

최신 원면 및 사 시험기(2)

- AFIS (Advanced Fiber Information System)(2) -

제 2 장 AFIS 시험

2.1 공정별 시험 횟수 및 주기

<표 2.1> 원료 상태별 시험 회수

원료 상태	관련 공정	최초 시험 횟수
베일	원면 조합/베일 혼섬	3*
혼타면	개면 및 정면	3*
소면 매트	개면 및 정면	3*
소면 슬라이버	소면	5
연조 슬라이버	연조	3*
조사	정방	5
정소면 슬라이버	정소면	5

*트래시 모듈을 사용하는 경우, 최소한의 시험 횟수는 5회로 할 것.

2.1.1 개면 및 정면공정

베일 및 혼타면기에서는 통상의 생산 속도를 유지할 때 덕트에서 시료를 채취해야 하며, 정면 장치 내부에서 채취해서는 안된다. 소면 매트 시료는 슈트 급면 이후 또는 랩 공급식 소면기인 경우 피커 직후에서 채취해야 한다. 슈트 급면 시스템에서의 시료는 또한 소면기 라인에 공급하기 위한 최종 저장 호퍼로부터 채취할 수도 있다. 보통의 소면기 라인(8~10대)에 대해 소면 매트에서의 물성 변동은 크지 않기 때문에 최종 저장 호퍼로부터 채취한

시료를 전체 소면기 라인에 대한 평균 매트로 사용할 수 있다.

2.1.2 소면공정

소면 슬라이버 시료는 소면기가 최대 속도로 운전할 때 슬라이버 캔으로부터 채취해야 하며, 도핑 및 캔 교환을 위해 감속 상태에 있을 때 채취해서는 안된다.

2.1.3 연조, 정소면 및 조방공정

연조 슬라이버 시료는 최대속도로 연조기가 운전될 때 슬라이버 캔으로부터 채취해야 한다. 연조기에 들어가기 전 캔에 있는 슬라이버와 연조 후 슬라이버와의 물성비교도 할 수 있다.

정소면 슬라이버 시료는 각 정소면기의 슬라이버 캔으로부터 채취할 수 있는데, 정소면기가 정상적인 생산속도로 운전할 때 정소면 슬라이버를 채취함으로써 각 정소면기의 딜리버리별 분석을 할 수 있다.

조사 시료는 링 정방기로 보내지기 전 패키지로부터 랜덤하게 채취해야 하는데, AFIS 시험전 조사의 꼬임을 제거할 때 주의해야 한다.

<표 2.2> 시험 주기

공정	주기
개면 및 정면	1회/월
소면	1회/주
연조	1회/월
정소면	1회/주

오늘날의 소비자들은 더 높은 품질 수준의 섬유제품을 구매하고, 더 좋은 품질을 요구한다. 이러한 요구에 부응하기 위하여 예를 들면 원면의 조면 및

처리 속도의 현저한 증가 등 공정속도가 향상되었는데, 이에 따라 섬유는 더 많은 응력을 받게 되었지만 공정 오차허용한계의 폭은 더욱 엄격해졌다. 이런 전에서 종자편 넵(seed coat nep)의 존재는 주목해야 할 문제이다. 이 입자들은 조면시 종자로부터 분리될 때 발생한다. 대부분의 종자편은 처리과정에서 제거되기 어려운 많은 양의 부착섬유를 갖고 있는데, 혼타면, 소면공정 후에 슬라이버 내에 남아 있는 종자편은 사결점 및 사절을 야기할 수 있으며, 따라서 최종제품의 품질을 나쁘게 할 수 있다.

AFIS 시스템은 기계적인 넵이라 불리는 섬유 넵(fiber nep) 뿐만 아니라 종자편 넵도 측정한다. 즉, AFIS Nep Classification 모듈은 조면되 원면에서부터 소면과 정소면 슬라이버에 이르기 까지 넵 형태의 결점에 대한 더 자세한 정보를 제공하는 것으로서 AFIS 시스템에 새롭게 추가된 모듈이다.

