

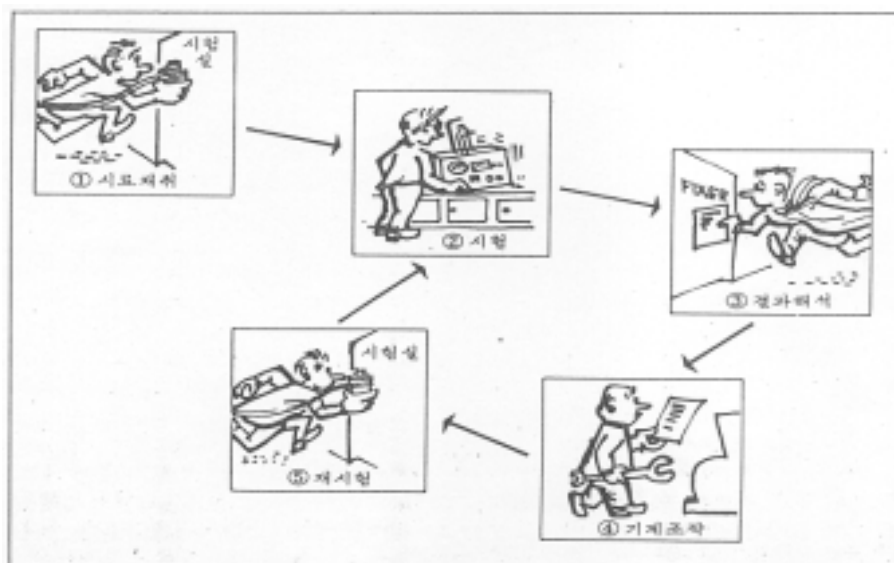
방적공장에서의 생산 및 품질관리(I)

1. 총 설

모든 방적공장은 좋은 품질의 실을 높은 효율로 생산하기 위해서 협력하고 있다.

그러나 기계는 언제나 고장날 가능성이 있고, 그때마다 발생하는 문제 및 작업자의 부주의로 인해 발생하는 문제 등은 품질에 지대한 영향을 주기 때문에 검사(check) → 원인파악(know) → 적절한 조치(react)를 통하여 지속적인 감독을 실시함으로써 소기의 목적을 달성할 수 있는 것이다. 이것을 알기 쉽게 풀이한 것이 <그림 1>이다. 이러한 품질관리에는 3가지 기본원칙이 있는데 다음과 같다.

- ① 품질을 수시로 검사한다.
- ② 생산기계를 지속적으로 감독한다.
- ③ 생산기계를 자동조절한다.



<그림 1> 품질관리기법.

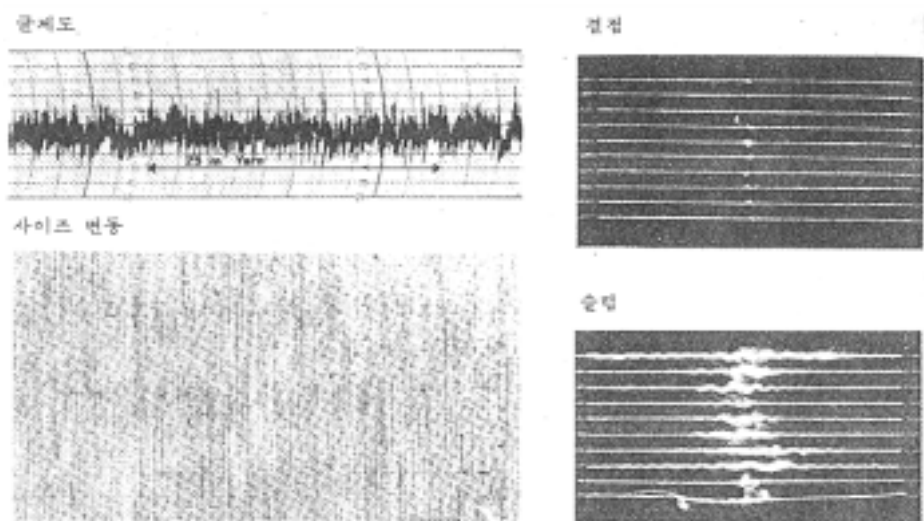
여기에는 주기적인 보전 및 기계의 분해검사가 포함되어야 한다. 그 중 첫 번째 항목인 품질검사는 4가지를 고려해야 한다.

