

HVI(High Volume Instrument) 시스템을 이용한

실의 품질추정

1. 서 론

Suter-Webb 복식 소오터(duplex sorter)의 개발로 섬유장 분포를 측정할 수 있게 되었다. 소오터를 사용하여 측정할 수 있는 특성 가운데 하나는 단섬유 함유량(SF : Short Fiber Content) 또는 1/2in 미만인 섬유량의 백분율이다. 많은 연구와 실제 공장에서의 경험을 통하여 SF가 많은 원면은 SF가 적은 원면과 같이 잘 처리될 수 없음이 밝혀졌다. 원면의 각 베일마다 SF를 신속하게 측정해야 될 필요성이 항상 표출되어 왔다. 신속한 SF의 측정에 대한 여러 방법이 제안되어 왔으며 또한 현재도 제안되고 있지만, 아직까지 어떠한 시스템도 만족스럽지 못하였다. 본고의 목적은 SF 측정에 대한 대안책을 기술하고자 하는 데 있다.

부유섬유 지수(FFI : Floating Fiber Index)가 SF에 대한 대안으로 제시되었다. FFI는 섬유 다발 내에 있는 단섬유가 드래프트 영역에서 각 쌍의 롤러에 의해 제어되지 못함으로써 부유하게 된다는 전제를 기초로 한다. 배열법 등에 의해 측정된 섬유장과 섬유장 분포는 부유섬유를 나타내는 하나의 지수로서 계산식은 다음과 같다.

$$FFI = \left(\frac{\text{상사분 섬유길이}}{\text{평균 섬유길이}} - 1 \right) \times 100$$

섬유장을 측정하는 시험기 파이프로그래프(fibrogram)으로도 다음과 같이 FFI를 계산할 수 있다.

$$FFI = \left(\frac{\text{상반 평균 섬유길이}}{\text{평균 섬유길이}} - 1 \right) \times 100$$

파이브로그래프 이론을 나타내는 데 있어 섬유장 분포의 한 척도인 균제도

지수(UI : Uniformity Index)는 다음과 같이 정의된다.

$$UI = \left(\frac{\text{상반 평균 섬유킬이}}{\text{평균 섬유킬이}} \right) \times 100$$

파이브로그래프 이론을 나타내는 데 있어 섬유장 분포의 한 척도인 균제도 지수(UI : Uniformity Index)는 다음과 같이 정의된다.

$$UI = \left(\frac{\text{상반 평균 섬유킬이}}{\text{평균 섬유킬이}} \right) \times 100$$

HVI 시스템의 UI도 동일한 방법으로 얻는다. 비에서 1을 뺀다는 점만 제외하면 FFI는 UI의 역수이다. 만일 FFI가 SF에 대한 유용한 대안책이라면 UI 역시 유용하게 사용된다.

파이브로그래프 이론으로부터 UI는 SF가 증가함에 따라 감소하게 된다. 배열법과 HVI의 섬유장 데이터는 미국 육지면의 스테이플 표준전본(staple standards)으로부터 얻었다. 짝수로 이루어진 일련의 스테이플 표준인 26, 28, 30, 32, 34, 36, 38, 40을 배열법, Almeter, HVI, 디지털 파이브로그래프 등으로 시험하였다. 각 측정치의 최소와 최대치는 <표 1>에 나타나 있다.

<표 1> 8종의 스테이플 길이 표준에 대한 최소와 최대치

纖維特性	最 小	最 大
스테이플, Ne32	26	40
配列法 上四分 纖維길이, in	0.866	1.414
Almeter 上四分 纖維길이, in	0.750	1.290
MCI HVI 길이, in	0.838	1.248
2.5% 스텝 길이, in	0.854	1.249
配列法 短纖維 含有量, %	4.4	19.2
Almeter 短纖維 含有量, %	2.9	27.6
MCI 均齊度 指數	79.3	83.5
스텝 길이 均齊度 指數	43.8	45.8

Almeter데이터는 Bargeron방법에 따라서 구한 것이다. HVI 데이터는 Motion Control사의 시스템으로서 제작사의 지침대로 시험하여 얻은 것이다. 2.5% 스

팬 길이와 디지털 파이브로그래프 균제도 지수는 파이브로그래프방법에 따라 얻은 것이다. 파이브로그래프 균제도 지수는 두 스펠 길이 간에 긴 쪽의 길이로 나눈 백분율로 표시된 비이다.

SF와 UI간의 상관관계는 <표 2>에 나와 있다. SF와 HVI UI 간의 상관관계는 파이브로그래프 이론으로부터 예측한 것과 같이 음의 관계이고 값은 1에 가깝다. SF와 디지털 파이브로그래프 균제도 지수 간의 상관관계는 음이지만 1에 가깝지는 않다. 디지털 파이브로그래프 균제도 지수는 SF에 의해 영향을 받지만 섬유장에 의존하기 때문에 SF에 대한 대안으로 고려될 수 없다.

