것에 대한 데이터가 확립되어야 한다. 즉, 타면공정(scutcher)에서 원료에 따라서 그리드(grid)를 어떻게 변경시킬 것인가? 드래프트(draft)를 변경하면 어떠한 현상이 나타날 것인가? 방적기술자가 면이 아닌 다른 섬유로 방직한 제품까지도 품질을 보증할 수 있을까? 방적기술자는 가격과 제품의 품질과 균형을 맞추어야 하며 이론적으로 가능한 제품의 품질수준과 실제로 요구되는 품질간의 균형을 노력에 의해서 유지시켜야 한다. 즉, 정확한 시험은 정확한 해답을 제공할 수 있다.

이러한 이유로 인해서 속기의 목적을 달성할 수 있는 가장 좋은 의사전달 방법은 시험실과 생산현장 사이에서 이루어져야 한다.

방적기술자는 자신들의 사고방법에 대해서 유연성을 가져야 하며 일상적인 관념 이외의 새로운 시험을 수용할 수 있도록 준비하여야 한다. 예를 들면 OE로터 방적기가 처음으로 시장에 출하되었을 때 링정방에서 가장 중요한 것으로 간주되었던 실의 강신도 이외의 다른 중요한 요인이 있다는 것이 밝혀졌다. 로터의 기하학적인 운동, 로터내에서 섬유를 모이게 하는 기류 그

리고 개면로터의 침포를 최적화하여 가연효과의 영향을 정량화할 수 있는 것은 오직 시험 결과로서 얻을 수 있다. 최근에 개발된 새로운 방적기인 Rotor ring 580은 시험장치로서도 사용되는데 이 장치는 원면의 시험에도 폭 넓게 사용될 수 있다.

현재는 링 및 로터방적기 이외에 새로운 방적기가 시장에 출하되고 있으나 이러한 방적기에는 지금까지 알려지지 않은 새로운 방적기가 시장에 출하되고 있으나 이러한 방적기에는 지금까지 알려지지 않은 새로운 문제점이 발생하여 이른 규명하기 위한 새로운 시험방법이 요청되고 있다.

거의 매일 사용되고 있는 시험기의 설치표준을 유지하고, 기계의 결함을 관리하기 위해서 섬유시험의 상태를 점검하는 방법이 가장 중요할 것이다. 바꾸어 말하자면 정확한 시험 뿐만 아니라 시험의 종류(항목)를 적절하게 설정하는 것도 중요하다. 피할 수 없었던 문제와 기술적인 문제로 인해서 시험 결과치의 산포가 생기기 때문에 시험결과의 차이로 인해서 가끔 틀리게 해석되기도 한다.

한편 이와 같이 시험에 영향을 미치는 요인들을 알게 되면 시험자의 손을 거치지 않고 일련의 시험을 할 수 있는 자동식 시험장치가 요구된다.

시험결과는 생산공장의 자료로서 신속하게 돌려 받기 위해서 빨리 평가되어야 한다.

그래서 불량이 일어나는 원인을 명확하게 규명하는 데 있어서 새로운 방적법 혹은 방적시 발생하는 많은 변화 요인들은 새로운 시험법의 필요성을 야기시킨다. 미세한 먼지, 풍면, 므와레효과 그리고 슬러브는 링방적사에서 실제적인 중요한 역할을 하지 못한다. 그러나 로터방적사에서는 치명적인 결함이 될 수 있다.

컴퓨터의 사용으로 입수한 데이터를 이용하여 신속하게 분석된 결과만을

신뢰하게 되면 수년에 걸쳐서 축적된 경험을 등한시 하는 경우가 종종 있다.

어쨌든 컴퓨터에 부착된 프린터에 의해서 나온 결과치 일지라도 지금까지 사용되어 왔던 소프트웨어(경험) 보다는 양호하지 않다. 그리고 이러한 이유 때문에 컴퓨터와 프린터에 의해서 나온 데이터와 그래프에 의한 품질평가는 어쩔 수 없이 섬유원료를 오랫동안 취급해왔던 경험이 풍부한 기술자가 요구되는 것이다.