- ① 무엇을 검사해야 할 것인가?
- ② 공장내의 어떤 장소에서 행해야 할 것인가?
- ③ 언제 실시해야 하는가?
- ④ 어떻게 할 것인가?

모든 실(로빙과 슬라이버는 어느 정도 범위에서만 해당)에는 4가지 변동이 존재한다.

첫번째가 실의 두께변동으로서 이것은 실의 단위길이간에도 존재하는 섬 유수가 다르기 때문에 발생하는 것으로 이러한 변동을 항상 균제도라 하는데 항상 존재한다. 균제도는 U% 또는 CV%로 나타내며 드래프팅요소 더블 링 및 섬유에 의해 영향을 받는다.

두번째가 소위 사이즈(size)변동이라고 하는 것으로 이는 단면의 변동이 장 주기인 것을 의미하는데 이것은 전방공정에서 문제가 있을 때 발생한다.



<그림 2>

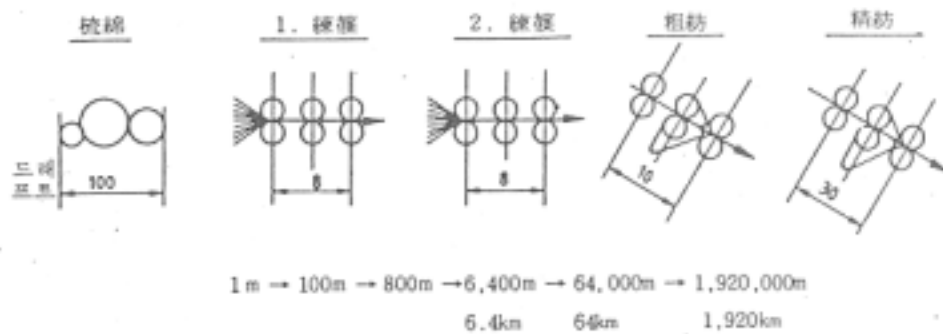
세번째가 굵은 부분(thick places), 가는 부분(thin places) 및 넵 같은 결점으로 이것들은 실의 단면 불균제처럼 존재하지는 않는다. 이것은 섬유 및 공정상의 문제가 있을 때 발생할 수 있으며, 통상 1,000m당의 개수로 표시한다<그림 2>.

네번째는 슬립으로서 앞서 언급한 넵은 자주 발생할 때만 제품의 품질에 영향을 주는 반면에 이 결점은 그리 자주 발생하지는 않지만 일단 발생하면 제품의 품질에 심각한 영향을 준다. 이 결점은 100,000m당 개수로 표현하고 권사공정에서 안 클리너로 제거한다. 품질을 평가할 때는 평균치 및 변동을 반드시 고려해야 한다. 예를 들어 각 보빈간의 변수의 변동이 심한데도 평균 변수는 정확하다고 말하기는 곤란하다. 또 다른 예로, 만일 평균강력은 양호하나 너무 약한 보빈이 존재할 경우, 제직시 문제가 발생한다.

2. 변동의 원인

방적공정에서 발생하는 변동은 크게 2가지로 구분되는데 그중 하나가 장주기 변동으로서 소면기로의 불균일한 공급 때문에 발생한다.

변동은 대부분이 드래프팅 요소에서 발생하며, 원래는 평균섬유장의 3배 정도의 범위로써 매우 짧다. 롤러를 사용하는 드래프팅에서는 장섬유가 절단되지 않고, 또한 부유하는 단섬유가 없도록 롤러간 거리를 적절히 조절해야 한다. 그러나 그렇게 한다고 해도 드래프트파라고 하는 불규칙적인 단변동이 발생한다. 이러한 변동은 그후의 공정을 거치는 동안 드래프트되어 더 길어지고 또한 서로 겹쳐지게 여러 가지 형태의 변동으로 변한다. 예를 들어 소면에서 정방까지 생각하면 소면기로 들어갈 때의 1m는 거의 200km의 실에 해당함을 <그림 3>에서 볼 수 있다.