<표 2> 8종의 스테이플 길이 표준에 대한 단섬유 함유량(SF)과
균제도 지수(UI)간의 상관관계^a

纖維特性	配列法 SF	Almeter SF	HVI UI
Almeter SF	0.961	—	—
HVI UI	-0.955	-0.926	—
파이브로그래프 UI	-0.535	-0.414	0.495

^a 확률수준 5%와 1%에서 상관계수는 각각 0.707과 0.834

스테이플 표준건본은 특별한 기준에 맞게 선택되었고 신뢰성이 높은 샘플이다. SF와 UI의 관계로부터 UI는 SF에 대한 대안으로 사용될 수 있지만 공정에서의 성능이나 품질 등의 문제를 예측하는 데 있어 UI의 실용성을 설명하기 위해서는 더 많은 표준의 샘플로부터 얻은 데이터가 요구된다. 그런 데이터들을 이용한 결과를 이후에 논의될 것이다.

2. 시료준비와 시험

1984년과 1985년 작물의 원면품질 조사 중인 샘플을 선택하였다. 미농무성

(USDA) 농산물 마케팅국(agricultural marketing service) 원면부(cotton division)의 품선과에 의해 제공된 각 지역의 모든 우량 변종을 대표하도록 샘플을 선택하였다. 샘플링방법에 대한 자세한 사항이나 데이터들은 이미 보고된 바 있다. 샘플은 1984년도 작물 가운데 161개의 중스테이플 로트와 1985년도 작물 가운데 153개의 중스테이플 로트에서 118개를 선택한 것이다.

섬유장, 섬유장 균제도, 강도, 신도, 마이크로네이치, 색상 등은 HVI 시스템으로 측정하였다. Motion Control사의 모델 3000(MCI)과 Special Instruments Laboratory사의 모델 900(Spinlab)을 사용하여 각각 제작사가 권장한 시험방법에 따라 샘플을 시험하였다. HVI 시스템에 대한 ASTM방법은 이 데이터들이 수집된 후에 출판되었다. 웨이스트는 셜리 애널라이저(Shirley analyzer)로 측정하였다. 섬도와 성숙도는 IIC/Shirley 섬도성숙도 시험기로 측정하였다. 섬유장과 섬유장 분포는 배열법과 Peyer Fibroliner AL101 시스템(Almeter)으로 Bargeron의 방법에 따라 측정하였다. 섬유장과 섬유장 분포는 배열법과 Peyer Fibroliner AL101 시스템(Almeter)으로 Bargeron의 방법에 따라 측정하였다. 단 섬유 함유량은 배열법과 Almeter를 사용하여 구하였다. 마이크로네이치는 MCI HVI로 측정하였다. 색상, 즉 반사율(reflectance)과 황도(yellowness)는 Spinlab 235 색차기로 측정하였다. 섬유의 강도와 신도는 스텔로미터(stelometer)로 측정하였다.

샘플은 표준공정으로서 27tex(Ne22)와 11.8tex(Ne 50) 실로 방출되었고 이때 웨이스트를 측정하였다. 실의 강도와 신도는 타래(skein)로 시험하였고 외관은 표준과 비교하였다. 실의 강도와 신도는 타래(skein)로 시험하였고 외관은 표준과 비교하였다. 실의 결점은 Uster tester II 모델B로 제작사의 지침에 따라 측정하였다. 방출가능번수 또는 샘플로 방출할 수 있는 가장 세번수의 실은 표준방법에 의해 결정하였다.

3. 결과 및 고찰

가. 섬유의 특성

수확연도에 따른 각 섬유특성에 대한 최소치와 최대치는 <표 3>에 나와 있다. 셸리애널라이저 잡물량, MCI 섬유장, 섬유강도 등의 범위는 1984년 샘플에서보다 더 큰 경향을 보였다. 1985년 샘플에서 Spinlab HVI 섬유강도의 범위가 MCI HVI 섬유강도보다 작았다. Almeter SF에서의 범위는 배열법에 의한 SF보다 컸다. Spinlab기기로부터의 섬유장과 UI는 MCI 기기의 경우보다 약간 낮은 수준이었지만, 두 기기는 캘리브레이션 원면의 허용한계 내에 있었다. 수확연도에 따라 SF 및 UI와 다른 섬유특성 간의 상관관계는 <표 4>에 나와 있다. 배열법 SF와 MCI UI간의 상관계수는 1984년도 샘플의 경우 $r=-0.635$ 이고 1985년도 샘플의 경우 $r=-0.774$ 이었다.

