

원면품질관리교육 I

- 원면품질분석 HVI (4) -

2.4 섬유장 및 균제도(Fiber length and Uniformity)

원면의 섬유장은 다음과 같은 면에 영향을 미친다.

- 방적한계
- 방적사 강력
- 방적사의 균제도
- 제품의 촉감(handle)
- 생산성

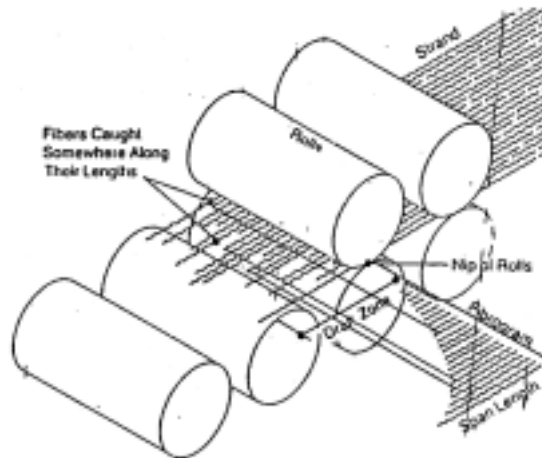
생산성은 사절율, 낙면양, 필요한 꼬임수(촉감에 영향을 미침), 일반적인 방적조건 등에 의해 영향을 받게 된다.

4~5mm 이하의 섬유는 공정 중에 낙면(waste) 또는 플라이(fly)등으로 없어지게 되고 약 12~15mm 정도까지의 섬유들은 강력에는 기여를 하지 못하고 오직 방적사의 풍만감에만 영향을 미치게 되며 그 이상 길이의 섬유들만이 방적사의 특성에 긍정적인 영향을 미치게 된다.

섬유장 평가는 원면 구매시 뿐 아니라 소면공정후에서 더욱 중요한 사항이 된다. 소면공정의 조건과 처리되는 면섬유의 특성이 소면공정으로 인해 현저한 섬유길이 감소를 초래하지 않아야 한다. 미성숙 섬유가 많은 경우에는 언제나 이와 같이 바람직한 경우가 되는 것만은 아니다.

섬유장 분포를 나타내는 대표적인 그림으로는 ‘스테이플 다이어그램(Staple diagram)’과 ‘파이브로그램(Fibrogram)’이 있다. 섬유들이 움직이지 않는 정적상태에 있을 때와는 달리 실제로 방적 공정중에서 움직이고 있는 동적상태

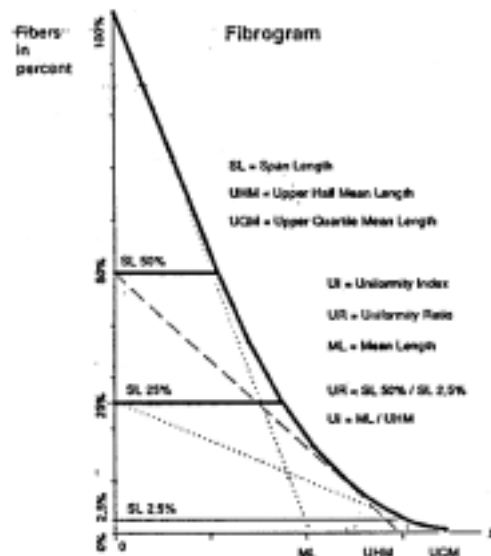
에 있을 때에는 임의로 겹쳐지기도 하고 평행화에 차이도 나기 때문에 섬유가 정적상태에 있을 때의 섬유장 분포를 나타내는 것만으로는 방적성을 평가하기가 어렵다.



<그림 8> 드래프트 구역내의 섬유들의 배열형태

파이브로그램에 대한 이론은 1940년 초에 Hertel에 의해서 제시되었다. 그의 이론에 따르면 섬유가 실로 형성되는 동안 롤러 또는 에이프런에 의하여 파지되어 드래프트 영역으로 진행하는데 이때 섬유속의 모양이 파이브로그램법과 유사하다는 것이다<그림 8>. 즉, 섬유의 길이가 모두 같더라도 실제 롤러의 파지점으로부터 돌출되어 나온 섬유의 길이는 모두 다르게 되는데 다음의 예에서와 같이 섬유의 무게에 의한 평균을 구하는 방법과 유사하다.