결과적으로 현재의 섬유시험은 과거에 분석되었던 방법보다 복잡해지고 분석기술이 발전되어 여러 가지 기본적인 측정치 즉, 섬유장, 섬도, 단사강도, 비강도, 꼬임수, 균제도, IPI치 등과 같이 기계적으로 얻은 값과 사절 및 실의 이음매듭으로 인한 품질측정이 결합되어 평가되는 것이다.

원면과 면사에 이용되는 중요한 시험방법과 전형적인 시험기기는 다음과 같다.

2. 섬유(원면)의 시험

방적되는 원면의 섬유장과 섬유장분포를 아는 것은 여러 가지 이유로 인해서 방적기술자에게 중요하다. 이것을 알게 되면 드래프트의 설정 및 여러 가지 용도로 사용하기로 되어 있는 실에 대해서 사용되는 원면의 예측과 방적공정의 특성을 적용할 수 있다.

1920년 Johansen과 Zweigle이 면의 품선기기에 관한 특허를 획득할 당시, 이 기기는 상업적으로 널리 사용되었으며 이후 이 기기를 개선시킨 연속적인 특허가 획득되었다. Baer사의 섬유장측정기(Sorter)는 아직까지도 많은 방적공장에서 사용되고 있다. 그러나 현재의 사정으로 보아 섬유장의 측정시간이 3시간에서 7시간까지 소요 된다면 누가 이와 같은 장시간을 할애 할 수 있겠는가? 근본적으로 섬유장시험은 섬유의 한쪽 끝을 일렬로 하여 섬유장

별로 분류하여 비슷한 길이의 섬유장을 1개의 군으로 하여 중량에 주안점을 둔 섬유장측정법(array법)과 길이가 비슷한 섬유장군내의 섬유 올수를 근간으로 하는 길이에 주안점을 둔 섬유장측정법이 있다. 이러한 값은 Zellweger사의 시험기를 이용해서 섬유의 다이어그램을 그려서 측정한 값을 평가함으로써 얻을 수 있다. 이 경우 섬유는 속 상태로 되어 있으며 섬유의 단면적을 얻기 위해서 섬유의 길이방향으로 주사(scanning)된다. 이 장치를 이용하면 1시간 이내에 시험을 완료할 수가 있다.

원면 이외의 다른 섬유에서도 이 2가지 방법을 이용하면 다이어그램을 그려서 섬유장을 측정할 수 있다. 중량에 주안점을 둔 섬유장과 길이에 주안점을 둔 섬유장은 방적기술자에게 매우 중요한 의미를 갖는다. Wegner에 의하면 중량에 주안점을 둔 섬유장은 방적성 및 실의 강력과 밀접한 관계가 있다. 한편 길이에 주안점을 둔 섬유장은 실의 균제도에 중점을 두는 경향이 있다.

Hand staple, Graded staple 그리고 Spinner staple이라는 용어로 사용되는 표현을 적절하게 정의하는 것은 매우 어렵다. 그러나 섬유의 새로운 특성 즉, 단 섬유함유율은 방적공정에서 측정되어야 할 매우 중요한 항목으로서 현재는 12.5mm($\frac{1}{2}$ in) 보다 작은 섬유의 군으로 표현되고 있다.

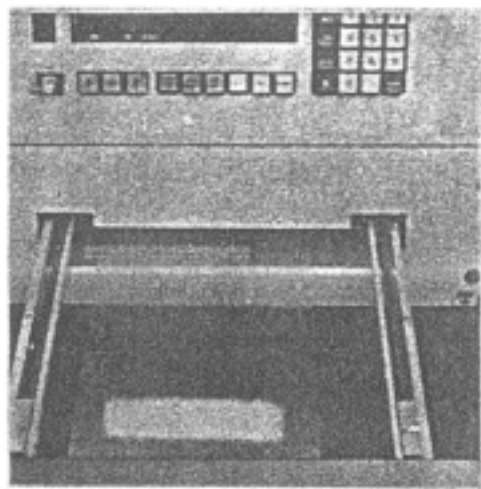
수동적으로 조작되는 장치는 자동식 그리고 가장 최신의 기술인 마이크로프로세서와 컴퓨터를 사용하는 장치로 대체되고 있다. 이러한 장치는 확실히 가격문제가 대두되지만 단시간내에 일련의 시험을 완료할 수 있다.

