

최신 원면 및 사 시험기(4)

- TENSOJET -

제 1 장 서 언

방적이후 공정의 목표는 가능한 한 경제적으로 적절한 품질의 제품을 생산하는 것으로서, 실에서 요구되는 특성으로는 실의 종류(원료, 방적 시스템), 변수, 균제도, 헤어리니스 등과 같이 소비자 지향적(consumer-oriented)인 특성과 인장강력, 신도(및 그 변동) 등과 관련된 공정 지향적(process-oriented)인 특성을 들 수 있다.

제직 또는 편성시 공정속도 증가로 인해 실은 더 큰 응력을 받게 되므로 공정 지향적인 실 특성의 중요성이 커질 것으로 예상된다. 제직 및 편성공정에서 과도한 응력이 실에 걸리게 되면 사절이 증가하고, 그에 따라 운전 효율도 감소하게 된다.

본고에서는 적절한 사품질을 얻을 수 있고 방적, 제직 및 편성공정과 가운 모든 공정에서의 운전 효율을 높이기 위한 USTER TENSOJET 고속인장시험기의 활용 가능성을 소개한다.

제 2 장 방적 및 제직기술 변화와 실의 인장시험

2.1 고속방적

점차 치열해지는 경쟁을 극복하기 위해서는 생산성이 높은 고속 생산기계

의 적용이 요구된다. 이처럼 공정속도가 증가하면 섬유나 실에 더 많은 응력이 걸리게 된다. 고속정방의 경우 때때로 사강력이 충분하지 못한 수준에까지 이르게 되는 경우가 발생하고, 이 경우 많은 사절이 발생된다. 작업속도의 증가 또한 사품질에 영향을 끼치며, 극단적으로는 실의 손상(화섬사인 경우 고마찰로 인한 열손상 또는 실의 과신장)을 초래한다.

이러한 사실은 최적 생산조건으로 실을 생산해야 할 경우와 후속공정 및 최종제품의 요구를 충족시켜야만 할 경우 반드시 고려되어야 한다.

2.2 고속 제직

지난 20여년 동안 제직 생산성은 위입속도의 증가 및 경사폭의 증가로 인해 2, 3배정도 증가하였다. 그러나, 직기가 고속화되었다고 해서 생산비용이 반드시 감소되는 것은 아니다.

고속 제직으로 인해 실의 장력이 과도해짐에 따라 기계정대의 증가, 효율 감소, 그리고 직물품질이 저하될 수 있기 때문에 제직속도의 증가가 생산비용의 감소를 항상 보장해 주지는 않는다.

결과적으로 다음과 같은 점이 고려되어야 한다.

- 사품질이 일정한 경우, 제직속도가 증가할수록 제직 효율은 감소
- 제직속도가 일정한 경우, 사품질이 좋을수록 제직 효율은 증가
- 100,000 위입당 기계정대가 1회 증가시 1%의 효율 감소(약 700위입/분 속도 기준)
- 1%의 효율 증가는 직기당 연간 약 CHF(스위스 프랑) 1,000~2,000의 비용 절감

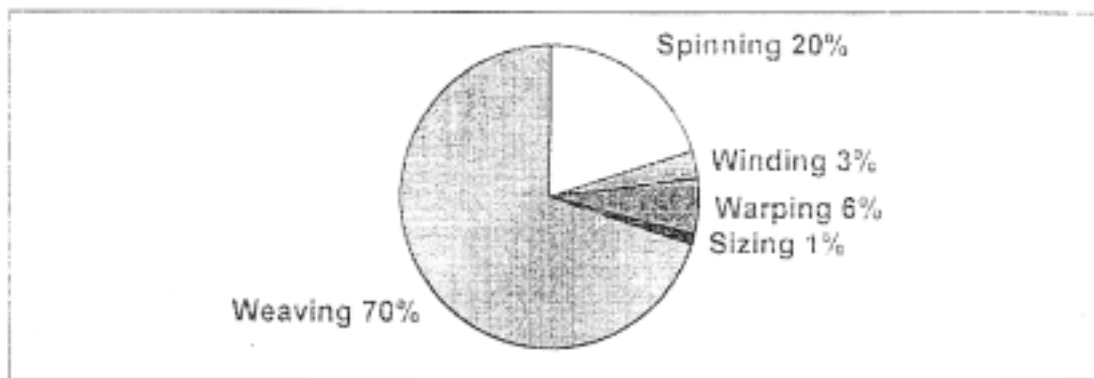
사품질은 제직 손익분기점의 결정적인 요인으로 높은 운전 효율은 실의 품질이 적절한 경우에만 얻을 수 있다.

2.3 방적 및 제직의 일반적인 목표

실과 직물 생산시 일반적인 목표는 품질 저하없이 생산성을 높이는 것이다. 사 절단은 기계 정대의 원인이 되고, 생산된 제품의 품질을 저하시키므로 가능한 한 사절단이 발생하지 않도록 해야 한다.

다른 공정 단계와 비교해 볼 때, 제직시의 사절단이 가장 높은 비용부담을 초래한다. <그림 2.1>에서 보는 바와 같이 방적, 와인딩, 정경/비이밍, 사이징 및 제직공정에서 사절로 인한 전체 비용 중 약 70%가 제직에 기인하고 있으며, 방적에서는 약 20%, 제직준비에서는 10% 정도를 차지한다.

따라서 제직시에 사절을 최대한 줄이는 것이 가장 중요하고, 이와 같은 목표를 달성하기 위해서는 방적기술자와 제직기술자의 사품질 전반에 대한 이해가 필요하다. 편성시에도 마찬가지인데 그 이유는 사절이 니트웨어(니트직물에서의 구멍힘과 같은 결점)의 품질을 저하시키는 원인이 되기 때문이다.



<그림 2.1> 각 공정별 사절이 비용에 미치는 영향

2.4 실의 인장시험

인장시험으로 실의 생산조건을 평가할 수 있고, 생산공정에서의 문제점을 도출할 수 있다. 더 나아가 실 특성평가에 기초하여 원료 및 다양한 생산공

정들의 평가가 가능하다. 또한 후속공정과 최종제품의 외관 평가시에 접하게 될지도 모르는 상황의 예측이 가능하다.

과거 몇 년 동안 수동식 인장시험기는 USTER TENSORAPID와 같이 마이크로프로세서로 제어되는 현대식 자동시험기로 대체되어 왔다. 인장시험시 실 취급시스템이 개선되고, 시험시간이 1초 이하로 감소됨에 따라 시간당 500~700회의 시험이 가능하게 되었다.

또한 강력/신도 곡선의 작성, 직물 강도시험과 같은 특정시험이 가능하게 되었을 뿐 아니라 수학적, 통계적 소프트웨어에 의해 모니터나 프린터에서 그림과 표로 출력하므로, 시험결과를 쉽게 알아볼 수 있다.

이러한 고성능 및 범용의 최신 인장시험기일지라도 다음과 같은 사항은 단지 부분적으로 충족될 수 있거나, 여유인력 또는 더욱 정밀한 장치에 대한 더 많은 투자가 이루어질 경우에만 충족될 수 있다.