<표 3> 원면 특성의 최소와 최대치

纖 維 特 性	1984年度		1985年度	
	最 小	最 大	最 小	最 大
셸리 애널라이저 웨이트				
可視, %	0.7	3.7	0.6	5.0
合計, %	1.2	5.7	1.4	7.7
纖維 길이				
MCI, in	0.99	1.19	0.95	1.16
Spinlab, in	—	—	0.93	1.14
均齊度 指數				
MCI	76	83	78	83
Spinlab	—	—	76.9	81.6
短纖維 含有量				
配列法, %	5.65	22.64	5.21	20.62
Almeter, %	4.1	22.3	3.6	22.6
纖維 強度				
MCI, g/tex	22.8	—	20.4	32.4
Spinlab, g/tex	—	31.6	24.7	31.9
마이크로네어 値				
MCI	2.7	5.4	3.0	5.2
Spinlab	—	—	3.2	5.3
IIC/Shirley FMT				
織度, mtex	126	198	139	205
成熟度	0.663	1.163	0.744	1.135
色相				
反射率, Rd	65.3	82.3	65.7	81.3
黃度, +b	7.4	11.0	6.4	9.9

<표 4> SF 또는 UI와 원면특성치 간의 상관관계(r)^a

纖維特性	1984年度			1985年度			
	配列法 SF	Almeter SF	MCI UI	配列法 SF	Almeter SF	MCI UI	Spinlab UI
섬리 애널라이저							
可視	0.254	0.200	-0.224	0.266	0.299	-0.342	-0.339
合計	0.346	0.297	-0.283	0.414	0.437	-0.472	-0.499
纖維 길이							
MCI	-0.365	-0.525	0.409	-0.705	-0.680	0.661	0.598
Spinlab	—	—	—	-0.716	-0.687	0.685	0.713
均齊度 指數							
MCI	-0.635	-0.710	1.000	-0.774	-0.770	1.000	0.797
Spinlab	—	—	—	-0.744	-0.761	0.797	1.000
短纖維 含有量							
配列法	1.000	0.765	-0.635	1.000	0.794	-0.774	-0.744
Almeter	0.765	1.000	-0.710	0.794	1.000	-0.770	-0.761
纖維深度							
MCI	-0.503	-0.518	0.550	-0.547	-0.382	0.482	0.550
Spinlab	—	—	—	-0.582	-0.392	0.518	0.599
마이크로네어 値							
MCI	-0.334	-0.410	0.529	-0.496	-0.472	0.618	0.417
Spinlab	—	—	—	-0.485	-0.489	0.592	0.410
IIC/Shirley FMT							
纖維, mtex	-0.127	-0.157	0.225	-0.392	-0.445	0.475	0.308
成熟度	-0.262	-0.491	0.611	0.503	-0.398	0.528	0.385
色相							
反射率	-0.421	-0.309	0.315	-0.288	-0.195	0.267	0.396
黃度	-0.262	-0.323	-0.051	0.185	0.189	-0.204	-0.114

a: 확률수준 5%와 1%에서 r값은 1984년 데이터의 경우 각각 0.186과 0.238이고, 1985년 데이터의 경우 0.160과 0.209이다.

스테이플 표준에서와 같이 음으로 높은 상관관계를 보이지 않는다. 배열법 SF와 Almeter 간의 상관계수는 1984년도의 경우 $r=0.765$ 이고 1985년도의 경우 $r=0.794$ 인데, 두 가지 다른 방법을 사용하여 동일한 특성을 측정하는 경우 기대되는 바와 같은 1에 접근하지는 않았다. MCI UI와 Spinlab UI의 상관계수는 $r=0.797$ 인데, 이 역시 두 가지 다른 시험기를 사용하여 동일한 특성을 측정할 경우 기대되는 것보다 낮았다.

잡물량과 SF는 셴리 애널라이저 잡물량에 기여한다. 높은 SF나 낮은 UI를 갖는 샘플에서의 셴리 애널라이저 잡물량은 높은 경향이 있지만 상관관계가 높지는 못하다. 잡물량이 셴리 애널라이저 잡물량에 미치는 영향은 SF의 어떠한 효과도 압도한다.

짧은 섬유장의 샘플은 SF의 정의가 $1/2\text{in}$ 미만의 섬유량을 백분율로 나타내는 것이므로 SF가 큼에는 틀림없지만 단섬유 함유량 중의 길이에 대한 변동이 존재할 수 있다. 길이와 SF간의 상관관계는 샘플들 간에 섬유 절단율이 거의 일정한 샘플에서는 높고, 절단율의 변동이 있는 샘플에서는 비교적 낮다. 1984년 샘플 중 일부는 기후의 영향을 받아 섬유 절단율이 샘플들 간에 차이가 있다. 섬유장과 SF간의 상관관계는 기후에 영향을 받지 않는 1985년 샘플보다 1984년 샘플에서 더 낮다. 섬유장과 UI간의 상관관계도 같은 경향이다.

강력이 큰 섬유가 약한 섬유보다 절단에 대한 저항이 클 것이다. 섬유강도와 SF간의 음의 상관관계는 섬유강도가 섬유절단에 미치는 영향을 반영한 것이고 섬유강도와 UI간의 양의 상관관계도 마찬가지이다.