현재 시장에서 구입할 수 있는 시험기는 여러 분야로 분류할 수 있는데 이것은 다음과 같다.

- ① 샘플을 준비하는 기기
- ② 측정기

③ 시험결과 처리 기기

Peyer사의 섬유장측정기인 Texlab AL101<그림 1>에서는 시험하기 전에 시험준비기의 한쪽 기저선에 섬유의 끝을 가지런히 배열된 상태로 되어 있는 샘플을 측정기에 정확하게 끼워 넣으면 일정한 속도로 측정영역을 통과하게 된다.



<그림 1>

여기에서 측정된 값은 디지털로 나타나며 이외의 여러 가지 변수(parameter)가 분석되어 기억된다. 이후에 사용자가 요구하는 데이터와 다이어그램이 프린터로부터 얻을 수 있다. 이러한 측정치는 섬유의 중량과 올수에 따라서 그려진 완전한 다이어그램으로부터 얻을 수 있다. 즉, 피브로그램(fibrogram) (TUFF)은 샘플에 포함되어 있는 모든 섬유의 섬유장을 수치로서 나타내는데 단섬유함유율까지 포함된다. 이 데이터와 다이어그램은 혼면과 기계의 세팅을 최적화 하는 데 기본이 된다. 단섬유의 섬유장 측정에 사용되는 AL 101의 측정범위는 5mm에서 150mm까지이다.

면의 신속한 분류는 Peyer사의 HVI-3000과 Spinlab사의 HTV-900 섬유시험

기로서 수행할 수 있다. 이 기기는 섬유장 이외의 다른 품질특성도 측정할 수 있다. HTV 900<그림 2>을 이용하면 8시간 이내에 2,000베일까지 등급을 분류할 수 있다. 이와 같이 컴퓨터로 제어되는 시스템에서는 4개의 기기를 통합하여 조정할 수 있다. 이 기기에는 기본적인 것으로서 Fibrograph 910이 포함되어 있다. 시험준비가 되지 않은 샘플은 Fibrosampler에 다시 넣을 수 있으며 시험준비가 된 샘플은 광학적으로 시료의 전길이에 걸쳐서 스캐닝된다. $\frac{1}{8}$ in 게이지의 섬유속강도 시험결과는 Fibrograph가 부착되어 있는 장치에 모아진다. 이 기기에 포함되어 있는 다른 기기는 섬유의 섬도를 측정하는 마이크로네어(micronaire)형의 Fibrofine 920, 잡물량을 측정하는 Trushmeter 935와 백색도와 황색도를 측정하는 Colorimeter 930이다. 이 장치에서 측정된 모든 데이터는 이 장치에 부착된 컴퓨터에 입력되어 이러한 기능이 연속적으로 이루어진다. 다양한 형태의 프린트 기능이 컴퓨터에 부착된 프린터에 포함되어 있다.