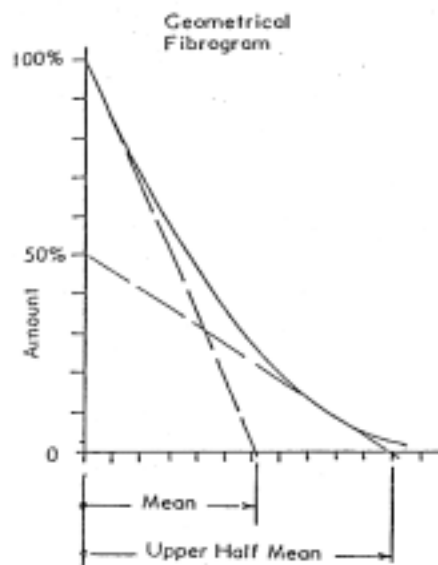
예를 들면 0.5인치와 1인치 길이의 섬유를 무게비율로 1:1로 균일하게 섞은 혼면의 경우 섬유 올수에 의한 비율을 2:1이 되지만 어느 순간에 롤러에 의하여 파지된 섬유의 올수를 세어보면 그 올수의 비는 1:1이 됨을 알 수 있다. 그 이유는 0.5인치 길이의 섬유중 50%는 부유섬유로 있기 때문이다. 즉 섬유가 롤러에 파지될 확률과 롤러를 통과할 확률은 같게 된다.



<그림 9> 전형적인 파이브로그래프

Hertel은 통계적으로 어떤 섬유의 길이가 1과 $1+dl$ 이에 있을 확률 $p(1)$ 과 모집단의 섬유 중에서 섬유길이가 적어도 1이상이 될 확률 $q(1)$ 을 이용하여, 임의의 위치에서 섬유를 뽑았을 때 그 위치가 섬유의 왼쪽 끝에서 1이상이 될 확률 $r(1)$ 을 정의하였는데 이 과정을 그대로 따른 것이 파이브로그래프에 나타나는 곡선이다<그림 9>. 실제로 $r(1)$ 함수와 같이 섬유를 배열시키기 위해서는 랜덤하게 배열되어 있는 슬라이버를 임의의 위치에서 클램프로 파지하고 나서 클램프선의 우측 방향으로 클램플에 파지되지 않은 섬유를 모두 빗어 버렸을 때 오른쪽 끝이 그리는 곡선을 구하면 된다. 이런 원리를 기초로 하여 파이브로그래프를 구할 수 있는 최초의 Fibrograph가 1940년대 초 Hertel의 의해서 발명되었다. 그 당시 곡선의 해석을 위해서는 펜과 자가 수반되어 작업자의 손과 눈이 필요하였다. 이때 amount축의 맨위에서는 펜과 자가 수반되어 작업자의 손과 눈이 필요하였다. 이때 amount축의 맨 꼭대기 점으로부터의 접선이 섬유장 축에 만나는 점이 평균길이(mean length)가 되어 섬유장을 표현하는 한 방법이 되었다. 이와 같은 평균길이는 $p(1)$, $q(1)$, $r(1)$

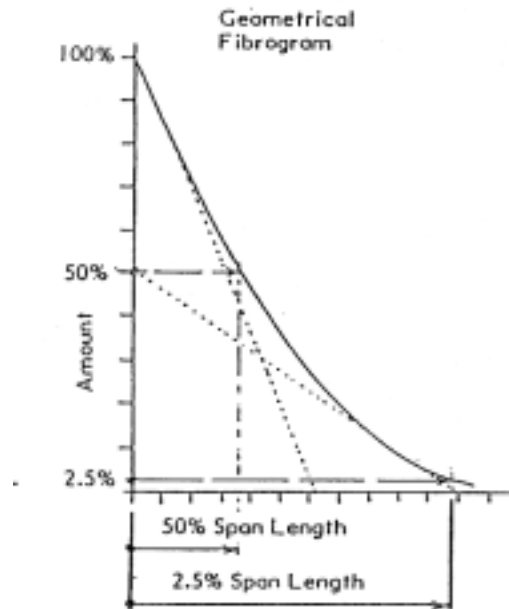
등의 함수관계에서 얻어지는 통계학적인 값이다. 그러나 섬유장 분포를 나타내기 위해서는 또 다른 값이 필요하였다. 보통의 경우 파이브로그램의 amount축의 중간점을 찾기가 용이하므로 순전히 작도상의 편리함 때문에 이 점으로부터 곡선에 접하는 점선을 그어 섬유장 축에 만나는 점을 잡아 중량 기준으로 사위 50%에 해당되는 장섬유군의 평균 섬유장으로서 상반부 평균 섬유장(Upper half mean length)을 정의하였다<그림 10>. 한편 또 다른 측면에서 볼 때 면섬유의 섬유장은 보통 상반부 평균 섬유장으로 정의되고 있는 바 이 값은 품선사의 스테이플 길이와 우연히도 매우 밀접한 관계에 있다.



<그림 10> ML과 UHML

1950년대 중반까지 USDA에서는 Fibrograph 기기를 많이 사용하였으나 속도가 더욱 빠르고 정확도가 뛰어난 기기의 출현이 요구되자 그 이후에 Spinlab의 Neil이 이전에 파이브로그램 작성시 썼던 펜과 잉크 대신에 디지털로 결과를 출력할 수 있게 하였다. 그러나 이와 같은 신형 디지털 Fibrograph

는 접선을 그릴 수 없었고, 그 대신에 amount축으로부터 파이브로그램 곡선까지의 거리를 측정하고 그 거리를 기계적인 디지털 카운터로 표시하였다.