<그림 3>

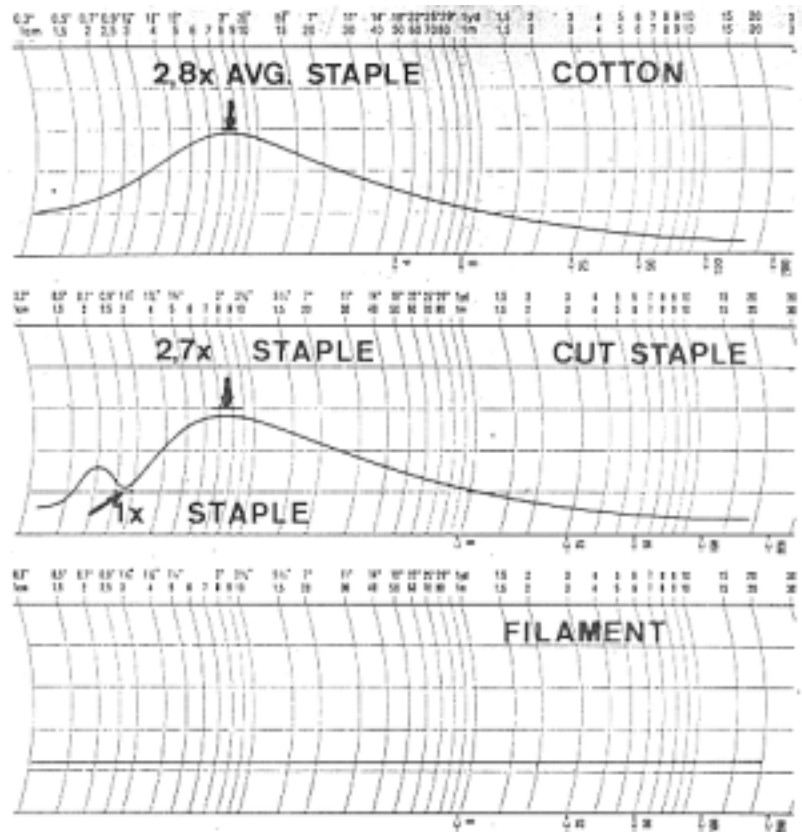
이러한 변동을 조절하기 위해서는 매 공정에서마다 균제도를 측정해야 하며 이렇게 해야만 실이 단, 중, 장주기 변동중 어떤 변동을 갖는지를 수치로 계산해서 표시하는 적분기(Integrator)와 스펙트로그래프 및 결점측정기(Imperfection Indicator)로 구성되는데 스펙트로그래프는 시료를 그 길이에 따라 파장으로 분류해서 파장이 짧을수록 단변동을 의미하게 되며 스펙트로그램의 왼쪽에 나타난다.

만일 특정파장이 자주 발생하면 그것은 변동이 랜덤하지 않음을 의미하며 그 경우를 “시스템틱(systematic)”이라 한다. 그런 변동은 기계의 부정확한 작동 또는 기어나 롤러의 마모에 기인한다. 이때는 스펙트로그램상에 “침니(chimney)”라고 하는 굴뚝모양의 피크(peak)가 나타나고, 롤러 세팅 때문에 발생하는 드래프트파는 언덕(hill)모양의 완만한 곡선을 형성한다.

이상적인 스펙트로그램이라도 직선은 아니고 스테이플길이와 차트의 형태에 따라 스테이플 평균길이의 2.7배 또는 2.8배되는 길이에 최고치를 갖는 곡선을 형성한다<그림 4>. 그러나 필라멘트사는 예외이다.

주기적 변동의 대부분은 편심 또는 타원형의 톱롤러 때문에 발생한다. 편심롤러는 불균일한 원주속도를 유발하여 드래프트가 변하기 때문에 원주길이에 해당하는 주기적 변동이 생긴다. 그러한 주기적 결점을 갖는 실은 최종

