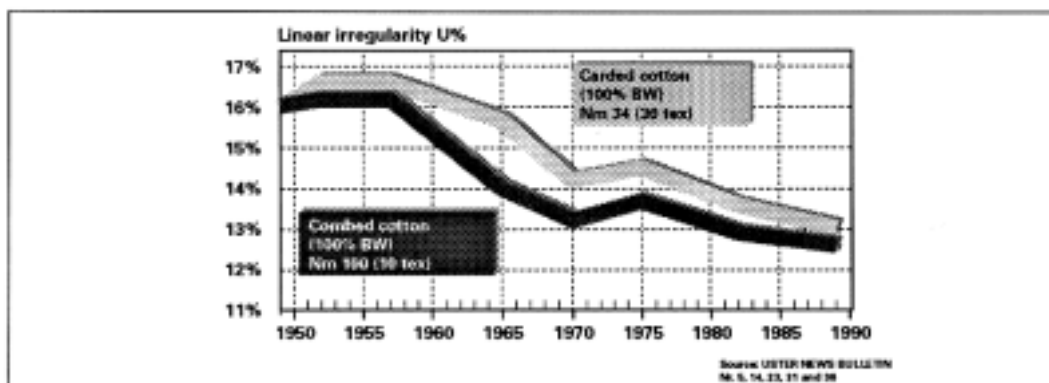


SLIVERDATA 시스템에 의한 슬라이버 품질관리

제 1 장 서 언

실의 품질은 대부분 전방 공정(spinning preparation)에서 결정된다. 따라서 연조의 마지막 패스에서도 전방 공정에서 발생한 결점들이 보정되지 않는다면, 그 후 공정에서는 보정 될 수 없거나 보정된다 하더라도 매우 어려운 단계를 거쳐야만 한다. 이렇게 해서 발생한 결점들은 편성물 또는 직물에서 육안으로 쉽게 관찰되는 결점이 되는 경우가 대부분이기 때문에 그에 따른 손실비용이 클 수 밖에 없다.

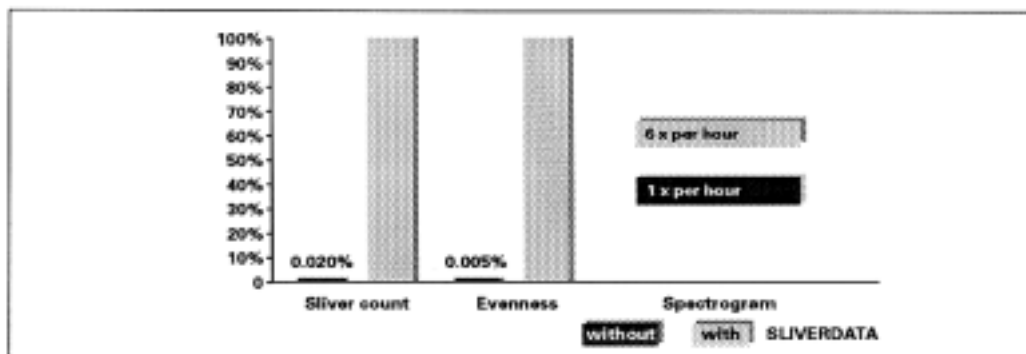
USTER STATISTICS 자료에 의하면 지난 몇 년 동안 방적공장에서의 생산 속도가 증가하였음에도 불구하고, 실의 선밀도 변동값(균제도)은 지속적으로 개선된 것으로 나타났는데, 이러한 현상은 지난 40년간 매우 현저하였음을 알 수 있다(그림 1).



<그림 1> 과거 40년 동안 실의 균제도 변화

이와 같이 실의 균제도가 좋아진 것은 대부분 전방공정에서의 기술 향상, 즉 원면, 기계, 오토 레블러 등의 최적 사용 뿐만 아니라 온라인 체제의 품

질 및 생산관리 시스템 때문이다. 이 때문에 온라인 품질 및 생산 관리 시스템이 없는 실 생산은 오늘날 거의 생각할 수도 없다. 그 이유는 품질에 대한 주기적인 오프라인 점검만으로는 충분하지 못하기 때문으로(그림 2), 예를 들어, 교대조별 슬라이버 정량 점검량은 생산량의 약 0.02% 정도에 불과하다.



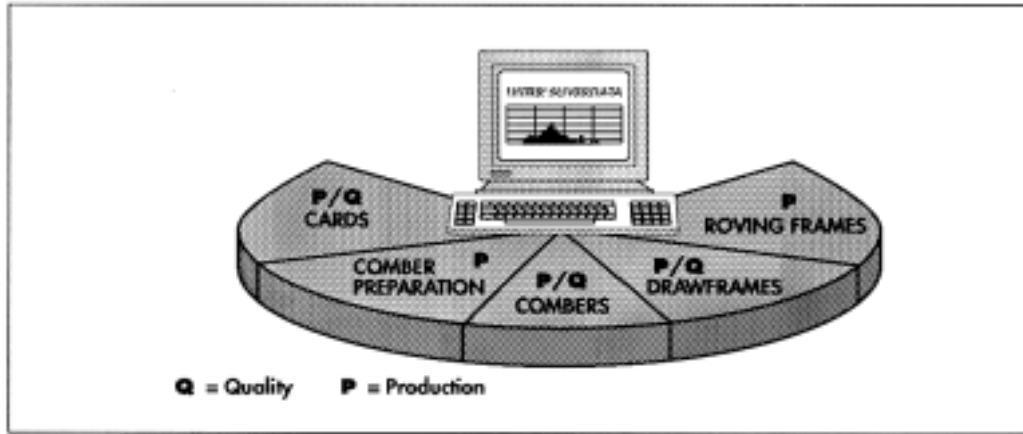
<그림 2> 생산량 대비 슬라이버 시험량 비율

품질에 관심이 있는 방적공장 관리자는 1984년 이후 USTER SLIVERDATA 시스템(그림 3)과 같은 매우 유용한 관리수단을 활용할 수 있게 되었는데, 이 장비는 품질상태를 점검하여 슬라이버 정량 편차, 선밀도 변동(불균제도 CV%) 및 주기적인 결점(각각의 스펙트로그램 피크, 인접 피크의 그룹화) 등과 관련하여 품질 한계를 벗어날 때 경고신호를 보낸다.