2.2.2 종자편 넵 검출방법

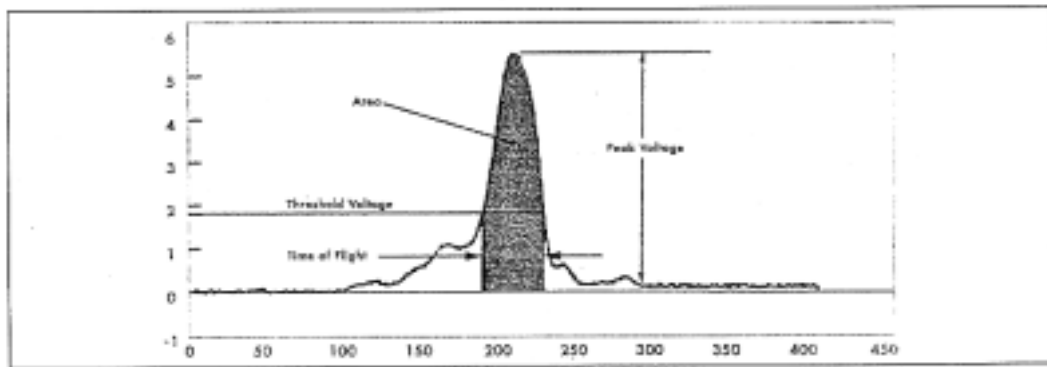
<그림 1.2>에서 보는 바와 같이 분섬기는 시료를 린트, 트레이 및 더스트와 같이 세개의 주요한 부분으로 나눈다.

린트 채널에는 섬유, 단섬유, 기계적인 넵과 섬유가 붙어 있는 종자편이 수집되며, 트레이 채널에는 트레이, 먼지, 약간의 섬유조각과 섬유가 거의 붙어 있지 않거나 전혀 없는 대단히 큰 종자편이 수집된다. 섬유가 붙어있는 종자편은 AFIS에서는 종자편 넵으로 구분한다. 이들은 개면, 정면, 소면, 정소면공정 중 섬유와 함께 잔존할 가능성이 큰 덩어리이다.

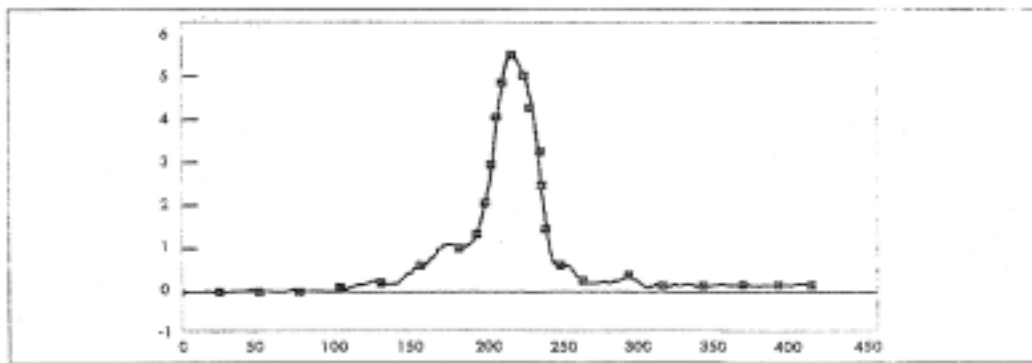
종자편 조각(seed coat fragment)으로 정의된 큰 종자편은 AFIS의 트레이 저장소에서 수집되며, 섬유와 쉽게 분리된다. AFIS Nep Classification 모듈은 종자편 넵의 수와 크기를 측정한다. 이와 같은 넵 분류 모듈은 섬유, 섬유덩어리, 종자편 넵 등에 의해서 생성되는 독특한 전기적인 파형으로 식별할 수

있으며, 이 때 모든 입력 파형을 분류하고, 넵 크기를 계산하기 위하여 digital signal processor(DSP)가 소요된다.

<그림 2.2>는 표준 넵 모듈에 의해서 추출된 전형적인 넵 파형과 관련된 값들을 나타낸 것이다.