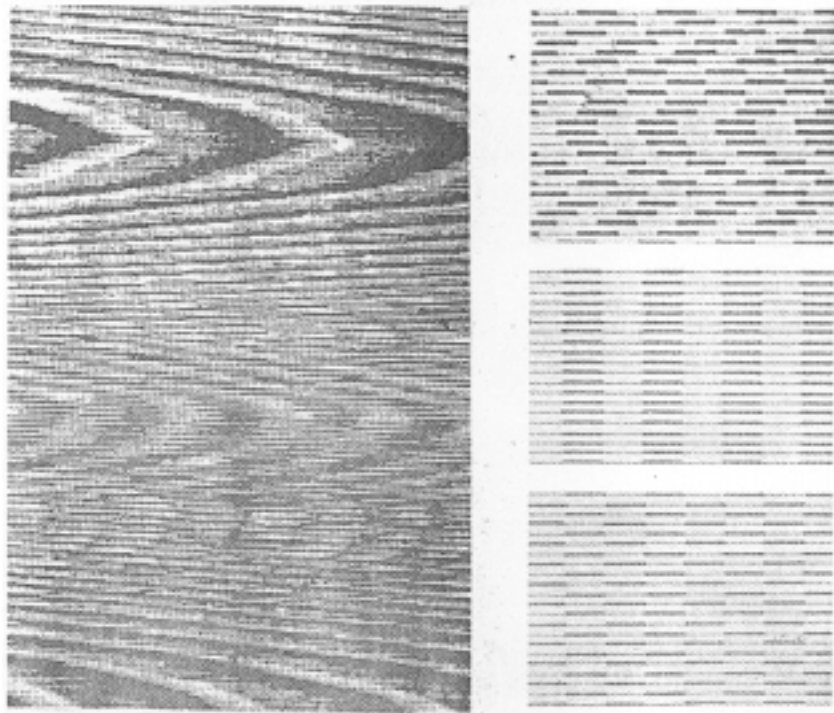
제품에서 므와레(moiré) 효과를 보일 수 있다.



<그림 4>

<그림 5>의 세 번째 그림이 앞서 언급한 므와레 효과로서 통상 이 세 가지가 다양하게 나타나는데, 이것이 나타나면 제품질이 다소 저하된다.

슬라이버를 더블링하면 랜덤 변동이 사라질 가능성이 커지는데, 변동주기가 짧을수록 그 효과는 더 커진다. 예를 들어 만일 4개의 슬라이버를 더블링하면 그때의 불균제도 값은 개개의 슬라이버의 불균제도 값을 더블링한 슬라이버수의 제곱근으로 나눈 값이 된다. 만일 주기적 변동이 존재한다면 더블링에 의해서도 그것을 제거하기는 어렵고 오히려 모든 굵은 부분들이 합쳐질 가능성이 발생한다.

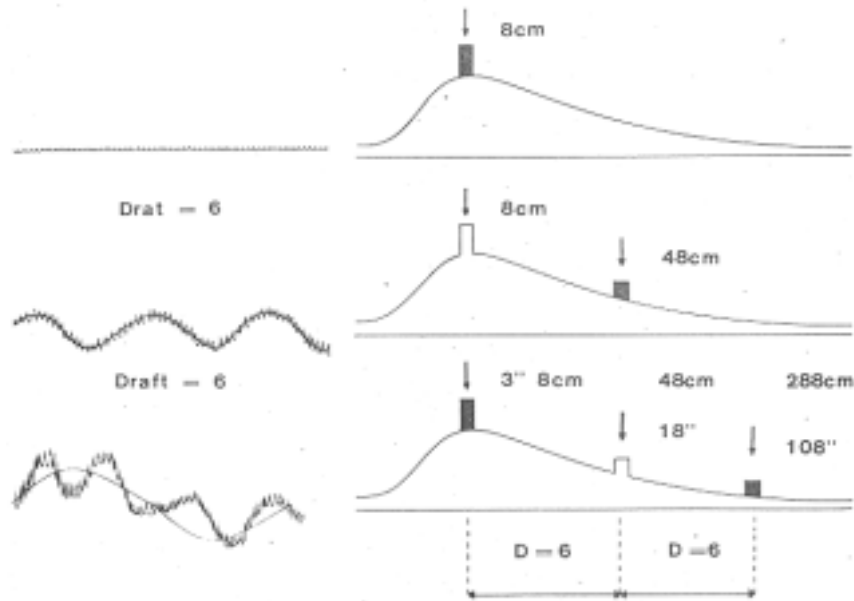


<그림 5> 므와레 효과

<그림 6>은 대략 8cm의 패턴을 형성하는 이론적인 예를 보여주는 것으로, 드래프트 비를 6으로 하였을 때 스펙트로그램에는 8cm와 48cm에서 침니가 나타났고 또 드래프트비를 6으로 하였을 때 8cm, 48cm, 288cm에서 침니가 나타났다.