최종 제품의 품질 또한 생산시의 문제점들에 의해서 영향을 받을 수 있기 때문에 생산 조건에 대한 철저한 관리가 필요하며, 그런 측면에서 특히 기계 정대의 감소에 의해 품질이 크게 향상될 수 있다.

한편, 작업자와 관리자가 적은 상태에서 생산량을 더욱 높이고 더 많은 부분을 자동화하기 위해서는 온라인 제어시스템이 필요한데 SLIVERDATA 시스템은 슬라이버의 짧고, 비주기적인 굵은 결점의 감지 뿐만 아니라 PC를 이용한 자료의 그래프화 및 평가기능 확대에 의해 그 활용이 기대되며, 그에

따라 전방공정 제품의 품질도 향상될 수 있다.

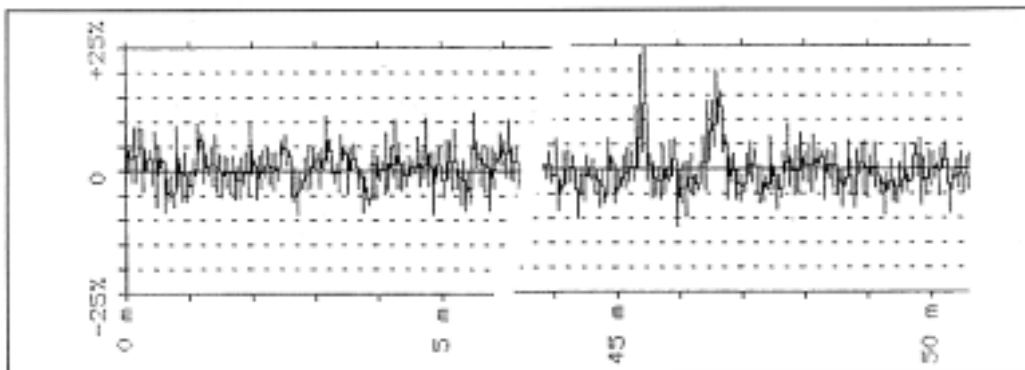


<그림 3> USTER SLIVERALARM 온라인 시스템에 의한 품질 및 생산관리

제 2 장 슬라이버의 굵은 결점

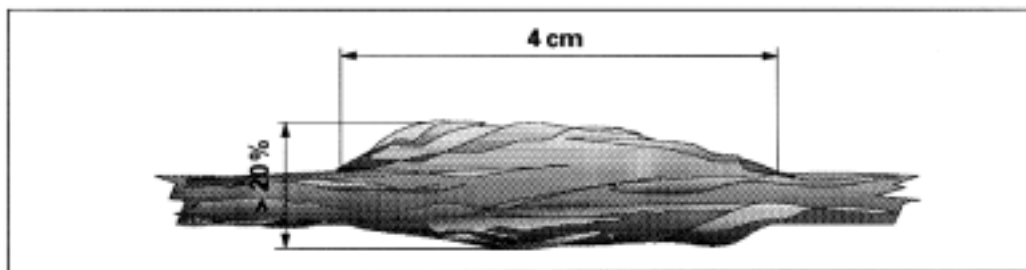
2.1 SLIVERDATA 시스템과 굵은 결점

슬라이버에서 비주기적으로 발생하는 짧고 굵은 결점은 시험실(그림 4) 또는 후공정에서의 품질 및 생산공정상의 문제 등으로 우연히 발견되는데, 이미 이 시점에서는 발견시기가 늦었다고 볼 수 있다.



<그림 4> 연조 슬라이버의 USTER 균제도 시험결과(다이어그램)

생산 속도의 증가, 분진과 소음발생 때문에 슬라이버 제조 기계(연조기, 소면기, 정소면기)는 가능한 한 완벽하게 밀폐된다. 따라서 작업자에 의해 행해지는 통상적인 시각 점검만으로 문제를 파악하기는 현실적으로 매우 어렵다. 한편 기계요소와 웨이스트 흡입제거 시스템에서의 문제점, 여러 가지 기계부품의 비정상적인 마모 등에 의해 슬라이버 내에 굵은 결점이 다량으로 발생되는데, 이것은 아주 짧은 시간 동안에 발생할 수 있고, 이렇게 되면 후공정에서의 품질과 생산 면에서 심각한 문제가 초래될 수 있다. USTER SLIVERDATA는 이와 같은 슬라이버의 굵은 결점을 감지할 수 있는데, <그림 5>는 최소 4.0cm이상, 20% 이상의 단면적을 갖는 슬라이버의 굵은 결점을 나타낸 것으로서, 길이가 1cm 이상 되는 굵은 결점도 통계적으로 40% 정도의 유의성으로 감지할 수 있다.



<그림 5> 슬라이버 굵은 결점

2.2 SLIVERDATA의 활용

오늘날 SLIVERDATA 시스템을 갖춘 공장은 굵은 결점 검출시스템으로 그 기능을 확장시키고 있다. 이처럼 기능이 확장된 장치를 사용하여 시험한 결과 굵은 결점이 실제 품질과 생산성 문제에 관련됨을 알 수 있었는데, 굵은 결점은 다음과 같은 요인에 의해 발생된다 :