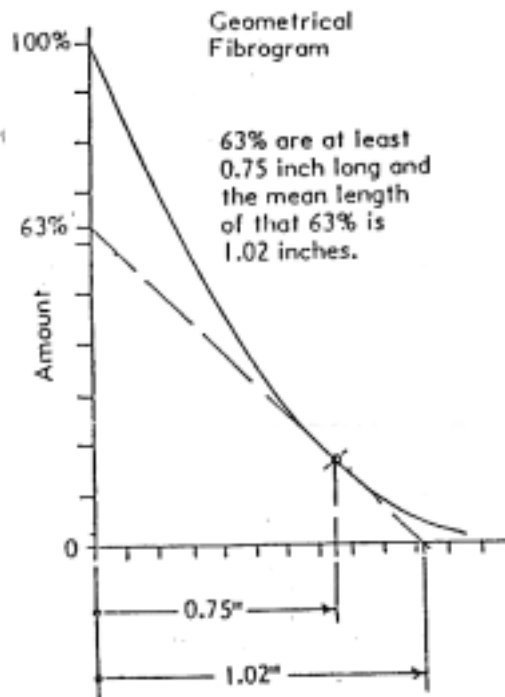


<그림 11> 2.5% 및 50% 스패 길이

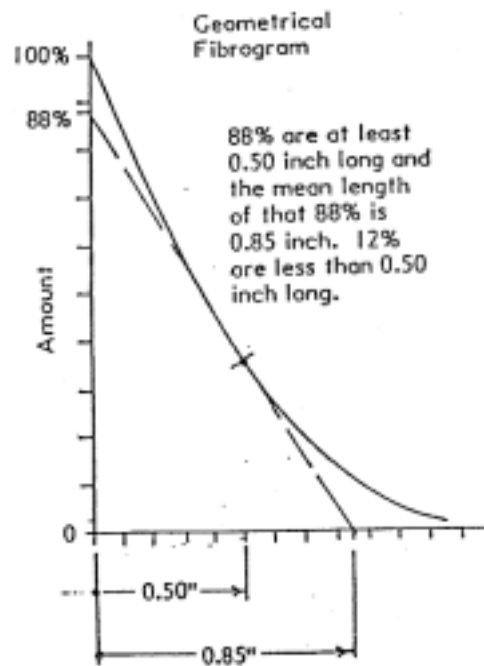
이때 기준이 되는 섬유장으로서 Neil은 amount축의 50%점으로부터 파이브로그램 곡선에 이르는 거리를 마치 슬라이버나 로빙내의 섬유들이 정방공정의 드래프팅 구역으로 들어갈 대와 마찬가지로 섬유들의 분포 및 평행도가 확률적으로 나타난다고 할 때, 섬유의 평균 overlap 길이로서 50% 스패길이 (50% span length)라고 명명하였다. 또한 섬유장 균제도를 나타내기 위해 또 다른 기준의 섬유장이 필요하였기 때문에 이를 위해 미국 Upland면을 수천 번의 시험을 거쳐 상반부 평균 섬유장(UHML)과 가장 잘 맞는 섬유길이로서 2.5% 스패길이(2.5% span length)가 나타나게 되었다<그림 11>.

스패길이 측정법은 방적공장에서 원면을 구매할 때와 방적공정 및 사품질의 일관성을 유지하기 위해 혼타면에서의 혼면을 균일하게 하게끔 매일 매

일의 베일 선택시에 유용한 것으로 인정되고 있다.



<그림 12> LFC의 결정



<그림 13> SFC의 결정

파이브로그래에서 평균 섬유장을 나타내는 방법은 두 가지가 있다. 첫째, 섬유의 올수에 따른 평균 섬유장은 amount 축을 100% 대신에 1로 정규화했을 때 파이브로그래 곡선 아래의 면적의 2배로 나타난다. 한편 파이브로그래에서 장섬유 함유량(long fiber content) 및 단섬유 함유량(short fiber content)를 해석하는 방법을 <그림 12>과 <그림 13>에 예시하였다. 이 경우 장섬유와 단섬유의 기준이 되는 섬유장을 먼저 고려해야 한다. 예를 들어 <그림 12>에서 장섬유의 기준을 0.75인치 이상이라고 한다면 섬유장이 0.75인치 일 대의 파이브로그래 곡선상에 접선을 그어 amount축과 만나는 값 63%의 의미는 전체 섬유의 63% 이상이 0.75인치 이상이라는 뜻이며 또한 그 접선이 섬유장 축과 만나는 길이 1.02인치의 의미는 전체 섬유의 63% 이상의 평균 섬유장이 1.02인치라는 것을 뜻한다. 또한 <그림 13>에서 단섬유의 기준을 0.50인치 이하라고 한다면 파이브로그래 곡선상의 접선이 양 축과 만나는 값들로부터 전체 섬유의 88% 이상이 0.5인치 이상이라는 것으로부터 전체 섬유의 12%가 0.50인치 이하라는 것을 유추해 낼 수 있다.