<그림 2.2> 표준 넵 모듈에 의해서 추출된 넵 파형



<그림 2.3> DSP 시스템에 의해서 분석된 넵 파형

<그림 2.3>은 같은 신호를 DSP 시스템에 의하여 분석한 결과를 나타낸 것으로서, DSP 시스템은 넵 신호에 포함된 모든 정보를 기록하고 분석할 수 있기 때문에 시료 특성에 대한 더 좋은 정보를 제공할 수 있다. 분류 소프트웨어

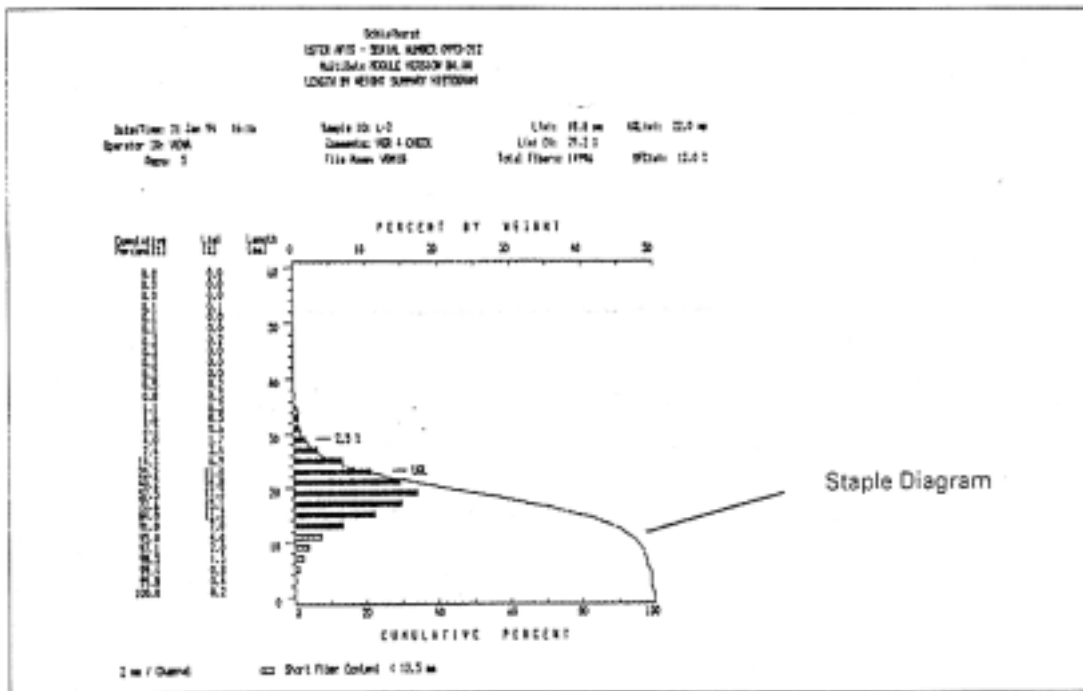
어는 시험시 얻어진 파형을 표준 파형과 비교 구분한다. 이들 표준 파형은 센서를 통하여 이동하는 기계적인 넵과 종자편 넵의 모델을 기초하고 있으며, 수작으로 공급한 섬유 넵과 종자편 넵을 사용하여 실시한 많은 시물레이션 결과에 의해 입증된다.