가늘고 성숙이 덜 된 섬유는 굵은 섬유보다 섬유절단에 대한 저항력이 약할 것이다. 섬도와 성숙도의 지수인 마이크로어치는 SF와는 음의 관계이고 UI와는 양의 관계이지만 상관관계의 정도는 낮다. 상관관계의 정도는 낮지만 섬유의 성숙도가 SF에 미치는 영향은 섬도의 경우보다는 큰 것으로 나타났다.

면섬유의 색상은 등급의 한 구성요소이며, 독도 또는 황도는 섬유 퇴화의 지표가 될 수 있다. 반사율(Rd)이 큰 원면의 경우 SF는 작고 UI는 큰 경향이 있다. 1984년 샘플의 경우 황도가 클수록 SF가 작음 경향이 있지만 1985년 샘플의 경우는 그런 경향이 보이지 않았다. 황도와 UI 간에는 뚜렷한 관계가 보이지 않았다.

나. 공정과 실의 특성

공정 중의 웨이스트, 방출가능 변수, 실의 특성에 대한 최소, 최대치가 수

확년도별로 <표 5>에 나와 있다. 1984년 샘플의 경우 일부가 기후에 영향을 받았고 공정 중에 섬유절단이 일어나기 쉽기 때문에 웨이스트의 범위가 클 것으로 기대되었다. 비록 섬유장, 섬유강도, 마이크로네어치 등과 같은 섬유 특성에 의한 영향도 있었지만, 1984년 샘플의 경우 기후가 최대 방출가능 변수를 낮추는 데 영향을 미쳤다. 실의 결점을 제외한 다른 특성에 대한 최소치와 최대치는 2년간의 샘플에서 비슷하지만 범위는 1984년 샘플이 1985년 샘플에서 보다 컸다. 실의 제조공정 및 실의 특성과 SF 및 UI간의 상관관계가 <표 6>에 나와 있다. 잡물량, SF, 섬유의 공정 중 절단경향은 모두 웨이스트에 영향을 미쳤다. 2년간의 샘플 모두에서 SF와 웨이스트 간에 상관관계와 부호는 반대이고 크기는 거의 같았다. 1984년 샘플의 상관계수가 더 작은 것은 아마도 기후에 영향을 받은 샘플에서 섬유절단이 일어나는 경향이 높기 때문인 것 같다. 1985년 샘플보다 1984년 샘플에서 SF의 범위가 크고 셸리에닐라이저 잡물량이 적었다<표 3>.

<표 5> 공정과 실의 특성에 대한 최소 및 최대치

工程 또는 실의 特性	1984年度		1985年度	
	最 小	最 大	最 小	最 大
工程 웨이스트	4.5	14.5	4.6	9.8
最大 紡出可能 變數	38	73	34	87
실의 強度				
27 tex (Ne 22)	83	143	88	148
11.8 tex (Ne 50)	24	53	26	56
실의 伸度				
27 tex (Ne 22)	5.0	7.1	5.2	7.3
11.8 tex (Ne 50)	3.4	5.7	3.4	5.8
실의 外觀				
27 tex (Ne 22)	70	120	90	120
11.8 tex (Ne 50)	60	90	60	90
실의 缺點				
27 tex (Ne 22)	16	469	52	408
11.8 tex (Ne 50)	129	1,908	224	1,446

<표 6> SF 또는 UI와 공정 또는 실의 특성 간의 상관관계(r)^a

工程 또는 실의 特性	1984年度			1985年度			
	配列法 SF	Almeter SF	MCI UI	配列法 SF	Almeter SF	MCI UI	Spinlab UI
工程 웨이스브	0.434	0.351	-0.327	0.522	0.520	-0.520	-0.575
最大 吐出可能 변수	-0.624	-0.662	0.638	-0.663	-0.592	0.569	0.692
실의 强度							
27 tex (Ne 22)	-0.619	-0.647	0.659	0.642	-0.493	0.572	0.660
11.8 tex (Ne 50)	-0.636	-0.673	0.660	-0.616	-0.473	0.546	0.663
실의 伸度							
27 tex (Ne 22)	-0.265	-0.268	0.182	-0.165	-0.109	0.062	0.201
11.8 tex (Ne 50)	-0.218	-0.156	0.093	-0.024	0.003	-0.015	0.169
실의 外觀							
27 tex (Ne 22)	-0.246	-0.203	0.172	-0.048	-0.024	0.074	-0.066
11.8 tex (Ne 50)	-0.417	-0.481	0.433	-0.407	-0.417	0.449	0.325
실의 結點							
27 tex (Ne 22)	-0.139	-0.108	0.244	-0.226	-0.114	0.252	0.298
11.8 tex (Ne 50)	-0.494	0.478	-0.422	0.124	0.172	-0.124	-0.143

a: 확률수준 5%와 1%에서 r값은 1984년 데이터의 경우 각각 0.186과 0.238이며, 1985년 데이터의 경우 각각 0.160과 0.209이다.