섬유장 균제도는 정방 효율, 사의 균제도 및 사 강력에 관계있는 것으로 평가 방법은 다음과 같이 평균 섬유장을 이용하는 방법과 스펠길이를 이용하는 방법 두 가지가 있다.

$$\text{Uniformity Index(UI)} = \frac{\text{ML}}{\text{UHML}} \times 100(\%)$$

$$\text{Uniformity Ratio(UR)} = \frac{50\% \text{SL}}{2.5\% \text{SL}} \times 100(\%)$$

일반적인 원면의 경우 UI값으로는 75~85% 범위에 있으며, UR값으로는 40~50% 범위에 있다. UI값에 따른 섬유장 균제도의 평가는 다음과 같다.

<표 5> Uniformity Index

77 미만	Very Non-Uniform, Very Low
77 ~ 79	Low
80 ~ 82	Medium
83 ~ 85	High
85 이상	Very Uniform, Very High

MCI HVI와 Spinlab HVI 두 기종 모두 종래의 Fibrograph와 똑같이 샘플 코움에서 섬유를 평행하게 빗은 후 섬유장과 섬유장균제도를 동시에 측정한다. 그러나 샘플 코움을 준비하는 방법이 두 기종간에 다른데, Spinlab HVI에서는 기존의 파이브로샘플러를 사용하고 MCI HVI는 로봇트를 이용하여 샘플링을 자동화시켰다.

샘플링 속도는 로봇트로 자동화시킨 MCI HVI가 빠른 것은 분명한나 샘플링의 정확도에서는 의문의 여지가 있다. Spinlab HVI에서는 시료의 여러부분을 사람이 직접 추출하여 이것을 다시 샘플러에서 기계적으로 추출하기 때문에 로봇트에 의해 한정된 부분에서 샘플링에 있어서 사람의 손을 사용하지 않는 쪽이 인위적인 요소가 배제되므로 도리어 대표성이 높다는 의견도 있다.

두 기종에서 측정원리는 다르지만(MCI HVI는 공기유량을 이용, Spinlab HVI에서는 광선의 투과율을 이용) 시료내의 섬유장분포로부터 대표가 되는 섬유장과 섬유장균제도를 동시에 구하는 방식을 채용하고 있다.

MCI HVI의 경우 암로봇트를 이용한 샘플링(pinch clamp sampling area : 180mm^2)에 의해 준비된 시료가 섬유장을 측정하는 orifice로부터 서서히 빠져나오면 공기의 압력 차이가 생기게 되는데 이 압력차는 그 부근의 섬유의 총면적과 비례한다. 섬유의 단면이 균일하다면 압력차는 바로 섬유의 올수를 나타내는 척도가 된다. 즉 섬유속(beard)의 위에서부터 밑으로 이동하면서 주

사하여 얻은 압력차는 섬유속 길이 방향을 따라 각 점에서의 섬유 올수의 상대적인 크기를 나타낸다. 눈금크기를 적절히 조절하게 되며 압력차를 감지하는 변환기의 출력은 각 길이에 따라 존재하는 섬유의 총 올수에 대한 퍼센트로 바꾸어 그릴 수가 있다. 이 그림이 파이브로그래姆으로서 재현성이 높다.

Spinlab HVI의 경우는 파이브로샘플러를 이용한 샘플링(Fibrosampler area : 9700mm^2)dp 의해 준비된 시료에 대해 광을 이용한 스캐닝 방법으로 파이브로그래姆을 얻는다. 이때 코옴에 파지되어 있는 섬유속을 3개의 길이 구간으로 나누어 스캐닝이 이루어지는데 코옴의 teeth로부터 0.15인치에서부터 시작된다.

2.5 강력 및 신도(Strength and Elongation)

강력이 큰 실은 결코 강력이 약한 섬유에 의해 만들어질 수 없다는 사실로부터 원면의 강력은 방적공정과 제직공정 성능에 미치는 영향이 크며, 일반적으로 섬유의 강력이 커질수록 다른 여러 가지 섬유물성의 균제도가 좋아진다. 다시 말해 혼타면 공정에서 베일 선택시 원면 강력을 잘 조절하면 기타 관찰되지 못한 섬유 물성을 어느 정도는 제어할 수 있게 된다.

섬유의 강력을 측정하는 방법으로는 단섬유 및 섬유속을 이용하는 방법 등 두 가지가 있다. 한 베일내에는 무수히 많은 섬유가 존재하므로 방적공정과 관련하여 단섬유법에 의한 섬유강력이 무수히 많은 섬유들의 강력을 대표한다고 보기는 어렵다.