● 요 점 ●

- ① 스펙트로그램에서 힐로 나타나는 랜덤변동은 섬유콘트롤 때문에 발생한다.
- ② 주기적 변동은 기계적 이유로 발생하며 스펙트로그램에서는 침니모양으로 나타난다.
- ③ 랜덤변동은 더블링에 의해 제거할 수 있으나 주기적 변동은 제거할 수 없다.



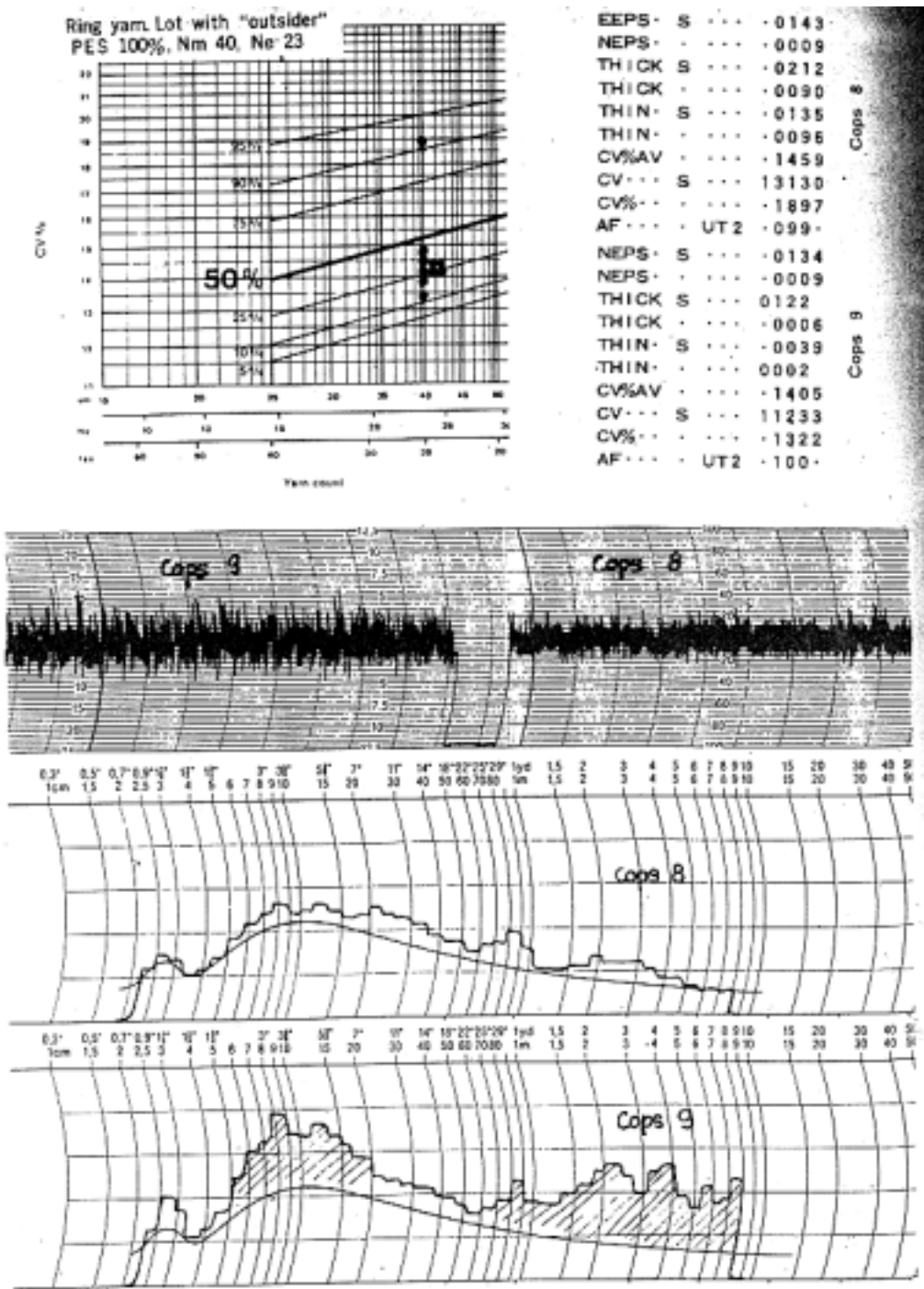
<그림 6>

3. 로트의 동질성

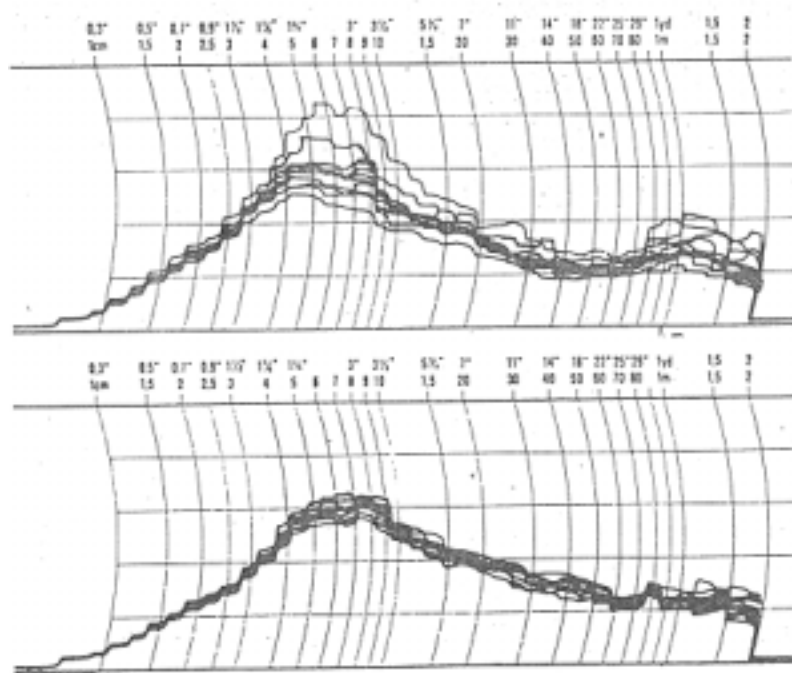
그 후의 계속되는 공정에서 작업을 원활하게 하고, 우수한 품질의 최종제품을 생산하기 위해서는 로트를 형성하는 각각의 보빈이 가능하면 동질성이어야 한다. 이에 대한 실제적인 예를 <그림 7>에서 볼 수 있다. 여기서 8번과 9번 보빈의 자료를 보면 평균치는 14% 정도로 비슷하나 CV%는 9번의 보빈이 19%로 큰값을 보이고 있다. 