SF와 최대 방출가능 변수 간의 상관관계는 음의 관계이고 근원적인 관계임을 나타내기에는 충분한 정도의 상관계수를 보였다. UI와 최대 방출가능 변수 간의 상관관계는 양의 관계이고 대략 SF와 최대 방출가능 변수 간의 상관관계와 동일한 정도를 나타내었다. 타래강도와 SF 및 UI간의 상관관계는 SF 및 UI와 최대 방출가능 변수 간의 관계와 비슷하다.

SF 또는 UI와 타래신도 간에는 거의 상관관계가 없었다. 태번수 실의 경우 SF 또는 UI와 실의 외관 또는 실의 경우 SF 또는 UI와 실의 외관 또는 실의 결점 간에는 상관관계가 없었다. 세번수 실의 경우에는 SF와 실의 외관 간에 상관관계가 보였다. 세번수 실의 경우 UI와 실의 외관 간의 상관계수와 크기는 같고 부호는 반대이었다. 세번수 실에서 SF와 실의 결점 간의 상관관계는 수확년도에 따라 다르다. 1984년 샘플의 경우 기후에 영향을 받았기 때문에 근원적인 관계임을 나타내기에는 충분한 정도의 상관계수를 보였다. 그러나

1985년 샘플로 방출한 세번수 실의 경우 SF와 실의 결점 간에는 어떤 상관관계도 보이지 않았다. 세번수 실의 경우 UI와 실의 결점 간의 상관관계는 SF와 실의 결점 간의 상관관계수와 부호는 반대이지만 동일한 경향을 보였다.

다. 섬유의 특성으로부터 공정과 실 특성의 추정

섬유의 특성을 독립변수로 하여 종속변수를 추정하기 위한 선형 방정식을 세우기 위하여 단계별 회귀방법을 사용하였다. 독립변수의 조합을 10가지로, 즉 10가지 모델에 관하여 고찰하였다.

종속변수

$$= \text{SAV} + \text{Rd} + (+b) + \text{LEN} + \text{UI} + \text{STH} + \text{ELH} + \text{MIC} \dots\dots\dots (1)$$

$$= \text{SAV} + \text{Rd} + (+b) + \text{AUQL} + \text{AUR} + \text{STS} + \text{ELS} + \text{MIC} \dots\dots\dots (2)$$

$$= \text{SAV} + \text{Rd} + (+b) + \text{PUQL} + \text{PUR} + \text{STS} + \text{ELS} + \text{MIC} \dots\dots\dots (3)$$

$$= \text{SAV} + \text{Rd} + (+b) + \text{AMN} + \text{ASF} + \text{SFS} + \text{ELS} + \text{MIC} \dots\dots\dots (4)$$

$$= \text{SAV} + \text{Rd} + (+b) + \text{PMN} + \text{PSF} + \text{STS} + \text{ELS} + \text{MIC} \dots\dots\dots (5)$$

$$= \text{SAV} + \text{Rd} + (+b) + \text{LEN} + \text{UI} + \text{STH} + \text{ELH} + \text{FIN} + \text{MAT} \dots\dots\dots (6)$$

$$= \text{SAV} + \text{Rd} + (+b) + \text{AUQL} + \text{AUR} + \text{STS} + \text{ELS} + \text{FIN} + \text{MAT} \dots\dots\dots (7)$$

$$= \text{SAV} + \text{Rd} + (+b) + \text{PUQL} + \text{PUR} + \text{STS} + \text{ELS} + \text{FIN} + \text{MAT} \dots\dots\dots (8)$$

$$= \text{SAV} + \text{Rd} + (+b) + \text{AMN} + \text{ASF} + \text{STS} + \text{ELS} + \text{FIN} + \text{MAT} \dots\dots\dots (9)$$

$$= \text{SAV} + \text{Rd} + (+b) + \text{PMN} + \text{PSF} + \text{STS} + \text{ELS} + \text{FIN} + \text{MAT} \dots\dots\dots (10)$$

여기서, SAN = 셸리 애널라이저 가시잡물(shirley analyzer visible waste), Rd = 반사율, (+b) = 황도, LEN = HVI길이, UI = HVI 균제도 지수, STH = HVI 섬유강도, ELH = HVI 섬유신도, MIC = 마이크로네어치, AUQL = 배열법 상사분 섬유길이, AUR = 상사분 섬유길이에 대한 배열법 평균 섬유길이의 비, STS = 스텔로미터 섬유강도, ELS = 스텔로미터 신도, AMN = 배열법 평균길이, ASF =

배열법에 의한 $1/2in$ 미만 섬유량의 백분율, $FIN = FMT$ 섬도, $MAT = FMT$ 성 속도비이다.