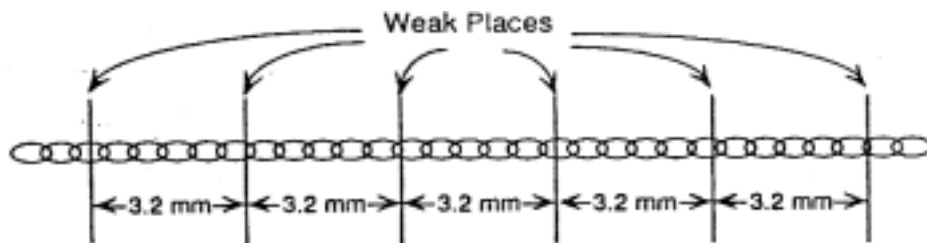
모든 섬유들의 강력은 동일하지 않고 실내의 섬유들은 섬유속 배열로 이루어져 있기 때문에 단섬유에 의한 섬유 강력보다는 섬유속에 의한 섬유 강력이 대표성을 갖는다. 원면의 섬유속을 이용한 강력 시험기로는 3가지 종류

가 있지만 시료를 준비하는 과정과 게이지가 다르다<표 6>.

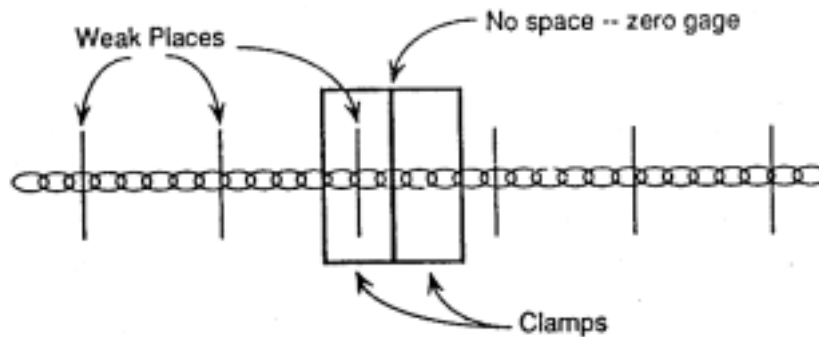
<표 6> 섬유속 강력 시험

시 험 기	시 험 방 법	시 험 방 법
Pressley	0 또는 1/8인치 게이지	Mpsi (1000psi)
Stelometer	1/8인치 게이지	g/tex
HVI	1/8인치 게이지	g/tex

제로 게이지와 1/8인치 게이지 사이의 강력 수준의 차이를 이해하기 위하여 원면의 물리적 구조를 steel chain link라고 생각할 때, 그 chain의 어딘가는 약한 부분이 있을 것이다. 원면은 그 유전학적 품종에 관계 없이 길이방향으로 약 1/8인치(3.2mm)마다 취약점이 있다<그림 14>.