2.3 AFIS Length

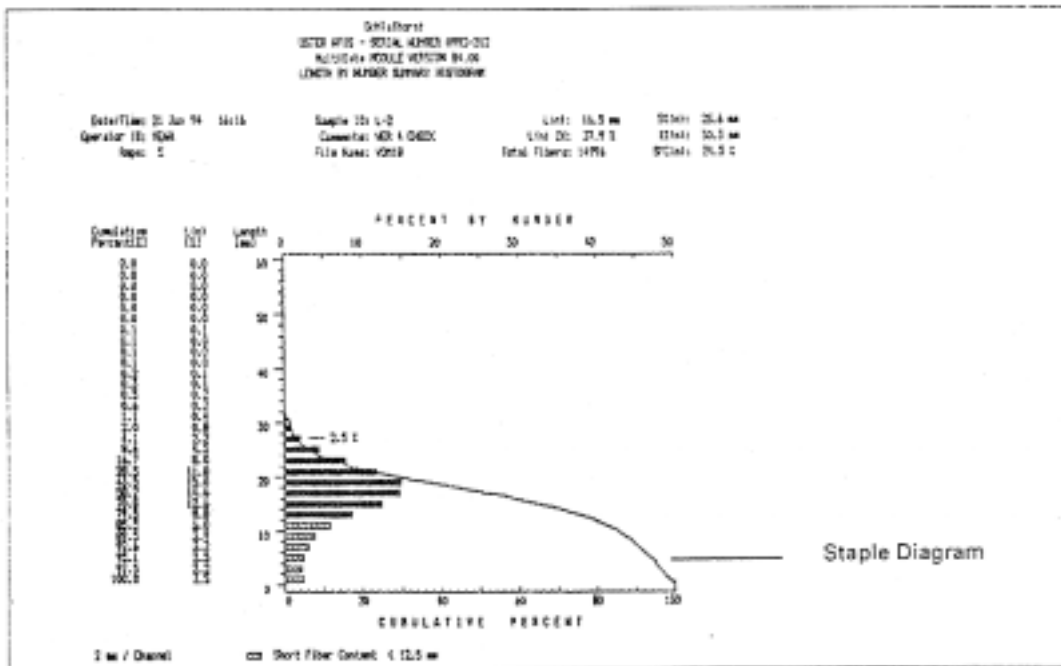
<그림 2.4> ~<그림 2.7>은 AFIS Length & Diameter 자료의 출력 형태이다.

<표 2.4> AFIS Length 용어 해설

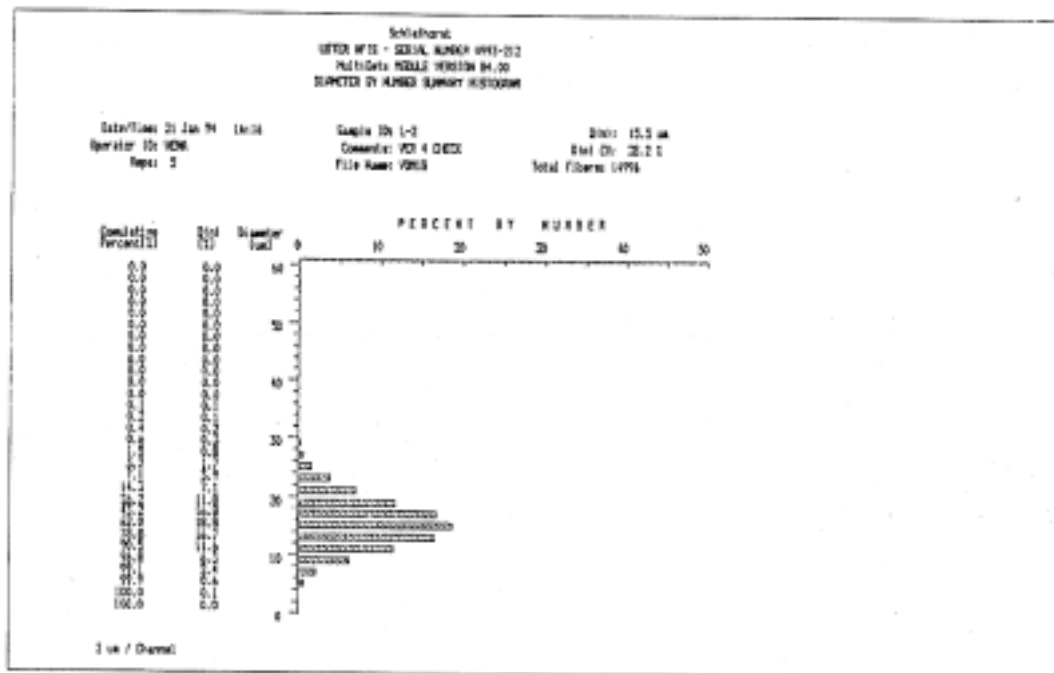
용 어	정 의	비 고
L(w)	중량기준 평균섬유장	HVI 50% 스펠섬유장에 대응
L(w)CV%	중량기준 섬유장분포 변동계수	
SFC%(w)	1/2인치 이하 섬유의 중량기준 단섬유함유율	HVI SFI에 대응
UQL(w)	중량기준 상사분위섬유장 ; 중량기준 섬유장분포에서 가장 길이가 긴 섬유장으로부터 총 시료 중량의 25%에 해당하는 섬유장	HVI UHML, Staple 및 2.5% 스펠섬유장에 대응
L(n)	올수기준 평균섬유장	방적공정 중 섬유장 변화 감시
L(n)CV%	올수기준 섬유장분포 변동계수	소면 및 연조공정에서의 섬유장 변동 제어
SFC(n)	1/2인치 이하 섬유의 올수기준 단섬유함유율	개면, 소면 및 정소면에서의섬유 손상 제어
5%(n)	올수기준 섬유장분포에서 가장 길이가 긴 섬유장으로부터 총 시료 올수의 5%에 해당하는 섬유장	기계 세팅
1%(n)	올수기준 섬유장분포에서 가장 길이가 긴 섬유장으로부터 총 시료 올수의 1%에 해당하는 섬유장	기계 세팅
D(n)	올수기준 섬유의 평균 직경	마이크로네어 추정 ; 화섬 직경
D(n)CV%	올수기준 섬유 평균 직경에 대한 변동계수	마이크로네어 또는 데니어 결정을 위한 분포의 추정