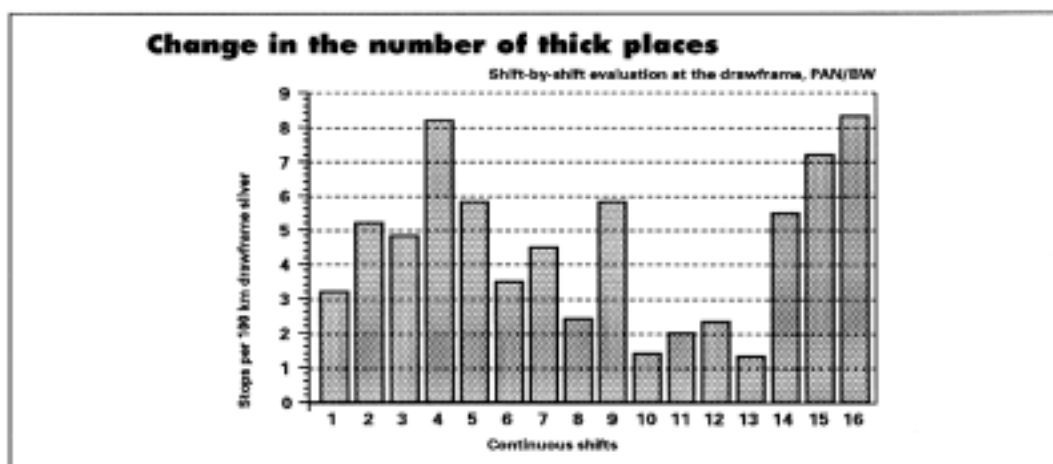
- 슬라이버의 진행방향이 전환되는 부분 또는 마모된 슬라이버 가이드에서

의 섬유축적

- 기계 부품의 결함
- 부적절한 기계 보전 및 소재 주기
- 최적조건이 아닌 기계 세팅
- 불충분한 웨이스트 흡입제거장치

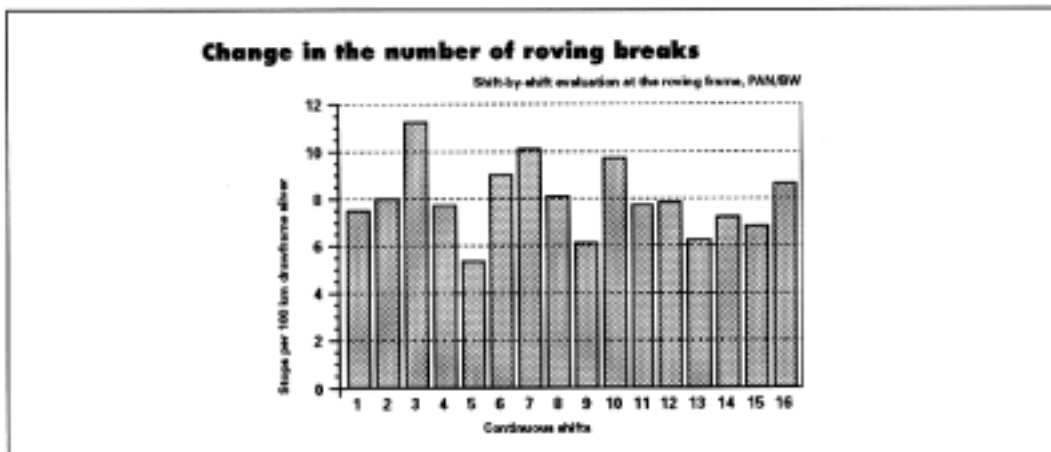
2.2.1 소면사 방적

아크릴-면 혼방 슬라이버에 대한 2차 연조기 패시지에서의 굵은 결점의 발생빈도를 소면사 방적공장에서 16회 이상의 작업교대 동안 조사하였다(그림 6). 그 결과 연조 슬라이버 100km에 대해 굵은 결점(> 35%)이 최고 8개까지 검출되었는데, 이러한 굵은 결점 발생의 주요 원인은 소면기에서 웨이스트 제거가 만족스럽지 못하기 때문으로 그에 대한 개선조치로 연조기로 공급되는 소면기 위의 플라이를 흡입 제거하였다(교대조 4와 9). 한편 교대조 15와 16의 경우 1로트의 생산이 끝나는 시점, 즉 교대조 16 이후에 필요한 기계보전을 실시하기로 결정했고, 동시에 조방기에서 조사 절단상태를 조사하였다(그림 7).



<그림 6> 1주 동안 교대조별 운전상태(2차 연조기 패시지, 소면)

조방기 정대 횡수는 대응하는 연조 슬라이버의 길이를 고려하여 계산하였다. 조방기에서의 조사 절단과 연조 슬라이버 굵은 결점과의 상관관계를 검토한 결과, 조방기에서의 조사 절단과 연조 슬라이버 굵은 부분과의 상관성은 아주 적은 것으로 나타났지만, 어떤 경향성은 있는 것으로 평가된다.

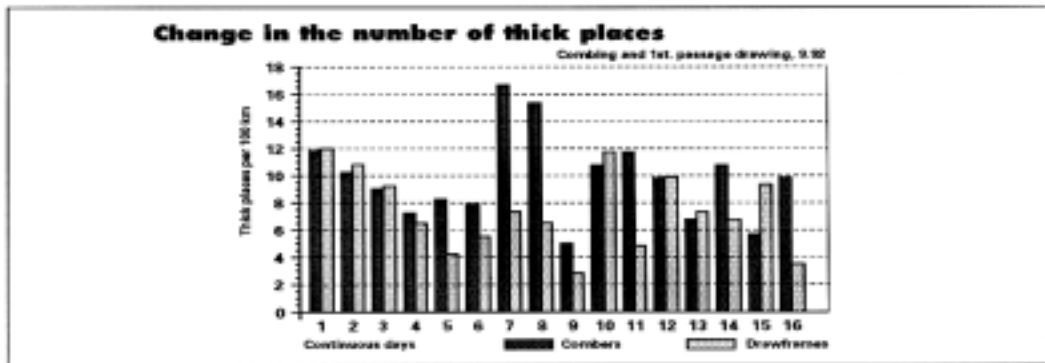


<그림 7> 1주 동안 조방기 정대 횡수

2.2.2 정소면사 방적

정소면기와 마지막 패시지의 연조기에 굵은 결점 검출시스템을 설치한 후 3주 동안 매일 정소면기 및 피니셔 연조기에서 굵은 결점을 측정, 발생빈도 평균값을 나타낸 것이 <그림 8>이다.

이 그림을 보면 굵은 결점이 정소면기에서 발생되었고 굵은 결점(>35%)수와 연조 슬라이버에서의 굵은 결점수간의 상관관계를 볼 수 있다. 점검 결과 드래프팅 로울러 표면이 너무 마모되었음을 알 수 있었는데, 드래프팅 로울러 표면이 닳아 그 직경이 작아지게 되면 드래프팅 로울러에 의해 가해지는 힘이 감소되어 드래프트 효과가 약해지므로 슬라이버에서 굵은 결점이 많이 발생된다.