모델 1은 HVI 시스템으로 측정한 양과 셸리 애널라이저로 측정한 가시 잡 물량을 포함하고 있다. 모델 2는 HVI로 측정한 양 대신에 배열법 UQL, UR, STS, ELS를 포함한다. 모델 3은 모델 2에 있는 배열법 UQL과 UR 대신에 Almeter의 UQL과 UR을 포함한다. 모델 4의 배열법 평균과 SF 대신에 Almeter의 평균과 SF를 포함한다. 모델 6, 7, 8, 9, 10은 각각 모델 1, 2, 3, 4, 5에서 사용한 MIC 대신에 FIN과 MAT를 사용한 것이다.

각 모델에는 섬유장과 섬유장 분포가 포함되어 있다. UR은 평균/UQL 이므로 식 2, 3, 7, 8에서 UQL이 두번 사용된 것처럼 보인다. 그렇지만 선형 회귀 분석에서 비는 별개의 변수로 취급된다. 그리고 만일 모든 섬유의 길이가 동일하다면 평균과 UQL은 동일할 것이며 UR은 1이 될 것이다. 섬유의 절단은 UQL에 비해 평균을 낮추어 결국 UR을 2보다 작게 할 것이다. 이 연구에서 사용한 샘플의 경우 UR은 0.76~0.84의 범위 내에 있다. UR이 1에서 차이난 정도가 길이 분포의 척도로 나타낸다. UR이 작다는 것은 샘플 내에 단섬유가 많다는 것을 의미하는데, 그 이유는 평균 섬유장이 UQL과 더 차이가 나기 때문이다.

1984년도와 1985년도 샘플에 대한 회귀식을 각각 구하였다. 회귀식에서 어떤 변수를 택할 것인가를 결정하는 데 확률수준 0.1을 사용하였다. 공정 웨이스트를 예측하기 위한 식에 포함된 변수와 각 모델에서의 결정계수(r^2)는 < 표 7>에 나와 있다.

2년간에 걸친 샘플에 대한 여러 모델에 포함되어 있는 변수들에는 일관성이 있었다. 결정계수는 0.54~0.75이다. SAV와 +b는 공정 웨이스트를 예측하는 모든 회귀식에 포함되어 있다. Rd는 20개 방적식 중 18개에서 나타났다. SF는

1984년도 샘플의 경우 식(4), (9), (10) 등에 포함되어 있고, 1985년도 샘플의 경우 식(5)와 (10)등에 포함되어 있다. 1984년도 샘플의 MAT와 1985년도 샘플의 LEN 또는 UQL과 같은 변수들은 일관성있게 포함되어 있지 않았다. 잡물량, SF 또는 섬유장 균제도 등의 변수는 공정 웨이스트에 영향을 미치는 것으로 기대되었다. 색상을 나타내는 Rd와 +b가 공정 웨이스트를 예측하는 회귀식에 일관성 있게 나타날 줄은 예상하지 못하였다. 이런 변수들은 섬유의 상해 정도를 나타냄으로서 섬유의 절단에 대한 경향을 가리키는 지표임에 틀림없다.

<표 7> 확률수준 10%에서 연도별 공정웨이스트를 추정하는 방적식에 포함되어 있는 변수와 결정계수(r^2)

年度	모델	變 數	r^2
1984	1	SAV +b Rd LEN	.54
	2	SAV AUR+b Rd ELS	.57
	3	SAV PUR+b Rd ELS	.56
	4	SAV ASF+b	.56
	5	SAV STS+b ELS	.54
	6	SAV+b Rd MAT UI	.57
	7	SAV AUR+b MAT Rd FIN STS	.62
	8	SAV PUR+b MAT Rd FIN STS	.61
	9	SAV ASF+b MAT Rd	.60
	10	SAV STS+b MAT FIN PSF PMN Rd	.63
1985	1	SAV UI Rd LEN+b	.74
	2	SAV AUR AUQL Rd+b	.75
	3	SAV PUR Rd PUQL+b	.72
	4	SAV Rd+b AMN	.74
	5	SAV PSF Rd+b	.73
	6	SAV UI Rd LEN+b	.74
	7	SAV AUR AUQL Rd+b	.75
	8	SAV PUR Rd PUQL+b	.72
	9	SAV Rd+b.AMN	.74
	10	SAV PSF Rd+b	.73

섬유의 치수를 나타내는 변수인 섬유장과 섬도의 최대 방출가능 변수를 예측하는 데 기여할 것으로 생각되는데, 그 이유는 섬도의 경우 실의 단면에 존재하는 섬유의 올 수에 영향을 미치고, 섬유장의 경우 긴 섬유는 짧은 섬