<그림 2.4> 중량기준 섬유장 분포



<그림 2.5> 올수기준 섬유장 분포



<그림 2.6> 올수기준 직경 분포

ZELLWEGER USTER LAB
USTER AFIS L&D MODULE
AFIS Serial Number 0893-207
Length and Diameter Version Number 3.11
Summary Table

Date/Time: 16 FEB 1994 / 18:40 Operator: jy
Data File: ***** Sample ID: 10r6
Comments: parkdale

Rep	L(w) [in]	L(w)CV [%]	SFC(w) [%]	UQL(w) [in]	L(n) [in]	L(n)CV [%]	SFC(n) [%]	UQL(n) [in]	D(n) [um]	2.5% [in]
1	0.96	33.4	6.7	1.16	0.81	41.9	17.6	1.05	12.3	1.66
2	0.99	29.8	4.7	1.18	0.87	36.8	12.4	1.09	12.3	1.63
3	0.97	31.3	6.2	1.17	0.84	39.7	16.1	1.08	12.3	1.61
Mean	0.97	31.5	5.8	1.17	0.84	39.5	15.4	1.07	12.3	1.64
S.D.	0.02	1.8	1.0	0.01	0.03	2.6	2.7	0.02	0.0	0.03
%CV	1.7	5.7	17.7	0.9	3.4	6.5	17.3	2.3	0.2	1.6

<그림 2.7> AFIS & D 자료

중량기준 섬유장 및 올수기준 섬유장의 차이를 간단하게 설명하면 다음과 같다.

① 중량기준(w) 섬유장

품선사(classer)에 의한 스테이플 섬유장과 HVI에서의 상반부 평균섬유장(UHML)은 섬유의 중량을 기준으로 측정한 섬유장이다. 한편 표준 스테이플 섬유장(USDA staple standards)을 결정하기 위해 USDA에서 참고적으로 사용되고 있는 전통적인 섬유장 측정 방법은 Sutter Web Array법으로 이 방법은 작업자가 일정 섬유 뭉치의 무게를 칭량하여 섬유장이 긴 쪽에서부터 섬유장이 짧은 쪽으로 1/16인치 단위로 섬유장군을 분리한다. 이에 따라 각 섬유장군별로 무게를 칭량한 후, 섬유장군의 백분율을 계산한다. 이 비율을 원래 무게와 비교하여, 각 섬유장군의 길이를 계산한다.