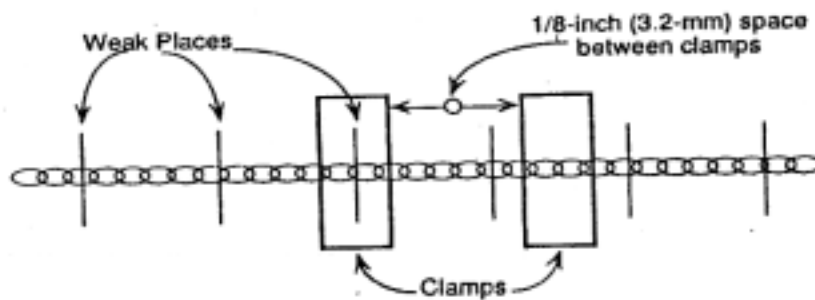


<그림 14> Chain link의 취약점

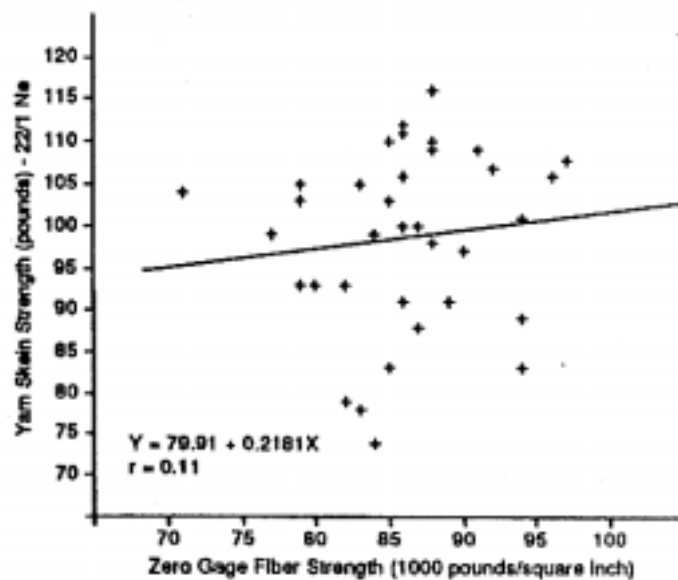


<그림 15> 제로 게이지 상태

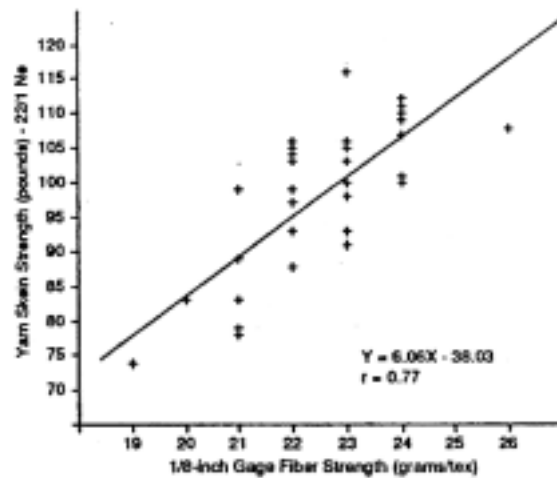
만약 섬유속을 파지하는 클램프간에 간격이 없다면(제로 게이지), 섬유가 취약점에서 절단될 확률은 극히 적다<그림 15>. 이와 같이 제로 게이지에 의한 섬유속 강력 시험 결과는 섬유의 실제 강력보다 항상 크게 나타날 것이다.



<그림 16> 1/8인치 게이지 상태



<그림 17> 제로 게이지 원면강력과 타래강력과의 관계



<그림 18> 1/8인치 게이지 원면강력과 타래강력과의 관계

그러나 클램프간에 1/8인치의 간격(1/8인치 게이지)이 있다면 섬유는 항상 취약점에서 절단될 것이며 섬유의 실제 강력을 나타낼 것이다<그림 16>. 한편 1/8인치 게이지의 원면 강력이 제로 게이지 원면 강력보다 더 밀접하게 실의 강력에 관계하고 있음을 <그림 17>과 <그림 18>에서 알 수 있다. 한 연구에 의하면 섬유의 강력과 기타 물성을 모두 일정하게 고정시켜 놓았을 때, 제로 게이지 강력은 방적사 강력의 변동에 대한 50%의 정보만 설명하고, 1/8인치 게이지 강력은 90%까지 설명할 수 있다고 한다.

각 원면 강력 시험기에 따른 강력 수준의 평가는 다음과 같다.

<표 7> 강력 수준의 평가(1 ~ 1 3/32)

구 분	Pressley 0(MPSI ; 1000×PSi	Pressley 1/8 (g/tex)	Stelometer 1/8 (g/tex)	HVI 1/8 (g/tex)
Very Weak	70 ~ 76	21 이하	17 이하	21 이하
Weak	77 ~ 83	21 ~ 23	17 ~ 19	22 ~ 24
Average	84 ~ 90	24 ~ 26	20 ~ 22	25 ~ 27
Strong	91 ~ 97	27 ~ 29	23 ~ 25	28 ~ 30
Very strong	97 ~ 104	30 이상	26 이상	31 이상

신도는 원면의 인장-탄성 거동의 척도로서 방적 이후 공정에서 사용되는 실의 용도에 영향을 미친다.

HVI 시스템에서 준비되는 섬유속(beard)의 폭은 5.1~6.4cm이고, 처음 1/8인치(0.125인치)의 파지거리를 갖는 섬유속이 절단될 때에는 0.00125인치가 늘어 났다면 신도는 1%가 된다. 원면 신도의 평가는 다음과 같다.

MCI HVI 및 Spinlab HVI 등 두 기종 모두 섬유장/섬유장균제도 측정을 마친 샘플 코옴상의 섬유를 인장시켜 절단시켰을 때의 강력과 신도를 동시에 측정한다.

섬유강력의 측정을 위해 클램프 간격이 1/8in로 조정되어 있고(1/8게이지) 강력을 g/tex 단위로 표시하는데 이 측정방식은 종래의 프레슬리시험기나 스텔로미터와 기본적으로 다르기 때문에 이들과 직접 비교할 수 없다. 프레슬리 지수가 일반적으로 사용되고 있는 현시점에서는 불편하겠지만 HVI가 널리 보급되고 표시단위가 g/tex로 통일되면 종래 것과 비교되지 않을 정도의 빠른 처리속도가 큰 이점이 될 것이다.