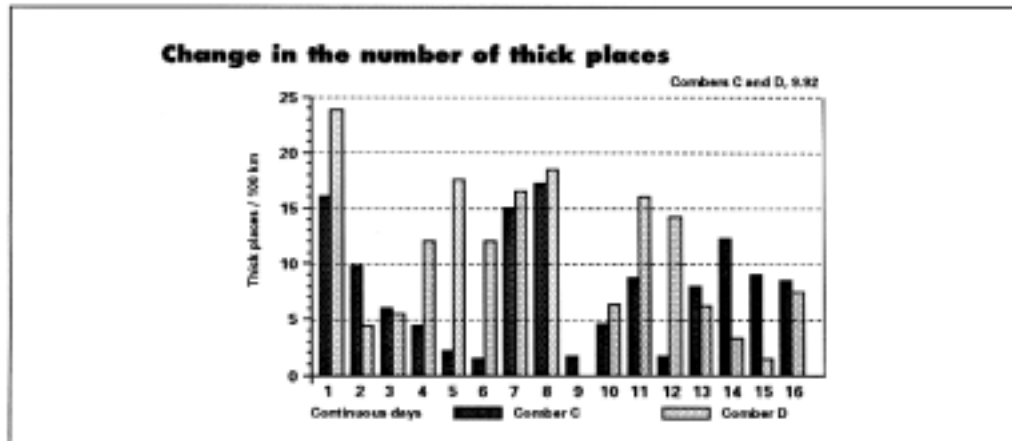
<그림 8> 3주간 매일 정소면기 및 피니셔 연조기에서 발생한
굵은 결점 빈도

정소면공정에서 발생하는 굵은 결점을 확인하기 위하여 딜리버리로부터 정소면 슬라이버의 굵은 결점수를 측정하였다(표 1). 정소면 슬라이버에서 1km당 굵은 결점이 0.097개이면 연조기의 드래프트와 더블링을 고려할 때 이론적으로는 연조 슬라이버에서 1km당 굵은 결점수(X_t)가 0.065가 되어야 하지만 연조 슬라이버 1km당 굵은 결점수의 실제 평균값은 0.073으로 나타났다. 따라서 정소면공정이 굵은 결점 발생의 주된 공정임을 알 수 있다.

<표 1> 슬라이버 딜리버리별 굵은 결점수

공정 단계	딜리버리	굵은 결점수/km
정소면기	A	0.078
정소면기	B	0.126
정소면기	C	0.079
정소면기	D	0.104
정소면기 평균(Y)		0.097
연조기	A	0.072
연조기	B	0.074
연조기 평균(X)		0.073

<그림 9>는 일자별 두 정소면기에 대한 슬라이버 굵은 결점수를 비교한 것이다.



<그림 9> 두 정소면기에 대한 슬라이버 굵은 결점수

2.2.3 로우터 방적

로우터 방적공장의 경우에도 연조공정의 마지막 패시지인 오토레블러 연조기에 굵은 결점 검출시스템을 설치하고 측정한 결과 교대조당 약 20 ~ 30 개(또는 연조 슬라이버 1km당 0.13 ~ 0.2개)의 굵은 결점(> 25%)이 발견되었다. 이러한 굵은 결점 발생의 주요 원인은 다음과 같다 :

- 드로오 박스부분에서 비효율적인 흡입제거 시스템
- 슬라이버 방향 전환점에 쌓인 섬유 축적물의 불충분한 제거

따라서 드로오 박스 부분을 더 자주 소제한 결과, 굵은 결점 빈도가 허용 가능한 정도로 감소되었다(표 2).

많은 경우에 슬라이버 내에 존재하는 굵은 결점이 로우터 정방박스에서 사절을 유발시키는데, 그런 굵은 결점이 정방박스를 통과한다면 방적후 상당한 길이가 굵은 실이 되어 판매가 어려울 것이다.

<표 2> 다양한 원면 조합에 따른 연조 슬라이버 굵은 결점의 발생빈도

원면 조합	기계 번호	교대조별 운전시간	굵은 결점수 평균 /교대조	굵은 결점수 평균 /km
면 100%	A	4	9.8	0.065
면 혼방(50/50%)	A	16	10.0	0.066
면 혼방(50/50%)	A	13	13.3	0.089
면 100%	B	20	6.3	0.042
면 100%	B	13	9.9	0.066

2.3 이론적으로 허용 가능한 굵은 결점의 빈도

연조 이후의 공정에서 발생하는 결점들이 연조 슬라이버의 굵은 결점에 의한 것이라는 점을 고려하여 연조 슬라이버에서 이론적으로 허용 가능한 굵은 결점의 발생빈도를 평가해 보기로 하자.

<표 3> 이론적으로 허용 가능한 굵은 결점의 빈도

평가 기준	허용 가능한 결점수	허용 가능한 굵은 결점수 /1km 피니셔 연조 슬라이버		
		소면	정소면	로우터
정방 시스템				
CLASSIMAT G-결점/100km 실 (25% USTER STATISTICS +45%, >32cm)	8 8 3	0.15	0.20	0.04
얀 클리어러 절단/100km 실 (10% USTER STATISTICS, CLASSIMAT G-결점 포함)	10 10 10	0.19	0.25	0.13
1000 스피들·시간당 정방 사절수	25 10 60	5.00	4.30	1.20
1대·시간당 조방 사절수	1	0.03	0.04	---

<표 3>에서 가장 작은 값들(음영 부분)이 허용 가능한 굵은 결점수의 기준으로 간주되어야 할 것이며, 피니셔 연조 슬라이버 1km당 약 0.04개의 굵은 결점이 최저 허용값일 것으로 생각된다.

굵은 결점의 10%만이 위에서 언급한 결점을 초래한다고 가정할 수 있기 때문에 허용 가능한 범위는 10배를 한 슬라이버 1km당 약 0.4개로 증가될 수 있다.