유에 비해 실 내부에서 더 많은 섬유들과 접촉하게 되기 때문이다. 회귀분석의 결과, 최대 방출가능 변수를 예측하는 모든 식에 섬도(또는 마이크로네어치)가 포함되어 있다<표 8>. 길이를 나타내는 LEN이나 UQL 또는 평균 등은 20개식 가운데 18개에 포함되어 있고, Almeter SF는 그 외의 식에 포함되어 있다. 결정계수는 0.71~0.84의 범위 내에 있다. 섬유강도 역시 모든 식에 포함되어 있다. UI나 UR 또는 Almeter SF 등도 식에 포함되어 있다. 주목할 만한 일은 배열법 SF가 빠져 있다는 사실이다. 다른 섬유특성들은 최대 방출가능 변수를 예측하는 일부 식에는 포함되어 있지만 나머지 식에는 포함되어 있지 않았다. 이런 결과로 최대 방출가능 변수 또는 공정성능에 기여하는 섬유의 주요 특성은 섬유의 치수를 나타내는 길이와 섬도, 섬유강도, 섬유장균제도 등임을 알 수 있다.

<표 8> 확률수준 10%에서 연도별 최대 방출가능변수를 추정하는 방정식에 포함되어 있는 변수와 결정계수(r^2)

年度	모델	變 數	r^2
1984	1	STH LEN UI MIC SAV	.80
	2	STS AUQL MIC AURRd	.84
	3	STS PUQL MIC PUR	.83
	4	STS AMN MIC Rd	.83
	5	STS PSF MIC	.84
	6	STH LEN FIN UI SAV	.82
	7	STS AUQL FIN AUR Rd	.84
	8	STS PUQL FIN PUR	.83
	9	STS AMN FIN Rd	.84
	10	STS PSF FIN	.84
1985	1	STH LEN MIC UI Rd+b	.75
	2	STS AUQL MIC AUR Rd	.77
	3	STS PUQL MIC PUR Rd	.71
	4	STS AMN MIC Rd	.77
	5	STS PMN MIC Rd PSF	.71
	6	STH LEN FIN UI Rd SAV MAT+b	.78
	7	STS AUQL FIN AUR	.79
	8	STS PUQL FIN PUR Rd	.72
	9	STS AMN FIN	.79
	10	STS PMN FIN PSF Rd	.73

배열법 SF의 표준편차는 개별 시료의 경우 1.44%이거나 또는 두 시료의 경우 1.019%이다. 이런 숫자를 기준으로 볼 때 배열법 SF의 경우 변동계수는 1984년도 샘플에서는 10.2%이었다. 이 샘플에서 UI의 표준편차는 0.87%이고 UI의 변동계수는 1.1%였다. 이런 변동계수가 나타내는 바와 같이 배열법 SF의 변동이 크기 때문에 회귀분석할 경우 배제되는 원인이 된 것 같다. Almeter SF에 대한 비교 데이터는 유용하지 않지만 변동계수가 배열법 SF의 경우보다는 작았다.

섬유강도가 최대 방출가능 변수를 예측하는 모든 식에 포함되리라고는 기대하지 않았다. 섬유강도는 섬유다발의 양 끝점이 파지된 후 수직으로 가해진 힘에 저항하는 정도이다. 일직선 상으로 작용하는 힘에 대한 저항 이외의 요인도 강도시험에서는 포함되어 있어야만 한다. 한가지 예로 섬유 다발 내의 섬유와 섬유 사이의 포함력을 들 수 있는데, 이 역시 실을 형성하는 데 기여하게 된다.

27tex(Ne 22)사의 타래 강도를 예측하기 위한 식에 포함되어 있는 변수와 각 모델에서의 결정계수(r^2)가 <표 9>에 나와 있다. 섬유강도와 섬유 치수는 이 식에 포함되리라고 예상했었다. 타래 강도를 예측하기 위한 모든 식에는 섬유강도와 섬도가 포함되어 있다.

Almeter의 측정치를 포함하는 4개의 모델 가운데 3개를 제외하고는 LEN이나 UQL 또는 MN이 포함되어 있다. UI 또는 UR은 이런 섬유장 분포를 나타내는 변수를 포함하는 모델에 대한 식에 포함되어 있다. 배열법 SF는 모델의 어떤 식에서도 보이지 않지만 Almeter SF는 모델의 4개 식 가운데 3개에서 나타나 있다. 앞에서 언급 했었던 배열법 SF와 Almeter SF의 정밀성에 관한 내용이 여기에서도 적용된다. 또한 1985년도 샘플의 경우 PMN 또는 PSF는 모델 10에 대한 식에서 사용될 수 있다. 모델에 포함되어 있는 변수가 STS,

PNM, FIN, Rd이거나 STS, FIN, Rd, PSF인 경우 결정계수는 0.81이다. 이러한 결과로 미루어 보면 실의 강도를 예측하는 데 길이에 대한 항으로써 PSF가 PMN보다 훨씬 우월하다고는 할 수 없다. 색상, 잡물, 성숙도, 신도 등은 일부 식에 포함되어 있지만 나머지 식에는 없다.