① 포괄적인 생산관리 및 원료의 관리

후공정에서 값비싼 기계의 정대를 피하기 위해서는 대부분의 공장에서 통산적으로 행해지고 있는 시험 회수 보다 더 많은 횟수의 인장시험이 행해질 필요가 있다.

② 후공정에서 실에 걸리는 응력

제직공정 등 대부분의 다운스트림 공정에서 실에 가해지는 응력은 현재 표준 시험 방법에 따른 인장시험조건에 비해 더 빠르고 갑작스럽게 가해지므로, 비록 인장강력 시험결과는 적합하더라도 그 실이 제직시에 갑작스런 기계정대의 원인이 될 가능성은 항상 있다.

③ 패키지에서의 검사 및 거의 발생하지 않은 약점의 검출

종래의 인장시험기는 시간당 약 400~500 미터의 실을 실험할 수 있으므로 패키지 내의 인장강력 변동을 알기 위해서는 많은 시간이 필요하고, 나아가 거의 발생하지 않는 결점, 또는 주기적으로나 비주기적인 결점들을 통계적으로 평가하는 것은 거의 불가능하다.

제 3 장 USTER TENSOJET

3.1 개 요

실의 인장시험에 대한 여러 가지 요구 사항을 충족하기 위하여 USTER TENSORAPID를 보완한 완전히 새로운 시험기가 개발되었다.

새로운 기술이 도입된 USTER TENSOJET은 한시간에 최대 30,000회까지 인장 시험을 할 수 있다. 이 시험기의 측정원리는 기본적으로 DIN 53834와 같은 표준시험법을 따르고, 인장속도가 고속인 점이 이 시험기의 특징이다.

3.2 작동 원리

기존의 인장시험기와는 달리 실은 압축공기로 흡입되어 시험영역내로 투입된다. 약 클램프를 가속, 정지시키는 방식 대신에 실은 압축공기의 기류에 의해 서로 반대방향으로 회전하는 두쌍의 롤러 사이에 놓이게 된다. 따라서 측정 동안에 실 자체만 가속되기 때문에 에너지가 적게 들고, 기계 진동도 피할 수 있다.

시험은 다음 4단계로 구분되어 진행된다<그림 3.1>

① 1 단계 : 중간저장부위(intermediate storage unit)로의 실 이송

이송 롤러는 패키지로부터 계속해서 실을 끌어온다. 실은 공기 노즐에 의해 실 저장부위내로 흡입되는데 밀폐된 조절 롤러는 측정영역내로의 실이 너무 조금 이송되는 것을 방지한다.

② 2 단계 : 측정영역으로의 실 공급

상부와 하부에 있는 두 쌍의 드래프트 롤러가 회전하고 금속 롤러들이 후퇴함으로써 측정영역의 진입로가 열리고, 이와 동시에 조절 롤러는 실을 방출한다. 공기 노즐과 압력강하에 의해 실은 측정영역으로 들어간다.

③ 3 단계 : 인장시험

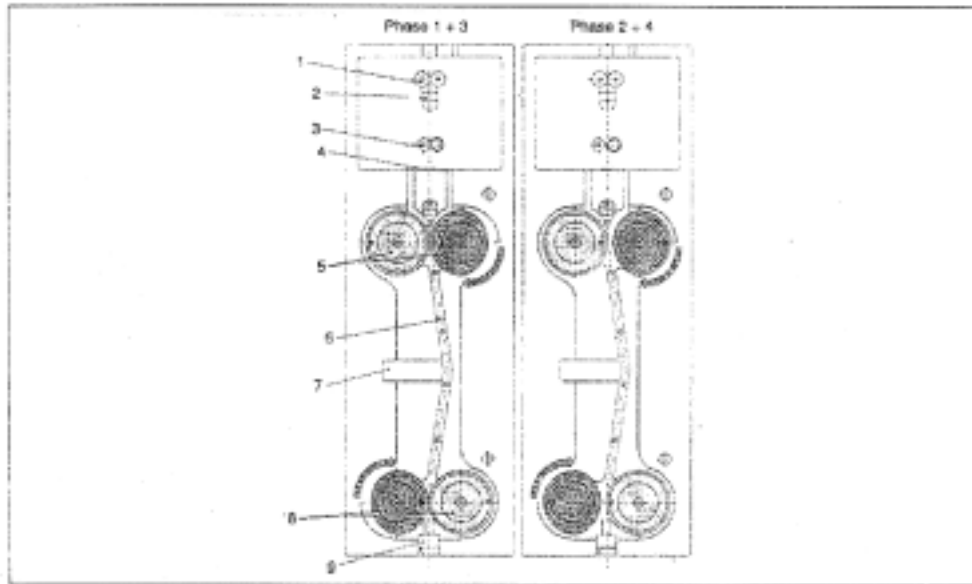
두 쌍의 드래프트 롤러들이 조금 더 회전함으로써 측정 채널이 닫혀지고, 실을 상부 및 하부 드래프트 롤러 사이, 즉 각각 표면이 고무와 금속으로 둘러싸인 롤러 사이에 고정된다. 이 롤러 쌍들은 계속해서 서로 반대 방향으로 회전해 절단할 때까지 실을 신장시킨다. 강력과 신도값은 센서에 의해서 측정된다.

④ 4 단계 : 절단된 실의 흡입 제거

실이 절단된 후에 두 쌍의 드래프트 롤러가 조금 더 회전함으로써 공기 채널이 다시 열리게 되고, 절단된 실이 흡입되어 제거된다.

실제로 1,3단계 뿐만 아니라 2,4단계도 거의 동시에 일어난다. 즉, 실제 실이 신장되는 동안에 다음 시험할 길이의 실이 이미 중간저장부위에 준비되고, 절단된 실이 흡입되어 제거됨과 동시에 다음 시험 시료가 측정영역에 투

입된다.



<그림 3.1> USTER TENSOJET의 인장모듈

- | | |
|---------------|---------------|
| 1. 이송 롤러 | 6. 측정영역 |
| 2. 실 저장부위 | 7. 강력 센서 |
| 3. 조절 롤러 | 8. 하부 드래프트 롤러 |
| 4. 삼입 노즐 | 9. 흡입 노즐 |
| 5. 상부 드래프트 롤러 | |

3.3 규격 및 사양

- 적용 범위 : 방적사
- 측정 원리 : 정속신장식(CRE)
- 시험 용량 : 시간당 30,000회(400m/min)
- 강력 측정 : 실제로 센서의 이동이 없는 압전 센서
- 신도 측정 : 고아 회전 변환기(optical rotation transducer)에 따른 전자식 신도 측정

- 강력 범위 : 0.7 ~ 50N
- 신도 범위 : 3 ~ 70%]
- 측정정밀도 : 강력 $\pm 1\text{cN}$, 신도 $\pm 1\%$
- 초하중 : 0.5cN/tex 또는 2~500cN(수동동작)
- 파지거리 : 500mm
- 인장 속도 : 50,100,200 또는 400m/min