실제 허용 가능한 굵은 결점의 수는 실험을 토대로 검토한 결과 연조 슬라이버 1km당 0.04~0.4개 정도 범위이다.

2.4 이론적으로 허용 가능한 슬라이버 굵은 결점의 선밀도

◦ CLASSIMAT G-결점(+45%)으로부터 유추 :

해당 슬라이버 결점은 정상적인 드래프트의 80~100%로 처리되어 슬라이버의 굵은 결점은 36%~45%가 된다.

◦ 조사 절단으로부터 유추 :

조사의 선밀도가 200% 이상으로 증가하는 경우, 조방기에 공급되는 슬라이버의 굵은 결점은 조방기에서 거의 드래프트되지 않는다. 조방기에서 평균 드래프트가 10인 경우, 조방기에 공급된 연조 슬라이버에는 약 +20%의 굵은 결점이 존재할 것이다.

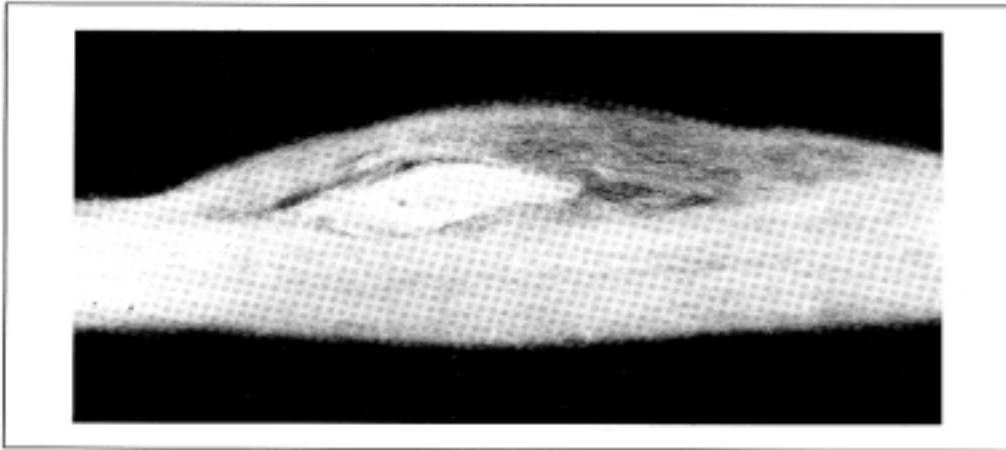
굵은 결점의 형태에 따라 연조 슬라이버의 굵은 결점에 대한 허용 가능한 선밀도 증가 범위는 +20~+40% 정도가 될 것이다.

2.5 굵은 결점의 영향 및 손실 비용

2.5.1 굵은 결점의 영향

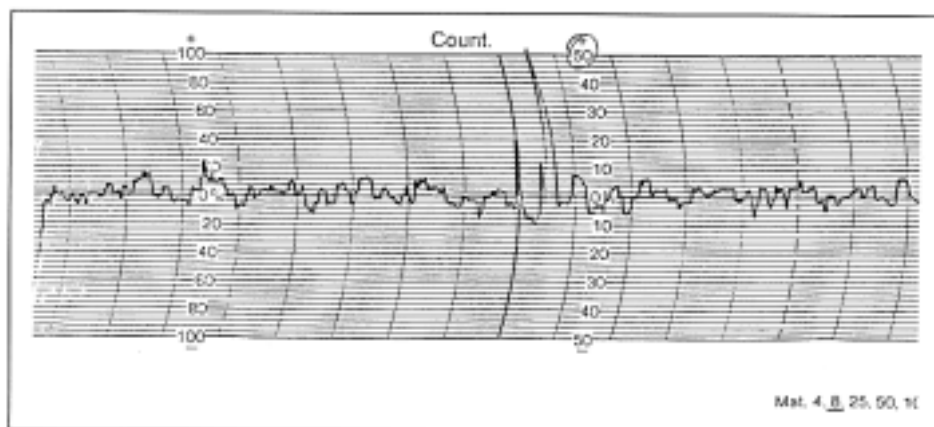
슬라이버 결점을 시각적으로 관찰할 때, 많은 경우 굵은 결점을 인식하지

못할 수도 있다. 그 이유는 굽은 결점은 통상 슬라이버의 안쪽에서 발견되며, <그림 10>에서 보는 것처럼 단지 부피가 커진 형태로 인식되기 때문이다.



<그림 10> 로우터 방적용 연조 슬라이버내 굽은 결점

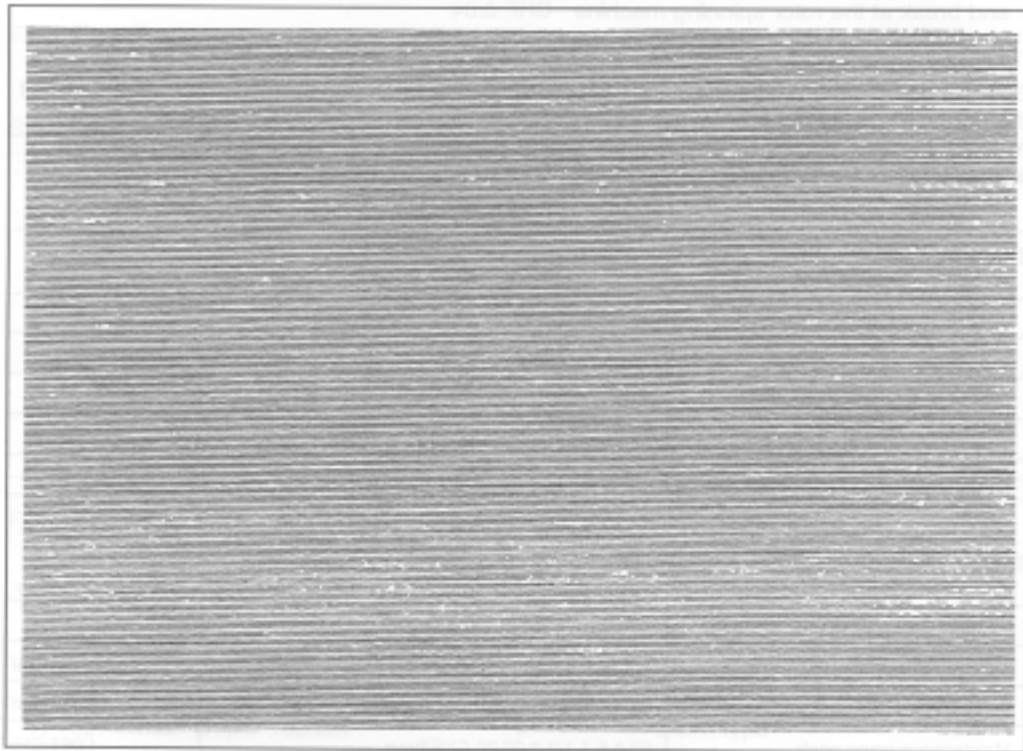
굽은 결점의 객관적인 평가는 USTER TESTER 또는 사조판에 감는 방법으로 가능하다. USTER TESTER(그림 11)를 사용하여 굽은 결점을 포함하고 있는 연조슬라이버를 확인한 후, 이 슬라이버를 이용하여 로우터 정방기에서 실로 방적하였다.