<표 9> 확률수준 10%에서 연도별 타래강도(27 tex 실)를 추정하는 방정식에 포함되어 있는 변수와 결정계수(r^2)

年度	모델	變 數	r^2
1984	1	STH UI Rd MIC LEN SAV	.86
	2	STS AUR MIC AUQL	.89
	3	STS PUQL MIC PUR SAV	.90
	4	STS AMN MIC+b	.89
	5	STS PSF MIC SAV	.90
	6	STH UI FIN Rd LEN SAV+bMAT	.89
	7	STS AUR FIN AUQL+b	.90
	8	STS PUQL FIN PUR SAV	.90
	9	STS AMN FIN+b	.90
	10	STS PSF FIN SAV	.90
1985	1	STH UI MIC Rd LEN ELH SAV	.80
	2	STS AUQL MIC AUR Rd	.82
	3	STS PUQL Rd MIC PUR	.80
	4	STS AMN MIC Rd	.82
	5	STS PMN MIC Rd	.80
	6	STH UI FIN MAT LEN SAV Rd	.85
	7	STS AUQL FIN AUR MAT	.84
	8	STS PUQL FIN PUR Rd MAT	.81
	9	STS AMN FIN MAT	.84
	10	STS FIN Rd PSF MAT	.82

11.8tex(Ne 50)사의 타래강도를 예측하기 위한 식에 포함된 변수와 각 모델에서의 결정계수(r^2)가 <표 10>에 나와 있다. 모델에 포함된 변수들은 태번수 실의 경우와 비슷하다. 배열법 MN과 SF를 포함하는 모델에 대한 모든 식에서는 단지 MN만이 있는 반면, Almeter MN과 SF를 포함하는 모델에 대한 모든 식에서는 단지 SF만이 보이고 있다. 측정치의 정밀성에 대한 앞서의 언급이 여기에서도 적용된다. 27tex(Ne 22) 실에 대한 식에서와 같이 1985년도 샘플의 모델 5와 10에 대한 식에서 SF 대신 MN을 포함할 수 있다. 모델 10에

서 STS, FIN, PMN을 포함하는 식의 경우, 결정계수는 0.78이고 STS, FIN, PSF를 포함하는 식의 경우 0.79이다. 이러한 결과로 미루어 실의 강도에 기여하는 섬유의 주요 특성은 섬유강도, 섬유횡수, 섬유장 균제도이다.

<표 10> 확률수준 10%에서 연도별 타래강도(11.8tex실)를 추정하는 방정식에 포함되어 있는 변수와 결정계수(r^2)

年度	모델	變 數	r^2
1984	1	STH UI MIC LEN Rd SAV	.85
	2	STS AUQL MIC AUR	.89
	3	STS PUQL MIC PUR	.89
	4	STS AMN MIC	.89
	5	STS PSF MIC	.90
	6	STH UI FIN LEN Rd SAV	.87
	7	STS AUQL FIN AUR	.89
	8	STS PUQL FIN PUR	.89
	9	STS AMN FIN	.89
	10	STS PSF FIN	.90
1985	1	STH Rd UI MIC LEN	.81
	2	STS AUQL MIC AUR Rd ELS	.82
	3	STS PUQL MIC Rd PUR ELS	.78
	4	STS AMN MIC Rd ELS	.82
	5	STS MIC Rd ELS PSF	.78
	6	STH Rd UI FIN LEN SAV	.86
	7	MAT	.85
	8	STS AUQL FIN AUR Rd ELS	.80
	9	STS FIN PUQL PUR Rd ELS	.84
	10	STS AMN FIN Rd ELS	.81
		STS FIN PSF Rd ELS+b	

실의 신도, 외관, 결점 등을 예측하는 회귀식을 세웠지만 본고에서는 제외하였는데, 그 이유는 태번수 실의 신도에 대한 결정계수(약 0.55)를 제외하고는 결정계수가 낮았기 때문이다(0.5이하).

4. 결 론

HVI 시스템으로 측정한 균제도 지수는 원면 샘플의 단섬유 함유량과 음의 관계가 있다.

단섬유 함유량이 공정특성 또는 실의 특성과 상관관계가 있을 때 균제도 지수 또한 상관관계가 있는데, 크기는 같고 부호는 반대이다.

사관분석을 통해 유도된 식으로부터 배열법 SF는 공정성능 또는 실의 강도를 예측하는 변수로서는 정밀도 때문에 부적합하지만 Almeter SF는 이런 목적에 적합한 변수임을 알 수 있다. 회귀식에 포함되어 있는 변수들은 예상되었던 것이었으나 웨이스트 경우에서의 색상과 최대 방출가능 변수 경우에서의 섬유강도 등의 기여는 예외이었다.

균제도 지수는 기기 시스템에 의해 각 베일별로 등급을 조정할 수 있으며 SF보다는 적은 비용으로 측정할 수 있다 UI는 공정 성능과 실의 품질을 예측하는 척도로써 사용될 수 있다.