따라서 위의 방법들은 각 섬유장군의 무게를 칭량하고, 개개 섬유의 올수를 세지 않기 때문에 모두 중량기준 섬유장을 측정하는 방법이다. 중량기준에 의한 섬유장 계산시 섬유장이 긴 섬유는 섬유장이 짧은 섬유에 비해 무게가 더 무겁기 때문에 중량비율이 더욱 크게 되어, 결과적으로 이와 같은 배열법에 의한 섬유장은 실제 올수기준에 의한 섬유장보다 약간 더 길게 나타난다.

② 올수기준(n) 섬유장

이 방법에서는 각 섬유의 섬유장을 측정하고, 섬유장군별로 구분한 뒤 단섬유함유율 및 평균 섬유장을 결정한다. 올수기준 섬유장 측정 방법은 섬유 무게에 영향을 받지 않는 순수한 섬유장 측정 방법이다. 동일 시료에 대한 올수기준 섬유장은 중량기준 섬유장에 비해 항상 짧게 나타나는 특성을 가지며, 방적설비의 세팅이나 단섬유함유율로 표시되는 섬유 손상을 측정하는데 사용하도록 권장되고 있다. AFIS나 Almeter와 같은 시험기에서 올수기준 섬유장 분포에 관한 정보를 얻을 수 있다.

AFIS Trash는 <표 2.5>와 같은 항목 외에도 잡물 입자의 크기를 50 μ m 단위로 분류하는 히스토그램도 제공한다. 이 히스토그램에서는 500 μ m보다 큰 트레이시 입자에 대해 검은색의 막대가 그려진다. 또한 각 입자 크기별로는 얼마나 많은 입자들이 있는지 알 수 있도록 0%에서 100%까지 누적도수분포도 제공된다<그림 2.8>.

2.5 AFIS Maturity and Fineness

2.5.1 개요

면섬유의 성숙도와 섬도는 오랫동안 많이 토론되었는데, 마이크로네어가 성숙도 및 섬도를 나타내는 지수로 인식되고 있다. 이와 같은 개념은 방적공장에서 HVI 시험이 확산되면서 촉진되었는데, 경험적으로 볼 때 마이크로네어가 성숙도나 섬도를 잘 나타내는 지표가 되지 못할 수도 있다. 마이크로네어 평균과 범위에 대해 혼다면 조합내의 각 베일을 엄격히 관리하더라도 바레(Barre) 문제를 해결하지는 못하고 있다. 바레 현상은 세번수 변수로 제조한 편성물에서 가장 잘 나타나는데 마이크로네어만으로는 바레 문제를 해결할 충분한 정보를 얻을 수 없다.

성숙도와 섬도를 측정하기 위한 종래의 공기 투과 시험기는 시험 결과의 평균값만을 제공하며, 면섬유의 개섬도(openness)와 트레이시 함유율은 시험 결과에 부정적인 영향에 미친다. 근적외선 분광법(Near Infrared Spectroscopy)과 같은 새로운 시험 방법에 의하면 시험 속도와 신뢰성은 향상되나, 여전히 시험 결과의 평균값만이 제공된다. 미농무성(USDA) 산하 SRRC에서 수행한 연구에 의하면 성숙도의 분포가 면섬유의 염색성을 결정하는데 중요한 역할을 한다. 미성숙 섬유는 세포벽에 셀룰로스를 적게 가지고 있으며 그 결과 염료 흡수량이 낮게 된다. 이에 따라 면섬유 시료에서 미성숙 섬유 비율을 측정하는 능력을 갖춘 시험기의 개발이 필요하게 되었고, 그 결과 AFIS 성숙도 모듈에서는 성숙도와 섬도에 대해 평균값 및 분포를 신속, 정확하게 측정할 수 있다.