<표 8> 신도의 평가

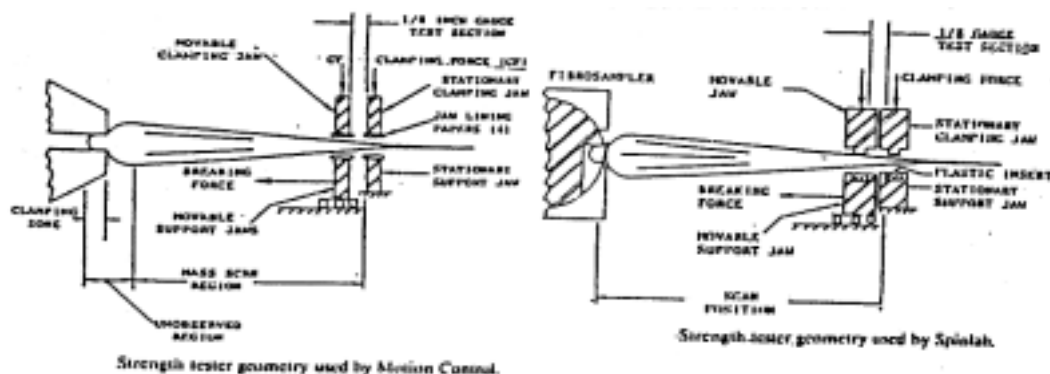
범 위(%)	평 가
5 이하	Very Low
5.0 ~ 5.8	Low
5.9 ~ 6.7	Average
6.8 ~ 7.6	High
7.6 이상	Very High

강력 시험을 위하여 섬유속을 준비하는데는 시료의 conditioning, 샘플러에 파지되지 않은 섬유의 제거, 파지된 섬유를 곧게 펴서 평행하게 배열시키는 문제 등을 고려하여야 한다. 동일한 환경하에서 실험하였을 경우 수분율에

따라 강력이 9.5%까지 차이가 나는 경우도 있다.

파지되지 않은 섬유를 제거하기 위하여 브러싱을 하는데 브러싱 정도에 따라서도 강력이 다르게 나타난다. 자동으로 브러싱한 경우, 수동으로 브러싱하는 경우 및 수동으로 아주 약하게 브러싱한 경우에 대해 HVI 강력 시험한 것을 비교해 본 결과 수동으로 아주 약하게 브러싱을 한 경우가 가장 강력이 낮게 나타났다. 섬유속의 강력은 섬유속이 절단될 때의 하중을 나타내는데 이때 섬유속의 단면에 포함되어 있는 섬유의 올수와 섬유의 선밀도 등에 따라 그 값이 달라지므로 상대적인 강도를 비교하기 위해서는 절단하중을 섬유속의 단면적이나 선밀도로 나눈 비강도를 사용하여야 한다. HVI에서는 고속으로 측정하기 위하여 절단되는 부분에서의 섬유속 선밀도(linear bundle density, mg/m)를 측정하는 방식을 이용한다.

섬유속은 수염처럼 그 길이 방향에 따라 선밀도가 변하므로 정확한 강도 시험을 위해서는 섬유를 파지하는 위치를 적절히 선택해 주어야 한다. 그 방법은 두 가지가 있는데 한 방법은 파지하는 섬유의 올수와는 관계없이 미리 설정한 선밀도에서 시료를 절단하는 방법(normal mode)이고, 다른 한 방법은 섬유장의 특성에 따라 결정된 고정길이의 위치에서 절단하는 방법(tapered mode)이다. 두 HVI 시스템의 강력 시험장치의 구조도는 <그림 19>와 같다.



<그림 19> 강력시험 장치 구조도

MCI HVI의 경우 공기 압력차를 이용하여 섬유속 선밀도를 측정하며 모든 강력은 섬유속 선밀도가 동일한 곳에서 측정하도록 되어 있다. 고정된 기준을 삼기 위하여 AMT(amount by weight)를 측정하는데 이때 다음식과 같이 마이크로네어치(M)를 이용한다. 즉 섬유속의 무게는 공기압력차와 마이크로네어치로부터 결정된다.

$$AMT = 1.781 + 0.1025(M) + 0.0346(M)^2$$

섬유속 길이 방향에 대한 모든 측정치를 표준화하기 위하여 클램프로부터 5.2mm 떨어진 곳에서의 amount를 읽어서 이 값을 base amount라 한다. 시료의 무게에 따른 base amount를 회귀 분석하면 약간 비선형적으로 나타나는데, 이것은 빈 공간에 섬유의 양이 더해지면서 이 더해진 섬유에 의한 압력 저하 감소분이 감소하기 때문이다. 그러나 400에서 800사이의 amount 영역에서는 시료의 무게에 따른 base amount가 직선 관계를 이루고 있다.