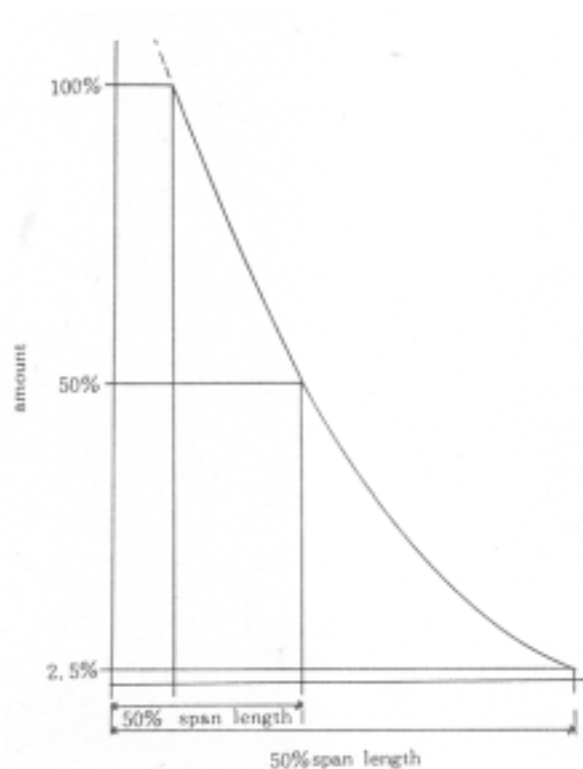


<그림 2>

반면 AL-101은 섬유장, 섬도, 섬유속강도 그리고 백색도 및 황색도를 측정할 수 있으나 HVI-300과 HTV-900은 단지 섬유장과 섬유의 균제성만을 측정할 수 있다.

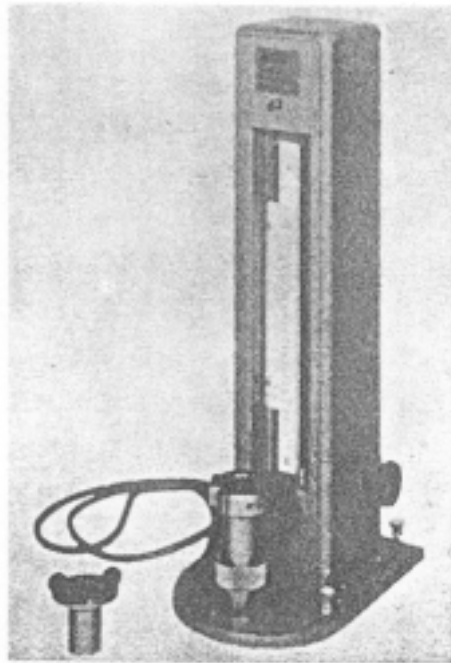
2.5%스팬길이(span length)와 50% 스펜길이라는 용어로 표시되는 섬유장을 설명하면 다음과 같다<그림 2-1>. Sampler에 파지된 섬유를 Fibrograph에서 스캐닝하여 길이가 긴 섬유로부터 짧은 섬유까지 순서대로 배열하여 전체의 분포를 100으로 보았을 때 최장섬유군을 기점으로 하여 2.5%되는 지점의 섬유장을 2.5% 스펜길이라 하며 50%되는 지점의 섬유장을 50% 스펜길이라 한다. 또한 2.5% 스펜길과 50% 스펜길 간의 비율로서 균일성(uniformity ratio)을 구할 수 있다.

$$\text{균일성} = \frac{50\% \text{ 스펜길이}}{2.5\% \text{ 스펜길이}} \times 100$$



<그림 2-1>

그러나 대부분의 방적공장에서는 HTV-900에 모아져서 수행된 시험이 분리되어서 평가된다. 섬유의 섬도를 측정할 때는 일정한 중량의 원면을 통해서 빠져나가는 공기의 흐름을 원리로 작업되는데 가장 널리 사용되는 기기는 Wira-Shirley의 Cotton fineness meter<그림 3>이다.

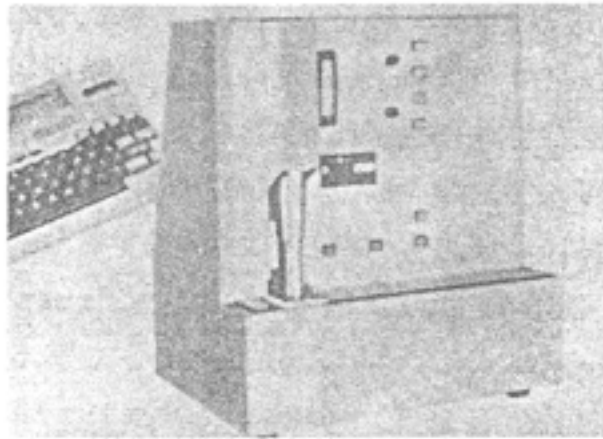


<그림 3>

섬유의 중량이 일정할 때 섬유의 굵기가 가늘면 섬유의 올수가 많기 때문에 굵기가 굵은 섬유보다 공기의 투과량이 적다. 일반적으로 미성숙면의 단면이 성숙면의 단면보다 적기 때문에 이 시험방법에 의해서 시험한 측정치는 면의 성숙도와 관련되어 있음에 틀림없다. 그리고 이 방법은 세섬유의 섬도측정에 효과가 크다.