<그림 11> USTER 균제도 시험기에 의한 다이어그램

사조판(그림 12)에서는 굵은 결점의 유형을 볼 수 있고, 이는 드래프팅 요소에서의 섬유 축적과 관련이 있을 것이다. “비어드(beard)” 형태의 굵은 결점은 실에서 굵고 긴 결점으로 나타나는데 본 사조판에서의 굵은 결점은 그러한 경우가 아니다.

굵은 결점은 후공정에서 많은 문제를 일으킨다. 적어도 1회 더블링을 하면 (소면→정소면 준비→정소면→연조) 굵은 결점들이 제거될 수 있지만 굵은 결점의 배열에 따라 드래프팅에 의해 제거될 수도 있다.



<그림 12> 로우터 방적사를 사조판에 감아 놓은 모습

연조의 마지막 패시지에서 이론적으로 단위 길이(km)당 0.04~0.4개의 굵은 결점(2.3절 참조)은 여전히 허용 가능하다. 굵은 결점을 제거할 경우 끊어진 슬라이버를 다시 이어 주어야 하므로 불필요한 굵은 결점이 더 많이 발생될

수 있다. 그러므로 굵은 결점의 평가는 기계 정지없이 수행되어야 한다.

조방기로 공급되는 슬라이버의 굵은 결점은 자주 조사 절단을 일으킨다. 대부분의 경우 조사는 플라이어 암의 밑 끝부분에 있는 가이드에서 절단되며, 이 때 끊어진 조사가 비산되기 때문에 인접한 조사도 절단될 수 있다.

2.5.2 굵은 결점에 의한 손실 비용

불행하게도 이에 대한 공장 실험결과가 너무 적어 슬라이버 굵은 결점에 의한 손실 비용은 오직 추정만 가능할 뿐이다. 실/조사 절단 및 전자식 얀 클리어러 절단에 따른 비용은 다음과 같이 알려져 있다 :

- 조방기에서의 조사절 CHF 1.20
- 링정방기에서의 사절 CHF 0.15
- 로우터 정방기에서의 사절 CHF 0.04
- 권사기 얀 클리어러에서의 절단 CHF 0.01

연조기에서 굵은 결점의 관리와 소면기에서 실시한 조치에 의해 권사기에서 전자식 얀 클리어러에 의한 절단 횟수는 소면사 방적공장에서 적어도 25% 정도 감소될 수 있었다(표 4). 그 결과 얀 클리어러 절단 횟수가 1년에 대략 800,000회 정도 감소되었고, 그에 따른 비용절감 효과도 있었다(표 5).

<표 4> 얀 클리어러 절단 횟수 감소 효과

얀 클리어러 절단 횟수(YC) 감소	25% = 4 YC/100km 실
실 변수, 길이/1년	Nm 40(25 tex), 20,000,000km
소면기 보전	소면기 6대에 대해 주당 1/4 시간/소면기
소면기 생산비용	5.25 CHF/시간
임금비용	25.00 CHF/시간

<표 5> 생산라인에서 연간 비용 절감 효과

YC/1년 감소	800,000 YC	
YC 비용 절감	$800,000 \times 0.01 \text{ CHF/YC}$	8,000 CHF
소면기에서 생산 손실	$53 \times 6 \times 1/4 \times 5.25 \text{ CHF/시간}$	417 CHF
보전 임금 비용	$53 \times 6 \times 1/4 \times 25.00 \text{ CHF/시간}$	1,987 CHF
비용 절감		5,596 CHF

<표 4> 및 <표 5>에 따르면 얀 클리어러 절단 횟수 감소에 의해 연간 생산라인당 5,000 CHF 이상의 비용이 절감되는 것을 알 수 있다.

제 3 장 USTER SLIVERDATA에 의한 굵은 결점의 감지 및 평가

보조 소프트웨어와 함께 Fibre Press Measuring Unit(FP-센서)를 도입하면 굵은 결점을 감지할 수 있는데, 신형 USTER SLIVERDATA 장치에는 굵은 결점 감지 시스템이 포함되어 있다. 기존의 장치도 개조될 수 있다. 경고 램프 또는 기계 정대에 대한 허용범위는 굵은 결점의 갯수와 선밀도 증가를 토대로 선택할 수 있는데 기계 정대후 굵은 결점은 바로 직전에 생산된 슬라이버에서 발견, 평가할 수 있고, 필요하다면 제거할 수 있다.

굵은 결점 자료 평가시에는 다음과 같은 자료가 이용될 수 있다 :

① 자동 보고서 : <그림 13>

굵은 결점으로 인한 모든 기계 정대 또는 경고 램프 작동은 THICK PLACES -EXCEPTION REPORT를 통해 사용자에게 즉시 알려진다.