3.4 시험기의 활용

USTER TENSOJET의 주요 활용 분야는 실의 품질검사와 제직 또는 편성공장에서의 방적사 품질검사 분야이다. 시간당 30,000회에 이르는 높은 시험용량으로 인해 “패키지내” 강신도 변동을 알아보기 위해 전체 보빈 또는 스펀/콘의 전체를 시험할 수 있다. 400m/min의 높은 인장속도로 인한 응력은 제직 또는 편성시 받게 되는 상황과 매우 유사하다. 이러한 시험기는 다음과 같은 사항들이 요구될 때 충분한 효과를 발휘할 수 있다 :

- 시험시간의 감소
- 방적이후 공정에서 실에 걸리는 하중 조건 및 유사한 상황에서의 인장 시험 적절한 시간내에 얇 패키지 전체 분석
- 자주 발생되지 않는, 중주기 및 장주기 결점의 검출
- 실의 약점 검출
- 다운스트림 공정에서의 응력 한계의 결정

3.4.1 방적분야

USTER TENSOJET은 방적공장에 대해 다음과 같은 이점을 제공한다 :

- 시험실에서의 시험 기간의 감소 및 최적 시험절차의결정

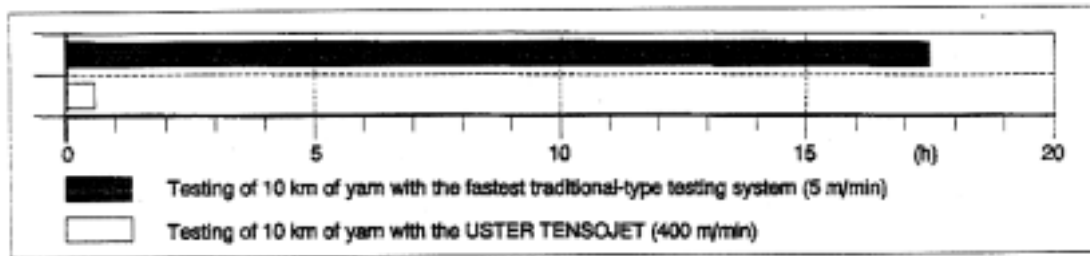
인장 및 균제도시험(USTER TESTER 3)을 동일한 시험속도(400m/min)로 할 수 있으므로 시험실에서의 작업이 더욱 원활하게 이루어진다.

- 통계적 유의성 증가

인장시험 횟수(500회/min)의 증가에 따른 시험결과의 통계적 유의성 증가

- 보빈 또는 스푼/콘 전체의 시험

패키지 형성 상태의 조사 및 자주 발생되지 않는, 중주기 및 장주기 결점의 검출 단시간내에 실시<그림 3.2>



<그림 3.2> 10km 실에 대한 시험시간의 비교

3.4.2 제직분야

제직을 위한 원사 로트의 품질을 평가하기 위해 예상 사절수는 공칭값과 평균 인장강력간의 편차를 측정하는 것과 마찬가지로 매우 중요하다.

이에 따라 인장 시험에서는 다음과 같은 사항들이 요구된다 :

- 인장속도는 직기에서의 인장속도와 유사하여야 한다.

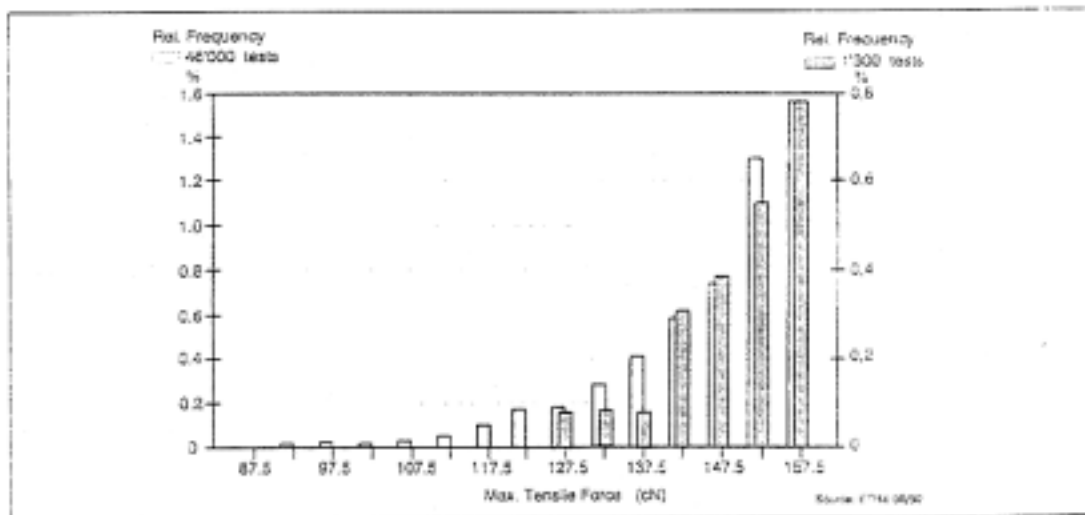
제직시 실에 작용하는 하중은 순간적이고 실의 변형속도도 매우 빠르다.

USTER TENSOJET은 이와 같이 제직시 실에 작용하는 하중 시간과 거의 동등한 수준하에서 인장시험을 할 수 있는 시험기로서, 제직중 사절 발생 가능성에 관한 정보를 제공한다. 이러한 정보는 생산조건의 최적화 및 생산성 증가에 활용될 수 있다.

- 시료의 크기가 크다.

실에서의 약점은 통계적으로 볼 때 자주 발생되지 않는 결점이다. 그럼 또는 부정기적인 위험한 상황을 고려해 통계적으로 유의한 결과를 얻기 위해서는 많은 시험이 행해져야 한다. 시험 횟수가 너무 적으면 결과의 변동이 매우 커 큰 의미가 없게 된다.

사절 발생에 대한 정확도는 시료 크기(즉, 수행되는 시험 횟수)에 상당히 의존하는데 이러한 사실은 Krause(ETH Zurich)의 연구에서도 확인된 바 있다. 이 연구에서 시험 횟수는 1,300에서 46,000회까지 증가시켰는데 시료 크기가 작을수록 제직성능을 평가하는데 매우 중요한 범위(예를 들어, 125cN 이하)에서의 사절은 없었으나, 시료 크기가 클 경우에는 그 범위에서 상당수의 사절이 발생되었다.



<그림 3.3> 1,300회 시험 횟수와 46,000회 시험 횟수에서 나타난 약점의 비교

400m/min의 고속 인장속도와 시간당 30,000회의 시험용량으로 인해 방적

후속공정에서의 사절 발생을 예측할 수 있게 되었다. 제직시 최대 하중에 대한 도수분포곡선을 알 수 있다면, 사절 발생 가능성에 대한 예측을 보다 용이하게 할 수 있다.

3.5 측정 결과

3.5.1 통계적 특성값

통계표 블록에서 USTER TENSJET은 시험결과의 평균값, 표준편차 및 신뢰구간과 같은 통계값을 제시한다. 그러나 이와 같은 통계값들은 약점에 의한 영향을 거의 받지 않기 때문에 자주 발생되지 않는 약점을 평가하기에는 미흡하다. 또한 약점들은 정규분포를 하지 않기 때문에 분포함수에 의존하지 않는 백분위수(percentile)값 또한 통계표 블록에 제시된다.