Spinlab HVI의 경우 광흡수방식을 이용하는데 그 결과는 MCI HVI의 경우와 유사하게 나타난다. Beer의 법칙에 따라 입사광에 대한 투과광의 세기의 비로 정의되는 optical density는 실제무게와 지수 함수의 관계가 있기 때문에 이 optical density를 amount 단위로 바꾸기 위하여 선형관계의 전자 신호 제어 시스템이 사용된다. 400 amount이하 영역에서 약간의 비선형 관계가 보이게 되므로 이 비선형 측정 오차를 줄이기 위하여 사용범위를 신중하게 설정해야 할 것이다. 광학적인 amount(AO)로부터 시료의 무게에 의한 밀도 amount를 얻기 위하여 다음 식과 같이 마이크로네어치(M)를 이용한다. 즉,

$$AMT = AO / [0.6378 + 0.0905(M)]$$

이 경우도 시료의 무게에 따른 base amount를 회귀분석하면 선형관계를 얻을 수 있다. 즉 섬유속의 중량은 빛의 투과도와 마이크로네어치에 의해 결정된다. 마이크로네어치는 섬유의 섬도와 성숙도에 관계되고 섬유속의 빛 흡수도에

영향을 미친다.

일반적으로 선밀도는 끝부분으로 갈수록 그 폭이 좁아져서 그 부분에서의 강력이 급격히 떨어지는 것으로 알려져 있다. 그러므로 파지하는 위치가 클램프 쪽에 가까울수록 섬유의 중간 부분이 끊어지는 섬유의 수가 많아지고 이에 따라 측정된 강도도 증가될 것으로 생각된다. 그러나 0.5인치(1.3cm) 이하의 짧은 섬유는 실의 강력에 거의 영향을 미치지 못하므로 측정시 포함되어서는 안된다. 평균섬유강도를 측정하기 위해서는 모든 섬유가 포함되는 클램프 위치에서 이루어져야 하나 그 영역에서는 섬유의 올수가 너무 많아 높은 하중이 요구된다. 그러므로 HVI에 의해 비강도 시험은 15% 스펠길이 혹은 그 근처에서 이루어지고 Spinlab HVI의 경우는 15% 스펠길이의 위치에서 강력 측정을 하고 있다.

스펠길이가 5%, 15%, 25%인 점에서 강력 측정을 해보면 설정 스펠길이가 클수록 즉 파지되는 섬유의 올수가 많을수록 강력은 저하되는 것을 알 수 있다. 이는 파지점이 클램프 쪽으로 갈수록 각 섬유의 중간부분이 끊어져 강력이 증가하는 효과보다 강력이 약한 단섬유들이 포함되어 강력을 낮추는 효과가 더 크기 때문이다.

섬유의 강력을 측정할 때 영향을 미치는 요인으로 클램프 조(jaw)의 표면 상태를 들 수가 있다. 초기에서는 조의 표면이 얇은 가죽으로 되어 있었는데 측정이 계속됨에 따라 이 가죽이 점차 마모되어 측정 오차를 일으키게 되자, MCI HVI의 경우 좁은 종이띠를 각 조의 표면에 사용하는데 이 종이는 조의 표면에 있는 작은 홈에 약한 진공이 걸려 그 힘으로 조에 붙어 있다.

Spinlab HVI의 경우는 가죽처럼 급격한 마모는 일어나지 않을 것으로 기대되는 플라스틱을 조에 부착시켰는데 이 물질 역시 반복적인 실험을 하게 되면 홈이 생긴다. 초기에는 이와 같은 홈은 강력 측정에 영향을 미치지 않지

만 신도 측정에는 직접적인 영향을 미친다 또한 플라스틱이 신장중에 변형
르 일으킬 수 있으므로 강력이 큰 섬유가 실제로는 낮은 값으로 측정되며
강력이 작은 섬유가 높은 값으로 측정되는 경우가 생길 수 있다.

HVI 강력실험에서 시료에 힘을 가할 때 기존의 Pressley 및 Stelometer와는
다른 방법을 사용하고 있다. Pressley는 1초 동안에 5파운드에서 20파운드로
하중을 가하며(즉 15lb/초 = 6.7kg/초) Stelometer는 1초당 1kg의 하중을 일정한
속도로 가하는 CRL(Constant rate of loading)형식인데 반해 HVI는 일정 변형율
속도로 인장시키는 CRE(Constant rate of extension)형식이다. MCI HVI의 경우
0.13인치/초, Spinlab HVI의 경우 0.14인치/초의 인장속도를 채택하고 있다. 이
는 기존의 Pressley나 Stelometer의 섬유속 인장속도에 비해 10 내지 70배나
빠르다. MCI HVI의 겨우 변형을 감지하는 장치가 없기 때문에 시간에 따른
힘을 기록하며, Spinlab HVI의 경우는 디지털 컴퓨터를 이용하여 하중 변형
거동을 나타낸다. 한편 공기압력차를 이용한 방식이나 광을 이용한 방식 모
두에 대해 만약 크립프가 큰 섬유의 경우에는 orifice내의 공기 저항을 크게
할 뿐만 아니라 광의 산란도 커지기 때문에 정확한 amount 측정에 장애 요
인이 된다.