이러한 보빈 때문에 권사, 정경, 제직시 사절이 발생할 가능성이 크고, 따라서 공정효율이 감소하게 된다. 스펙트로그램을 겹쳐서 그리면 각 보빈간의 변동을 쉽게 볼 수 있다. <그림 8>에서 위의 그림은 보빈간의 변동이 큰 것이고 밑의 것은 변동이 적은 것을 나타낸다.

지금까지의 예를 통해서 균제도가 공정효율 및 제품품질에 얼마나 영향을 미치는지 살펴보았다. 따라서 평균균제도도 좋고 변동도 적은, 균일한 로트를 얻기 위해서는 기계의 보전 및 품질관리가 매우 중요하다. 매우 불균일한

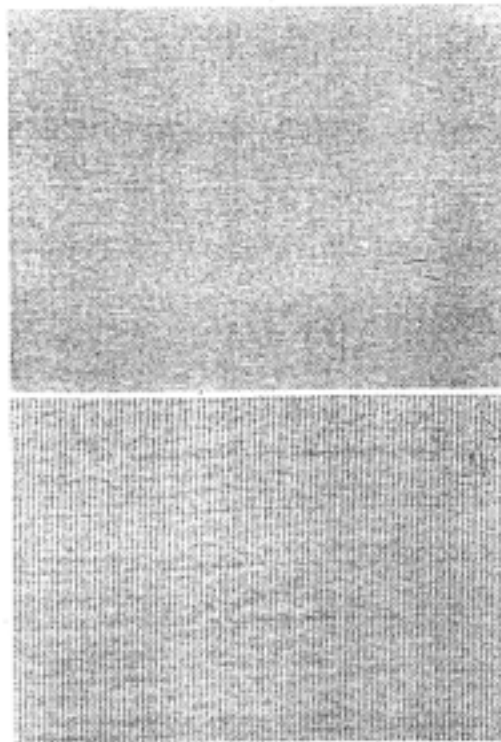
실이 외관(appearance)을 나쁘게 하는 것과 마찬가지로 너무 균일한 실도 외관을 나쁘게 한다.