1) 백분위수(percentile)

실에서 약점수를 평가하기 위해서, USTER TENSJET은 분위수(quantile)를 사용한다. 이 값으로부터 인장 강신도 시험결과를 나타내는 도수분포다이어그램의 왼쪽 또는 낮은 쪽의 인장 강신도에 관한 정보를 알 수 있다. 가장 잘 알려진 분위수는 중앙값(median 또는 50% 분위수)이며, 이것은 분류된 모집단을 같은 크기의 두 부분으로 나누는데 정규분포일 경우는 평균값(mean value)과 같다. 분포의 하위 25%에 해당하는 위치를 설명하기 위해서는 종종 사분위수(quartile 또는 25% 분위수)가 사용되기도 한다(측정된 값의 하위 25%는 이러한 사분위수 아래에 위치함).

USTER TENSJET으로 평가할 경우에는 실의 약함 부분에만 관심이 있기 때문에 가장 낮은 분위수(1% 및 그 이하)만을 고려한다. 1% 분위수를 1.0 percentile로 나타낸다. 이러한 1% 분위수는 정확히 측정값의 1%가 이러한 한계 이하에 놓임을 의미한다. 평균값 또는 중앙값과 마찬가지로 백분위수도

측정 단위(예 : Newtons)가 주어진다. USTER TENSOJET은 최대 절단강력 및 절단신도에 대해 다음과 같은 백분위수 평가결과를 제시한다.

기호	완전한 명칭	의미
P 0.01	0.01 – Percentile	모든 시험결과의 0.01%
P 0.05	0.05 - Percentile	모든 시험결과의 0.05%
P 0.1	0.1 – Percentile	모든 시험결과의 0.1%
P 0.5	0.5 – Percentile	모든 시험결과의 0.5%
P 1.0	1.0 - Percentile	모든 시험결과의 1.0%

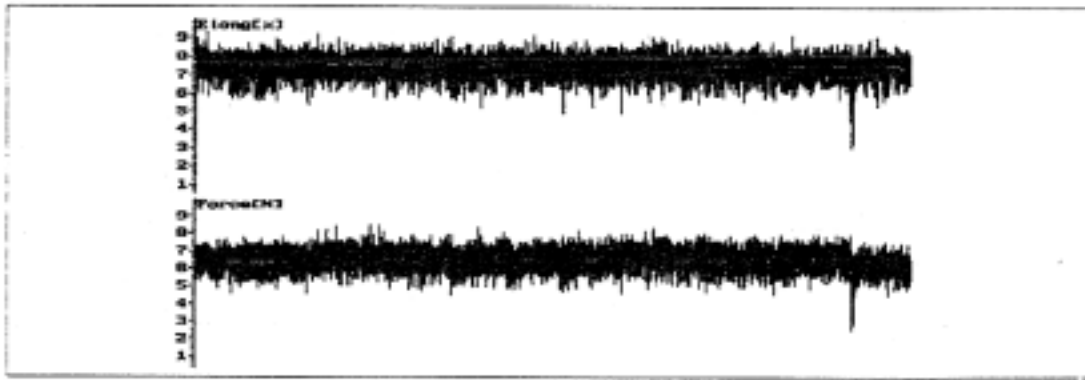
약점은 자주 발생하는 결점이 아니므로, 방적 후속공정에서 실의 해사 상태를 평가하기 위해서는 10,000회 이상의 많은 시험이 필요하다.

3.5.2 그래프에 의한 결과의 표시

USTER TENSOJET에서는 많은 양의 시료를 시험하기 때문에 시험결과를 보다 잘 나타내기 위해서는 전통적인 막대그래프나 스트로크 다이어그램 외에 새로운 형태의 그래프 표현 방법이 필요하다.

1) 압축 스트로크 다이어그램

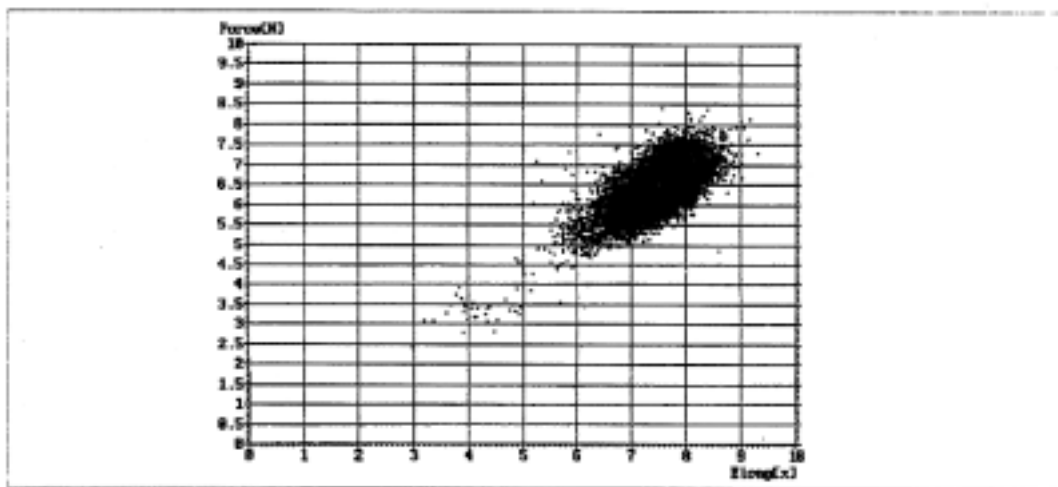
압축스트로크 다이어그램<그림 3.4>은 전체 시료의 강력 및 신도값을 두 개의 분리된 다이어그램으로 압축하여 나타낸 것이다. 개개의 값은 미리 선택된 시험횟수로부터 계산된 이동 평균값에 중첩된다. 이렇게 그래프로 표현하면, 패키지 형성시 야기되는 장주기의 강력 및 신도 변동을 명백히 볼 수 있다.



<그림 3.4> 압축 스트로크 다이어그램(13,200회 시험, 10.5km)

2) 산포도

산포도(scatter plot)는 직교좌표계에서 개개의 점을 그래프로 표현한 것이다. USTER TENSOJET에서 제공하는 산포도의 경우 점 하나 하나가 각각의 시험 결과(x-좌표 : 절단점에서의 신도, y-좌표 : 최대 절단강력)를 나타낸다. 산포도에서의 각 점은 개개의 최대 절단강력점만이 나타나는 강력/신도 곡선과 동등하다. <그림 3.5>는 면사(42tex, Nec 14)에 대한 13,200회 시험결과의 산포도이다.



<그림 3.5> 산포도(13,200회 시험, 10.5km)

산포도에 의해 수많은 시험 결과를 신속하게 평가할 수 있을 뿐만 아니라 자주 발생되지 않는 예외적인 결점들도 검출할 수 있다. 예외적인 결점이란 강력 또는 신도값 중 하나가 너무 낮은 값을 갖거나, 또는 두 값 모두 너무 낮은 값을 갖는 경우이다.