섬도와 성숙도는 ICC-shirley의 Fineness/maturity tester<그림 4>로서 측정할 수 있다. 예를 들면 실제적인 섬도와 성숙도를 아는 것은 여러 가지 효과를

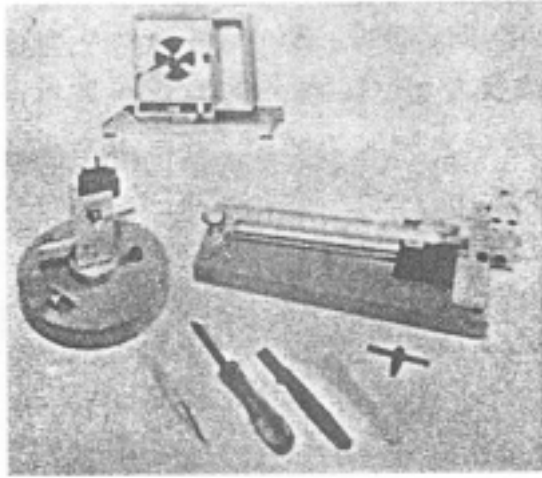
나타나게 하는 방적법(multi-color spinner)과 OE로터 방적법에 매우 중요하다.



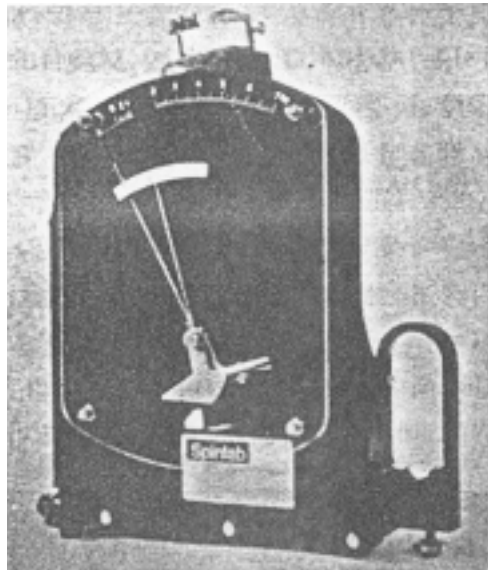
<그림 4>

요구되는 실의 단면적(실의 변수)으로 방출할 수 있는 필요한 최소의 섬도를 가진 섬유를 선택할 수 있는가, 실이 균일하게 염색되고 넵이 없는 실을 방적할 수 있는가 그리고 원하는 염색을 할 수 있는가 하는 것을 말할 수 있는 경우는 섬유의 섬도와 성숙도를 알고 있을 때 가능하다. 이러한 사항을 평가하기 위해서는 컴퓨터와 프린터가 필요하다.

섬유의 강도시험은 새로운 방적법을 적용하고자 할 때 매우 중요하다. 세 섬도의 섬유를 포함한 모든 섬유의 강도시험은 섬유가 드래프트될 때 그리고 포합력으로 인해 발생하는 결점을 보완하고자 할 때 필요하다. 섬유의 강도시험을 할 때는 Pressley tester<그림 5>와 Stelometer<그림 6>가 언제나 언급된다. 이러한 시험기는 섬유를 속 상태로 만들어 주어진 길이 즉, 0게이지와 $\frac{1}{8}$ in게이지로 파지하고 하중을 가하여 강도를 측정한다. Stelometer에서는 섬유의 강도뿐만 아니라 신도도 측정할 수 있다.



<그림 5>



<그림 6>