USTER SLIVERDATA AUTOMATIC EJECTION REPORT											TH 29-10-92 13:50		
MACH	DATE	TIME	DURAT	SAI	CVI	VAR	TP100	TP/KM	CD	TT	NQS	DQS	CONF.
W	4L	29-10	13:50	0	-5	2.7	4+16*	2	3.0	TP W	0	0	

<그림 13> Thick places exception report

② 운전반 보고서 : <그림 14>

이 보고서에서는 일정 기간 동안 감지된 굵은 결점의 갯수에 관한 절대값과 빈도값이 언급된다.

USTER SLIVERDATA V2.5.5-38 MILL *****										WE 16- 9-92 13:30	
THICKPLACES MACHINE ALL / LAST SHIFT											
MONITORED TIME 8H 5M /Shift 1 /WE 16- 9-92 5:25 TILL WE 16- 6-92 13:30											
MACH STYLE		COUNT	N.DEL	VAR	TPLKM	TP/KM	TPLPH	TP/PH	TPTOT		
-----					-----	-----	-----	-----	-----		
2CD DRAWING		KTEX									
31L	COTTON	4.500	410	3+10		0.0917		2.3	12		
31R	COTTON	4.500	410	3+10		0.0382		0.9	5		
32L	COTTON	4.500	410	3+10		0.0199		0.5	1		
32R	COTTON	4.500	410	3+10		0.0597		1.5	3		

<그림 14> 굵은 결점 관련 운전반 보고서

③ 작업시간 보고서 : <그림 15>

이 보고서에 의해 마지막 72분 동안에 감지된 굵은 결점이 분석될 수 있다.

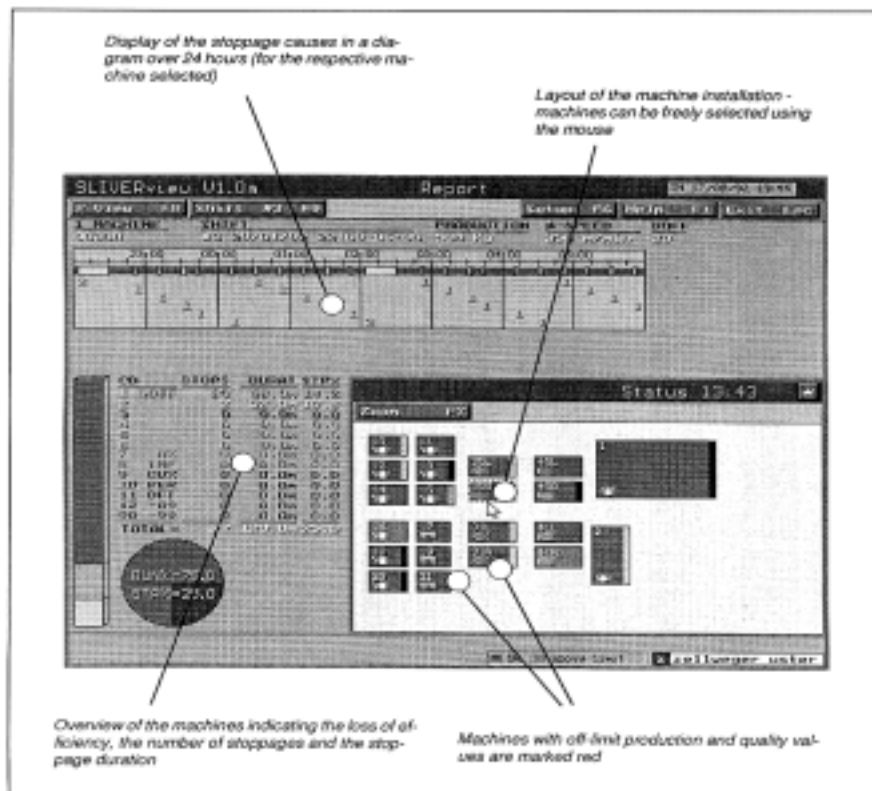
USTER SLIVERDATA V2.5.5-38 MILL *****										TH 29-10-92 13:49		
THICKPLACES / MINUTES-VALUES MACHINE 4R												
DATE	TIME	VAR	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
TH 29-10	12:30	3+10										
	12:40		.	.	.	.	.	.	1	.	.	.
	12:50		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	13:00		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	13:10		.	.	.	.	.	1	.	.	.	.
	13:20		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	13:30		.	.	.	.	1	.	.	.	.	.
	13:40		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

<그림 15> 작업시간 보고서(10분간씩)

이상의 보고서에서 사용된 약어의 의미는 다음과 같다 :

CD : 에러의 형태	CV% : 선밀도 변동
TP : 짧은 결점수	TPTOT : 총 짧은 결점수
TP/PH : TP/생산 시간	TPLPH : 마지막 생산시간에서의 TP
TP/KM : TP/km	TPLKM : 마지막 km에서의 TP
TP 100 : 최대 TP / 100km	TT : TP 경고 유형
MACH : 기계 번호	STYLE : 보전 지시
NQS : Q-stops의 횟수	SA% : 변수변동
DQS : 정지시간	VAR : TP-감지 변동
W : 경고	N.DEL : 측정된 딜리버리 속도