이와 같은 압축 스트로크 다이어그램과 산포도에 의해 결점 발생 원인에 대한 검출 및 조사가 용이하게 된다.

3.5.3 시험속도의 영향

여러 종류의 실을 시험해 보면 절단강력은 시험속도가 증가함에 따라 증가함을 알 수 있다. 절단신도는 시험속도가 증가할수록 어느 한계까지 약간 증가하나, 시험속도가 어느 한계 이상으로 증가하면 오히려 감소한다. 시험속도의 영향은 실 및 원료의 종류에 따라 다르며, 혼방사에서는 혼방율도 시험결과에 영향을 미친다.

이러한 내용은 1950년 Journal of the Textile Institute에 발표된 R. Meredith의 논문에서 설명되 바가 있다.

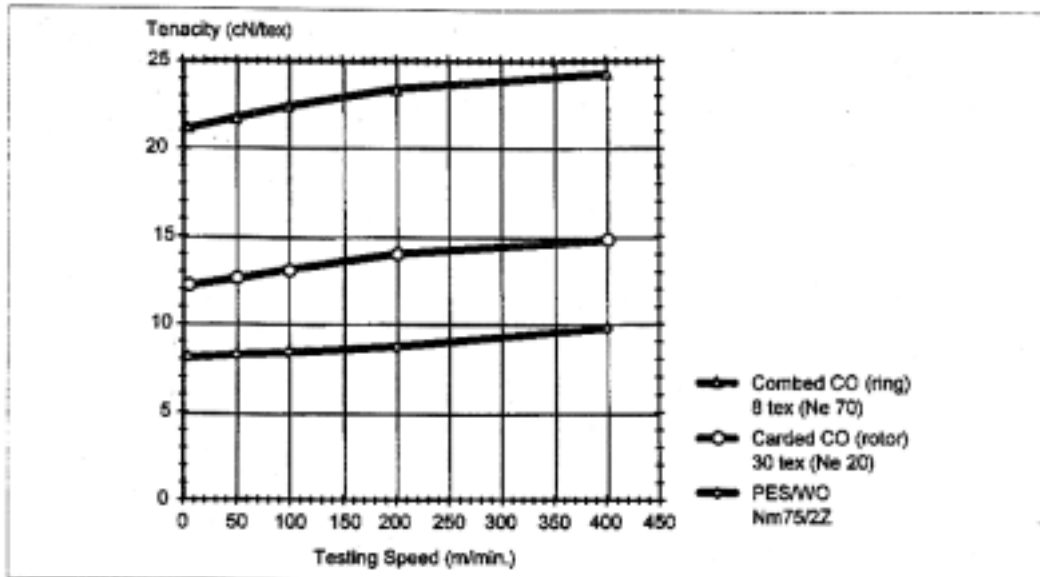
1) 시험속도가 실의 강도에 미치는 영향

<그림 3.6>은 두 종류의 면사와 양모/폴리에스터 합연사에 대해 실의 강도와 시험속도와의 관계를 나타낸 것이다. 5m/min에서 측정한 결과는 USTER TENSORAPID 3를 이용한 것이고, 50~400m/min에서 측정한 결과는 USTER TENSOJET을 이용한 것이다.

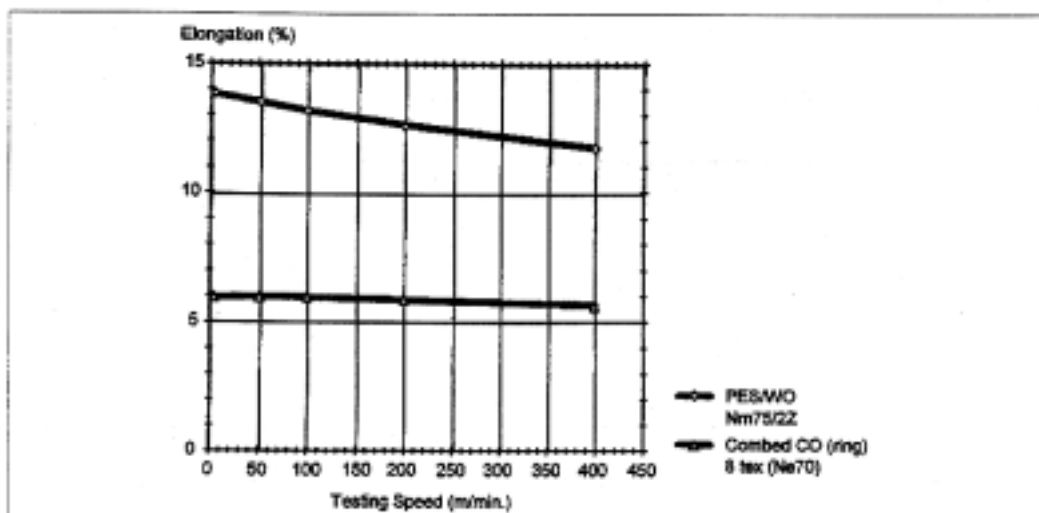
2) 시험속도가 절단 신도에 미치는 영향

<그림 3.7>은 두 종류의 면사와 양모/폴리에스터 합연사에 대해 절단 신도와 시험속도와의 관계를 나타낸 것이다. 5m/min에서 측정한 결과는 USTER

TENSORAPID 3를 이용한 것이고, 50~400m/min에서 측정한 결과는 USTER TENSOJET을 이용한 것이다.



<그림 3.6> 실의 강도와 시험속도와의 관계



<그림 3.7> 절단 신도와 시험속도와의 관계

3.5.4 TENSORAPID 3와 TENSOJET에 의한 시험결과 비교

USTER TENSOJET 및 최신 인장시험장치들은 CRE 방식(정속 신장식)으로 작동하기 때문에, 비교 가능한 결과를 얻을 수 있을 것으로 예상된다. 그러나 USTER TENSOJET과 다른 시험장치를 비교할 때는 시험속도 등 시험조건에 상당한 차이가 있으므로, 시험 결과의 유의성에도 영향을 미칠 수 있다. USTER TENSOJET으로 실의 인장 특성을 시험하는 경우 다음과 같은 두 가지 큰 특징을 유념해야 한다.

- 신장속도의 현저한 증가

실에 걸리는 물리적 응력이 이제까지의 개념과는 완전히 다르다. 지금까지는 절단시간이 약 500ms정도 였으나 USTER TENSOJET에서는 절단시간이 3ms정도로 매우 짧는데, 이는 직기에서 실이 최대응력 상태를 견뎌내야 하는 시간범위이다(여기서 1ms는 1/1000초를 의미함).