성숙도 분포는 염색 문제점을 해결하기 위한 필요한 정보를 원면 관련 연구자와 방적공장에 제공해 줄 것이다. 이제 어떤 물성이 염색성에 가장 큰 영향을 미치는 것인가를 결정하기 위해서 섬도와 성숙도의 관계를 조사할

수 있다. 방적공장은 여러 지역으로부터 면섬유를 구입하여, 다양한 품종의 면섬유를 방적하기 때문에 염색 결점과 관련된 클레임은 방적산업에 있어서 계속적으로 중요한 문제가 될 것이다. 그에 따라 가뭄과 병충해에 대한 저항성 뿐만 아니라 생산성을 향상시킬 수 있는 새로운 원면 품종이 개발되고 있는데, 이와 같은 다양한 재배 지역과 품종을 갖는 면섬유의 성숙도 분포를 측정하는 능력은 방적공장으로 하여금 오늘날 시장에서 필요한 품질 요구에 대처할 수 있게 할 것이다.

2.5.2 측정 방법 및 시험 결과

AFIS에서는 성숙도와 섬도를 측정하기 위해 단섬유(single fiber)에 대한 광학적 측정 기법을 사용한다. 광학 센서의 성능은 다중 광 산란 각도(multiple light scattering angle)도 측정할 수 있을 정도로 발전되었다. 이러한 새로운 기법은 AFIS 시험기로 하여금 섬유의 “형상”을 측정하게 함으로써 섬유 한올의 둘레와 면적을 정확히 결정할 수 있게 되었다. 이와 같은 단섬유에 대한 정보로 말미암아 AFIS 시험기는 성숙도와 섬도에 대한 정확한 분포와 히스토그램을 구할 수 있는 특별한 기능을 갖게 되었다.

AFIS는 넵, 섬유장 및 트레이 모듈에 대해 다양한 형태로 조합하여 사용될 수 있는 시험기로 여러 가지 모듈에 의한 섬유 물성의 측정은 특정 소프트웨어를 추가하면 동시에 시험될 수 있다. AFIS 성능에 대한 부가적인 상세한 설명은 Uster News Bulletin 38호를 참고하기 바란다.

AFIS 성숙도 모듈의 시험결과를 <그림 2.9>에 나타내었다. 성숙도 정보는 섬유장 자료와 함께 표시된다. 오른쪽 세 열이 성숙도의 시험 결과로서 개개의 반복 시험에 대한 결과가 표시되며, 나아가 각 시료의 반복 시험 결과에 대한 평균, 표준 편차 및 변동계수도 표시된다.

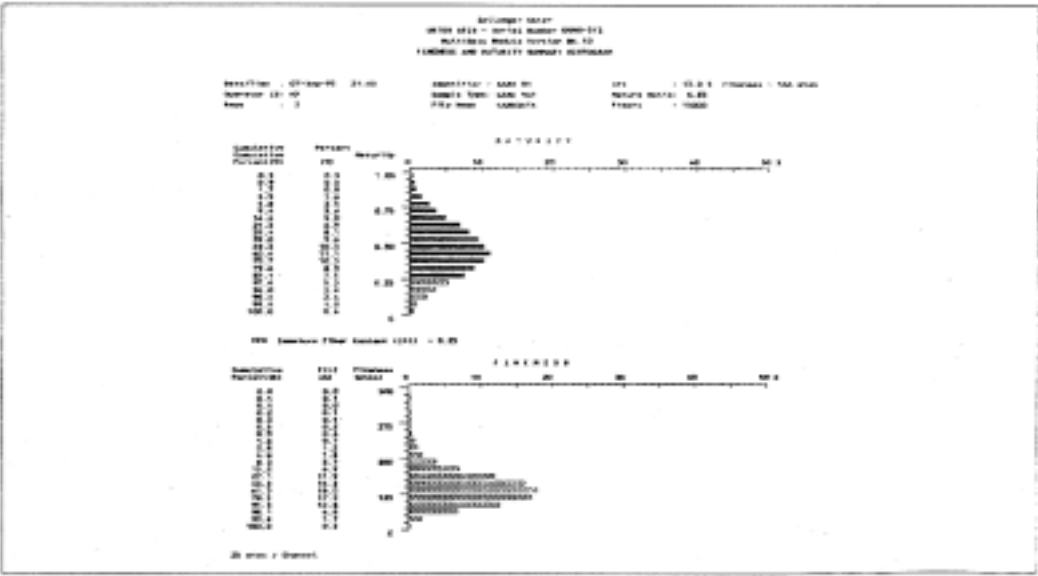
<그림 2.10>은 AFIS 성숙도 결과로부터 구해진 성숙도 및 섬도 히스토그램이다. 우측 그림은 성숙도 비로서 섬유 원형도의 분포나 세타(theta)의 분포를 나타낸다. 아래쪽 그림은 AFIS 시험기로 구해진 섬도의 분포를 나타내는 것으로서 구간 폭은 25mtex이다.