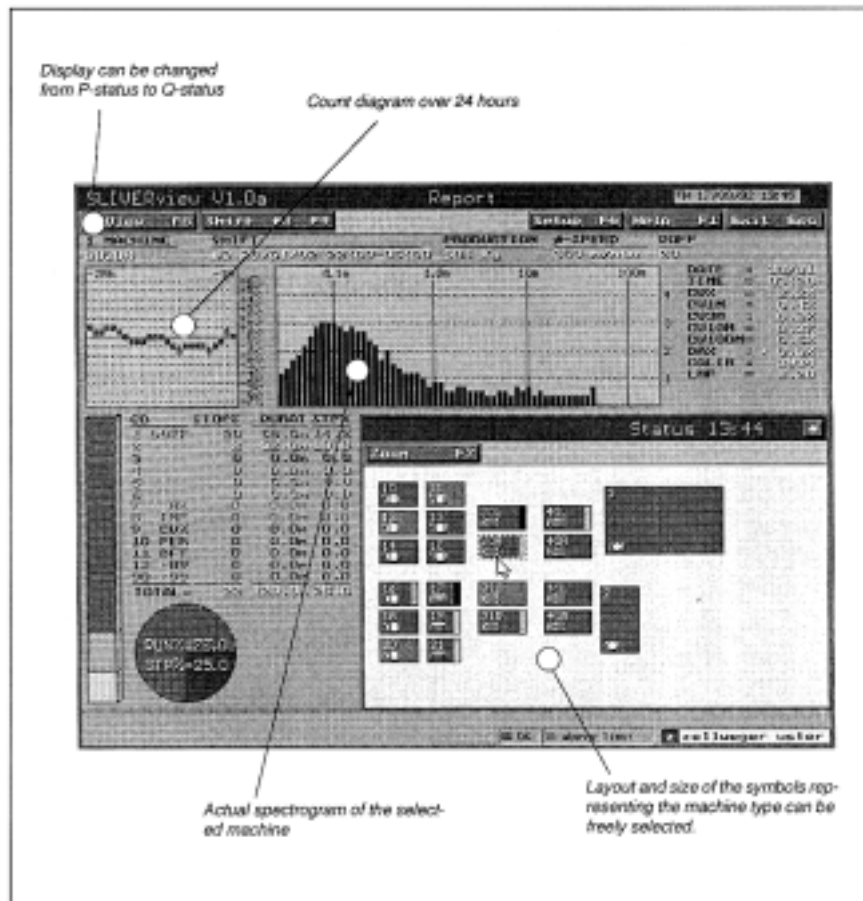
제 4 장 PC 시스템에 의한 데이터의 그래프화 및 평가



<그림 16> 생산 모니터링 기능을 갖춘 USTER SLIVERVIEW

전방공정의 품질관리를 위해서는 각 제조단계에서의 신속하고 객관적인 조사 시스템이 필요하다. PC 및 USTER SLIVERVIEW는 그래프화된 평가방법으로 이러한 요구를 만족시키므로 이상공정에 대해 쉽게 파악이 가능하다.

마우스와 기능키가 부착된 운전자 키보드에 의해서 기계의 최신 조건들을 컬러 비디오 스크린상에서 볼 수 있기 때문에 슬라이버의 품질 또는 생산에 관해 어떤 한계를 넘어섰는지에 대해서 즉시 알 수 있다(그림 16).

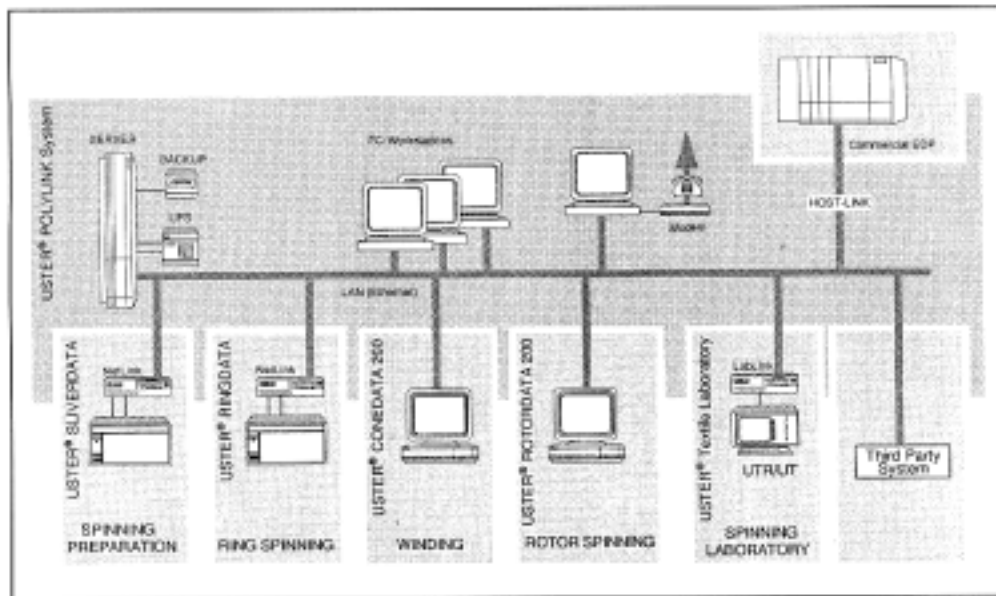


<그림 17> 품질 모니터링 기능을 갖춘 USTER SLIVERVIEW

<그림 17>은 선택된 기계 1대에 대하여 슬라이버의 스펙트로그램, 변수 다이어그램 및 CV값과 같은 요약된 품질 자료 뿐만 아니라 기계 정태에 관한

정보도 제공한다.

또한 연조공정 이후의 공정관리 시스템과 연계된 POLYLINK 시스템은 다양한 공정단계에서의 각종 자료를 중앙 집중식으로 수집할 수 있게 한다(그림 18).



<그림 18> USTER POLYLINK 시스템(Network 통합)

제 5 장 요약

전방공정 생산품의 품질은 최종 제품의 품질을 결정한다. 주기적인 오프라인에 의한 품질관리만으로는 충분치 못하고, 여러 기계의 운전조건에 대한 지식을 토대로 한 온라인 관리 시스템이 필수적이다.

자동화, 생산성, 완전히 밀폐된 기계 및 적은 수의 작업자 등 실 제조 공정의 변화로 인하여 온라인 데이터 관리시스템의 요구가 더 커지고 있다.

슬라이버에서 비주기적인 굵은 결점이 실질적인 품질 문제를 발생시킴을 경험을 통해 알 수 있었고, USTER SLIVERDATA를 이용함으로써 소면, 정소

면 및 연조 슬라이버에서 굵은 결점을 감지할 수 있다.

여러 차례의 공장 실험결과를 토대로 실 생산시 굵은 결점의 영향과 제반 비용에 대해 검토하였고, 연조기의 최종 패시지 단계에서 슬라이버의 허용 가능한 굵은 결점수와 단면적 크기에 대해서 이론적인 평가가 이루어졌다.

전방공정에서 품질 보증은 그래프 표현기법과 평가에 의해 향상될 수 있으며, PC를 이용한 USTER SLIVERVIEW 뿐만 아니라 여러 공정 데이터 시스템에 대한 네트워크가 유익하게 활용될 수 있다.