- 원료와 실 구조의 영향

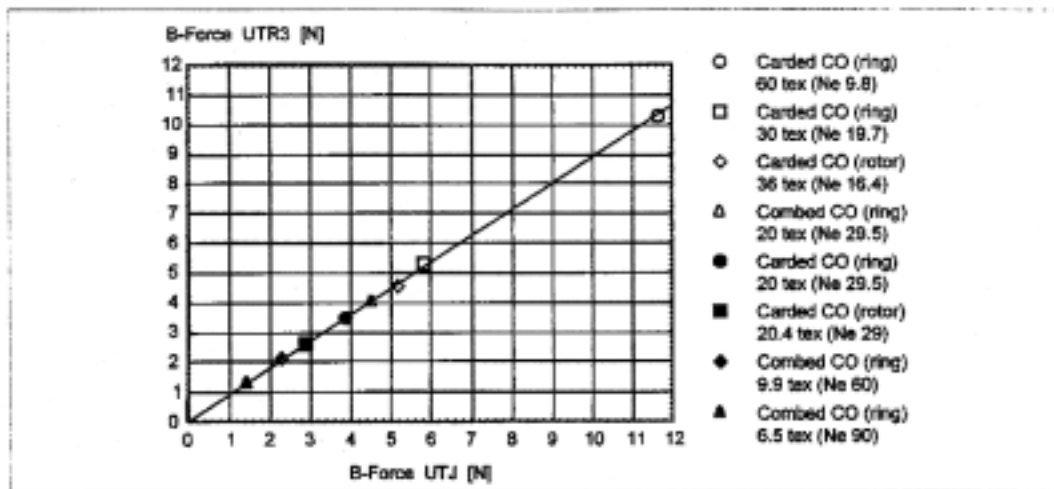
매우 빠르게 시험이 진행되기 때문에 섬유장, 표면구조, 섬유 크립프 및 실 꼬임과 같은 인자보다는 섬유원료의 강력-신도 관계와 실의 구조가 실의 강력에 더 큰 영향을 미친다.

USTER TENSORAPID 3와 USTER TENSOJET을 이용하여 8종류의 면사에 대해 시험하였다.

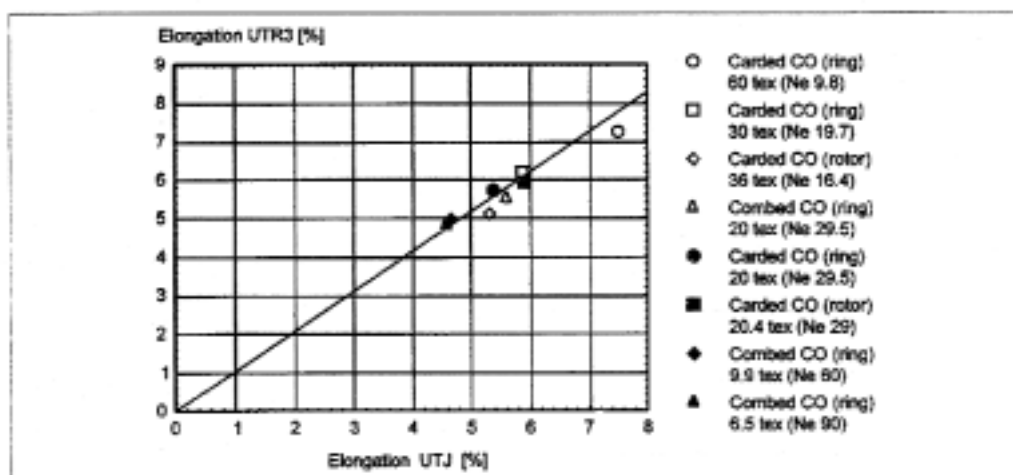
<그림 3.8>에 의하면, 두 시험기에 의한 최대 절단강력의 상관관계가 매우 좋음을 알 수 있다(상관계수 $r > 0.99$). 선택한 시험속도에서 USTER TENSORAPID 3의 강력 결과는 USTER TENSOJET의 결과보다도 11.4%정도 더 낮게 나타났다. 이러한 차이는 실의 강도에서도 예상될 수 있다. 또한 <그림 3.9>에서 보는 바와 같이 두 시험기에 의한 절단신도의 상관관계도 우

수하게 나타났다($r>0.99$). USTER TENSORAPID 3의 신도 결과는 USTER TENSOJET의 결과보다도 3.3%정도 더 높게 나타났다.

위의 시험 결과를 요약하면, 두 가지의 시험장치를 이용하여 8종류의 면사에 대해 시험한 결과들 사이에는 직접적인 상관성이 있다고 말할 수 있다.



<그림 3.8> 최대 절단강력의 비교(UTJ 400m/min, UTR3 5m/min)



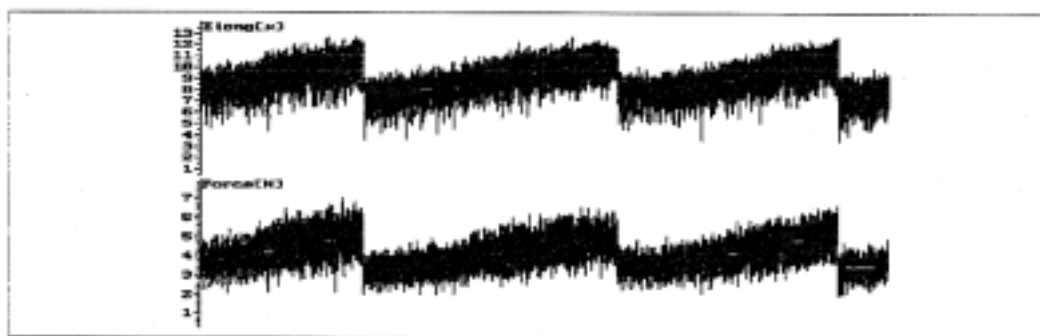
<그림 3.9> 절단신도의 비교(UTJ 400m/min, UTR3 5m/min)

1989년 USTER STATISTICS 에서는 실의 종류(면, 양모, 레이온 및 혼방사)에 따라 시험속도(이 경우, 절단시간이 20초, 5m/min)가 인장시험결과에 미치는 영향이 변화함을 나타내었다. 이는 두 가지 시험속도(5m/min와 4m/min)의 경우에서도 마찬가지로 나타날 것이다. 그러므로 400m/min에서의 결과를 5m/min의 결과로 환산하는 보편적인 환산계수(convesion factor)를 결정하는 것은 불가능할 것이다. USTER TENSOJET에서 얻어진 결과를 객관적으로 평가하기 위해서는 전세계적으로 통용될 수 있는 USTER STATISTICS가 부가적으로 수립되어야 하며, 이에 따라 1997년 USTER STATISTICS에서부터는 TENSOJET 시험 결과에 따른 전세계 품질 수준이 제공되고 있다.