Zellweger Uster
USTER AFIS - Serial Number 0596-313
MultiData Module Version 84.10
Summary of Sample Analysis

Date/Time : 07-Sep-95 21:40 Identifier : CARD 01
File Name : CARDDATA Sample Type: CARD MAT
Operator ID: XP Fibers : 15000

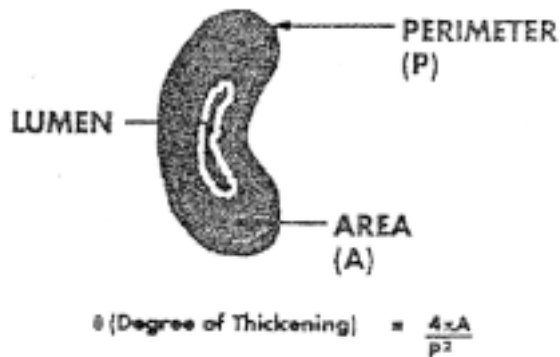
Rep	L(w) [in]	UQL(w) [in]	L(b) [in]	L(n) % CV	SFC(n) [%]	2.5%(n) [in]	Fine mtex	IPC [%]	Mature Ratio
1	0.89	1.11	0.70	51.7	32.1	1.38	148	13.4	0.83
2	0.91	1.12	0.74	48.7	28.0	1.37	147	13.0	0.83
3	0.90	1.12	0.71	50.4	29.0	1.34	145	13.0	0.82
4	0.92	1.12	0.75	48.0	27.0	1.37	147	11.2	0.85
5	0.90	1.10	0.73	48.2	27.8	1.36	144	14.2	0.82
Mean	0.90	1.11	0.73	49.4	28.8	1.36	146	13.0	0.83
S.D.	0.01	0.01	0.02	1.6	2.0	0.02	2	1.1	0.01
% CV	1.3	0.8	2.9	3.2	6.9	1.1	1.1	8.3	1.5

<그림 2.9> AFIS Maturity 및 fineness 자료



<그림 2.10> 성숙도 및 섬도 히스토그램

면섬유의 성숙도를 설명하는데 아래의 용어 및 정의가 사용된다.



① 원형도 : Circularity

섬유 막벽의 단면적을 동일한 원주의 원 면적으로 나눈 후도(degree of thickening)

② 세타 : Theta

측정된 섬유의 평균 원형도로서, 또한 후도를 표시함

③ 섬도 : Fin(mtex), Fineness(mtex)

millitex로 나타낸 섬유의 평균 섬도(단위 길이당 무게)로서, 1,000m 길이의 섬유무게가 1밀리그램일 때 섬도는 1millitex가 됨

④ 미성숙면 함유율 : IFC(%), Immature Fiber Content(%)

원형도가 0.25이하인 섬유의 분율이며, 섬유의 IFC%가 낮을수록 염색성이 더 좋음.

⑤ 성숙도 비 : Maturity ratio

원형도가 0.5이상인 섬유의 양을 원형도가 0.25 이하인 섬유의 양으로 나눈 값으로서 섬유의 성숙도 비가 높을수록, 더 성숙된 섬유이며 염색성이 더 좋음