3.6 실제 사례

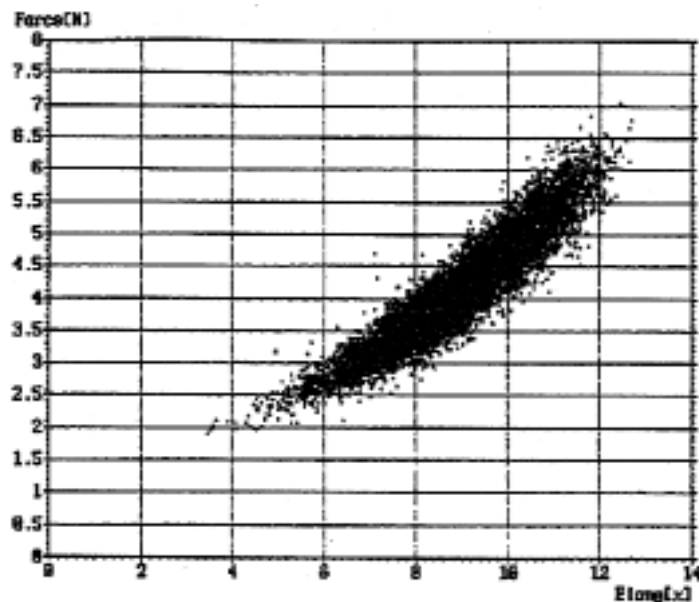
3.6.1 콧 성형 결점

요구되는 품질 수준의 만족 여부를 확인하기 위해 링 방적사(100% 폴리에스터, Ne 30)의 품질을 조사하였다. 모든 콧에 대해 다른 품질시험 뿐만 아니라 약점의 존재 여부를 조사하기 위해 USTER TENSOJET을 이용(400m/min의 속도)하여, 실 길이 10.5km에 대해 총 13,200회의 시험을 수행한 결과를 다음에 나타내었다.



<그림 3.10> 콧 성형 결점의 압축 스트로크 다이어그램

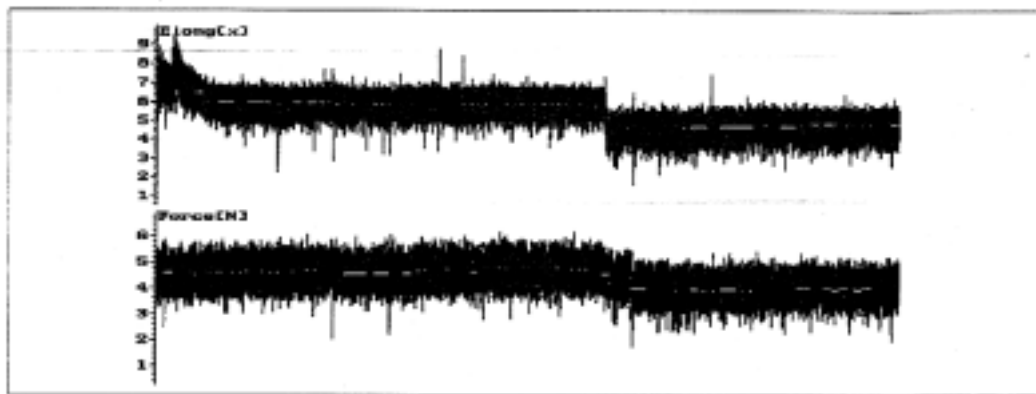
톱니 모양의 압축 스트로크 다이어그램은 링 트래블러 또는 벌룬 컨트롤 링에서 폴리에스터 부분의 열적 손상으로 인한 결점을 의미한다. 결점 발생 가능 원인으로는 스핀들의 속도가 너무 높거나, 드래프트 요소와 정방 영역 사이의 사장력이 너무 높은 경우를 들 수 있고, 이에 상응하는 산포도에서는 측정값들 사이에 상당한 변동이 있음을 보여주는데, 이는 틀림없이 후속공정에서 문제가 될 수 있다.



<그림 3.1> 콤팩트 결점의 산포도

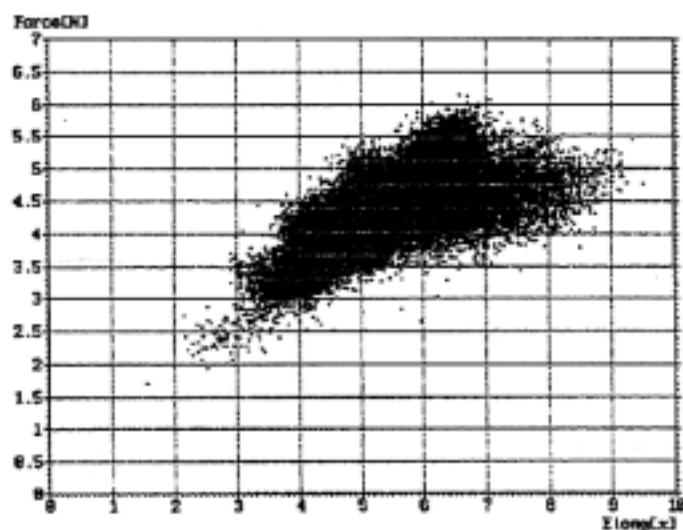
3.6.2 신도 문제와 슬라이버 결점

한가지 로터에서 생산되는 로터 방적사(100% 면, Ne 20)를 정기적으로 조사하기 위해 USTER TENSOJET을 이용하여 100,000회(실의 길이는 80km) 시험하였다. 그 결과 통계표 블록에서는 절단신도가 큰 변동을 나타내었다. <그림 3.12> 및 <그림 3.13>은 각각 압축 스트로크 다이어그램과 산포도를 나타낸 것이다.



<그림 3.12> 실의 신도 문제와 슬라이버 결점이 있는 경우의
압축 스트로크 다이어그램

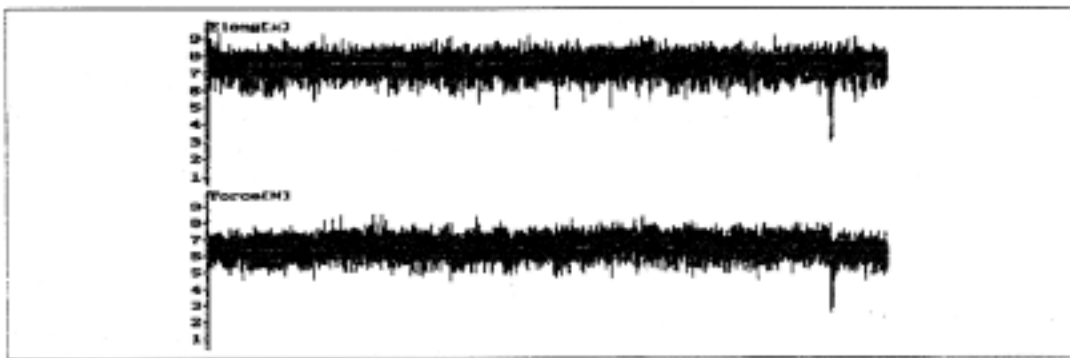
스풀의 초기 부분에 신도가 큰 실들이 집중되어 있는데 이는 사 장력 또는 권취상의 문제임을 의미한다. 60,000회의 시험 이후 신도와 강력이 모두 갑작스럽게 변한 것은 공급 슬라이버의 굵기가 변화되었기 때문이다. 이와 같이 공급 슬라이버의 굵기가 변화하면 산포도에서 점들이 더 넓은 형태로 분포하게 된다.



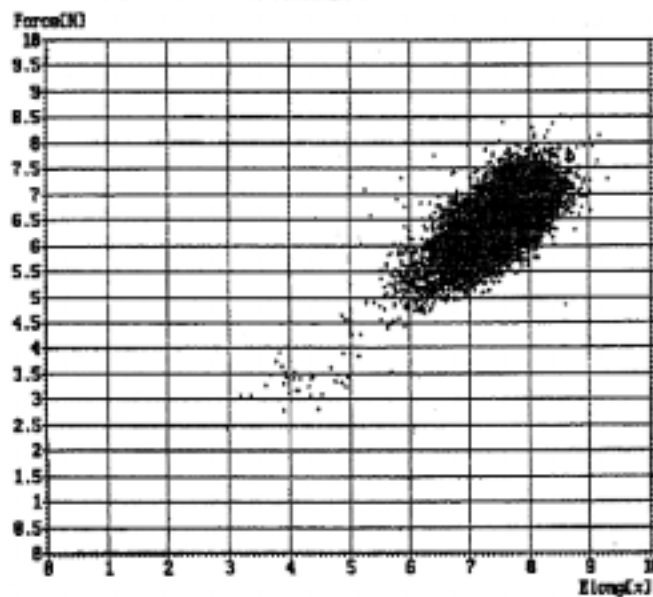
<그림 3.13> 실의 신도 문제와 슬라이버 결점이 있는 경우의 산포도

3.6.3 자주 발생하지 않는 결점

보다 많은 양의 로터 방적사(100% 면, Ne 14)를 USTER TENSOJET으로 시험한 결과 대부분의 스펙들은 정상적인 결과를 나타내었다. 그러나 다음 그림에서 보는 바와같이 한 개 스펙에 대한 시험 결과는 자주 발생하지 않는 결점이 있는 것으로 나타났다.



<그림 3.14> 자주 발생하지 않는 약점을 보여주는 압축 스트로크 다이어그램
(실 길이 : 10.5km)

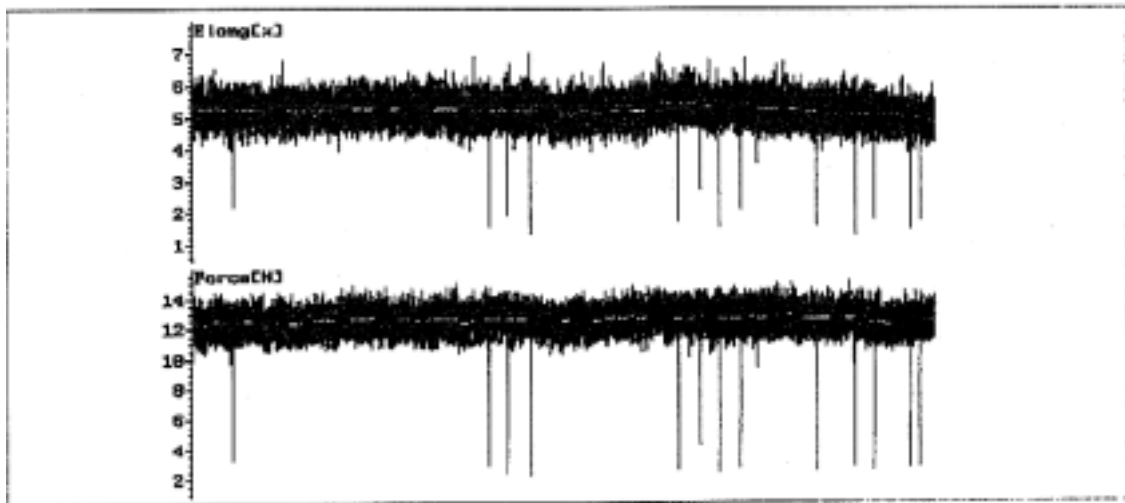


<그림 3.15> 약점을 가진 실의 산포도

강력 및 신도가 일시적으로 감소한 것은 로터 홈내에 트레이의 축적으로 인한 결과인데, 이와 같이 축적된 트레이는 잠시 후에 제거하였다. 실에서의 이러한 결점부분은 제직시 기계정대를 유발할 것이다. 또한 산포도에서는 일반적인 시험값들이 분포하고 있는 클러스터의 아래부분에 이와 같은 약점들이 분포하고 있음을 나타내고 있다.

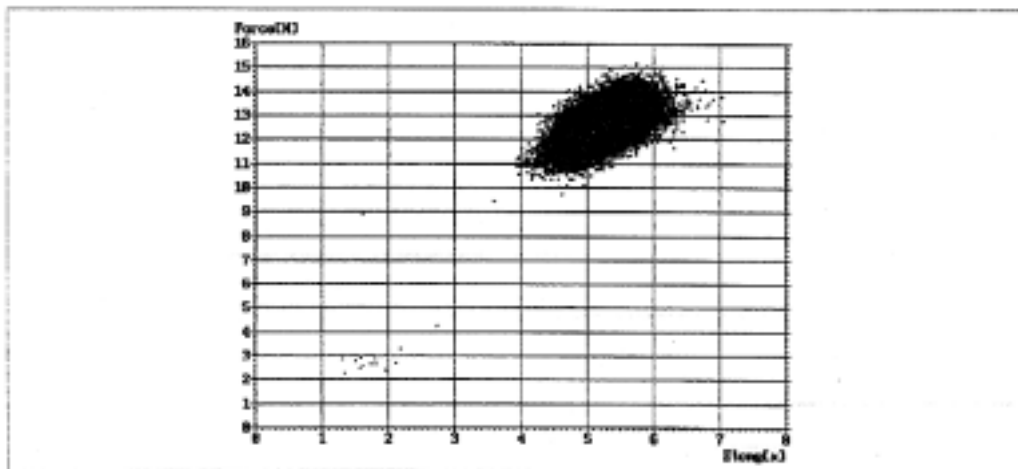
3.6.4 이음 결점

자동 실 이음장치의 세팅이 잘못되어 있는 상태에서 로터 정방기의 한 추로부터 로터 방적사(100% 면, Ne 30)를 제조하였다. 다음 그림과 같이 실의 총길이 37.4km(46,700회의 시험)에 대한 압축 스트로크 다이어그램에 의하면 전체 스푼에 걸쳐서 약점이 있음을 알 수 있다.



<그림 3.16> 이음 결점의 압축 스트로크 다이어그램

또한 산포도에서는 이음 결점으로 인한 약점들이 그 외 점들에 비해 클러스터의 아래쪽에 나타나 있음을 알 수 있다.



<그림 3.17> 이음 결점의 산포도

제 4 장 요약

- 방적 및 그 후공정에서의 생산성은 꾸준히 증가될 것이다. 그러나 생산성의 증가는 기계의 효율, 제품의 품질 및 적절한 공정 비용 등이 보장될 때라야지만 가치가 있다. 따라서 최대 생산조건이 아니고 최적 공정조건이 달성되어야 한다는 점이 더욱 중요하다.
- USTER TENSOJET의 높은 시험용량으로 인해, 다량의 인장시험이 가능하게 되었다. 이에 따라 실 제조시 결점을 신속하게 검출할 수 있고, 최적 기계세팅을 신속히 할 수 있다.
- 모든 방적 후속공정에서 사절빈도는 생산성에 큰 영향을 미친다. 시료 크기가 충분히 클 경우에 대해서만 사절수를 신뢰성있게 예측할 수 있고, 기계세팅에 대해 필요한 수정을 행할 수 있다.