<그림 7>



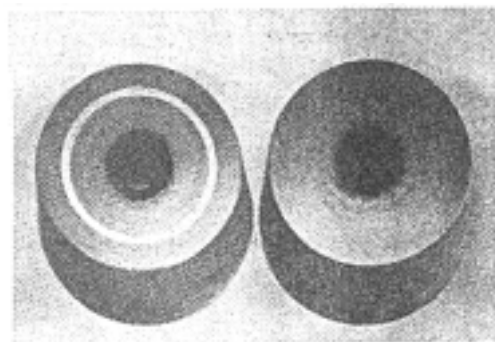
<그림 8>



<그림 9>

<그림 9>는 변수가 다른 보빈 때문에 생긴 결점의 예로서 위의 그림은 더 가는 실을 경사로 사용함으로 해서 상당한 길이를 제직한 후에 결점이 나타난 것이고 밑의 그림은 멀티플 편성기에 굵은 실이 사용되어 32번째의 편조직마다 결점이 발생하고 있다. 이 두 가지 경우를 보더라도 많은 보빈 가운데 오직 한 개의 보빈 때문에 결점이 발생함을 알아야 한다.

다음에 중대한 결점 발생요인으로서 다른 종류의 섬유가 섞일 때이다. 그것은 로빙보빈이 바뀐다든지 또는 연조에서 캔의 바뀔에 의해서 발생할 수 있다. 그렇게 되지 않기 위해서 각별한 주의가 요망되며 특히 면과 합성섬유 같은 서로 다른 종류의 굵기도 다른 섬유가 섞일 경우 가장 좋지않다. <그림 10>을 보면, 2개의 콘 가운데 왼쪽 것에는 밝은 무늬가 있는데 이것은 면사로트에 폴리에스테르가 섞여 들어감으로써 발생한 폴리에스테르/면 혼방사 때문이다. 원래는 육안으로 쉽게 식별할 수 없는데 쉽게 식별할 수 있도록 UV광 하에서 사진 찍은 것이다.

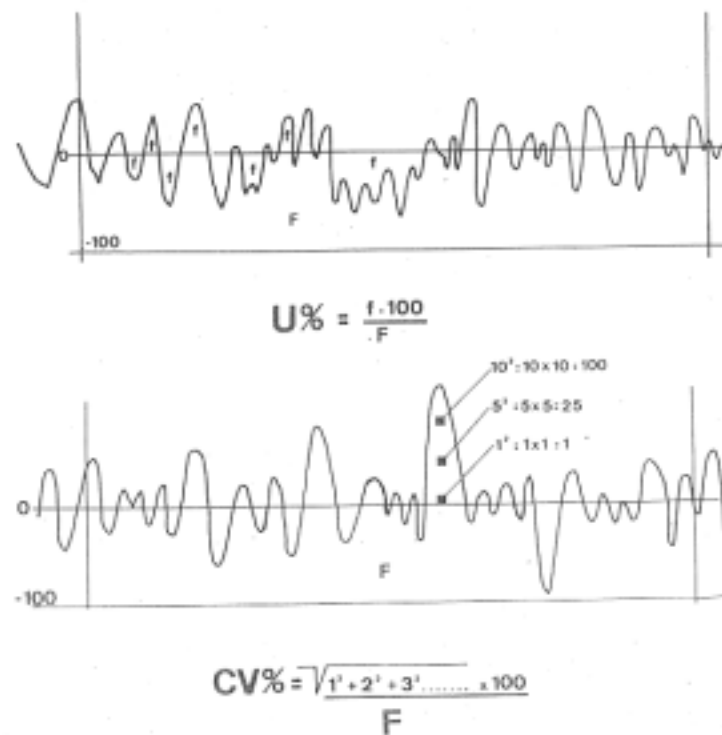


<그림 10>

4. 불균제도(U%, CV%)

모든 스테이플 방적사에는 항상 단면적의 변화가 존재한다. 각각의 섬유들이 중복됨으로써 변동이 많이 줄지만 윗부분에는 섬유가 불균일하게 분포한

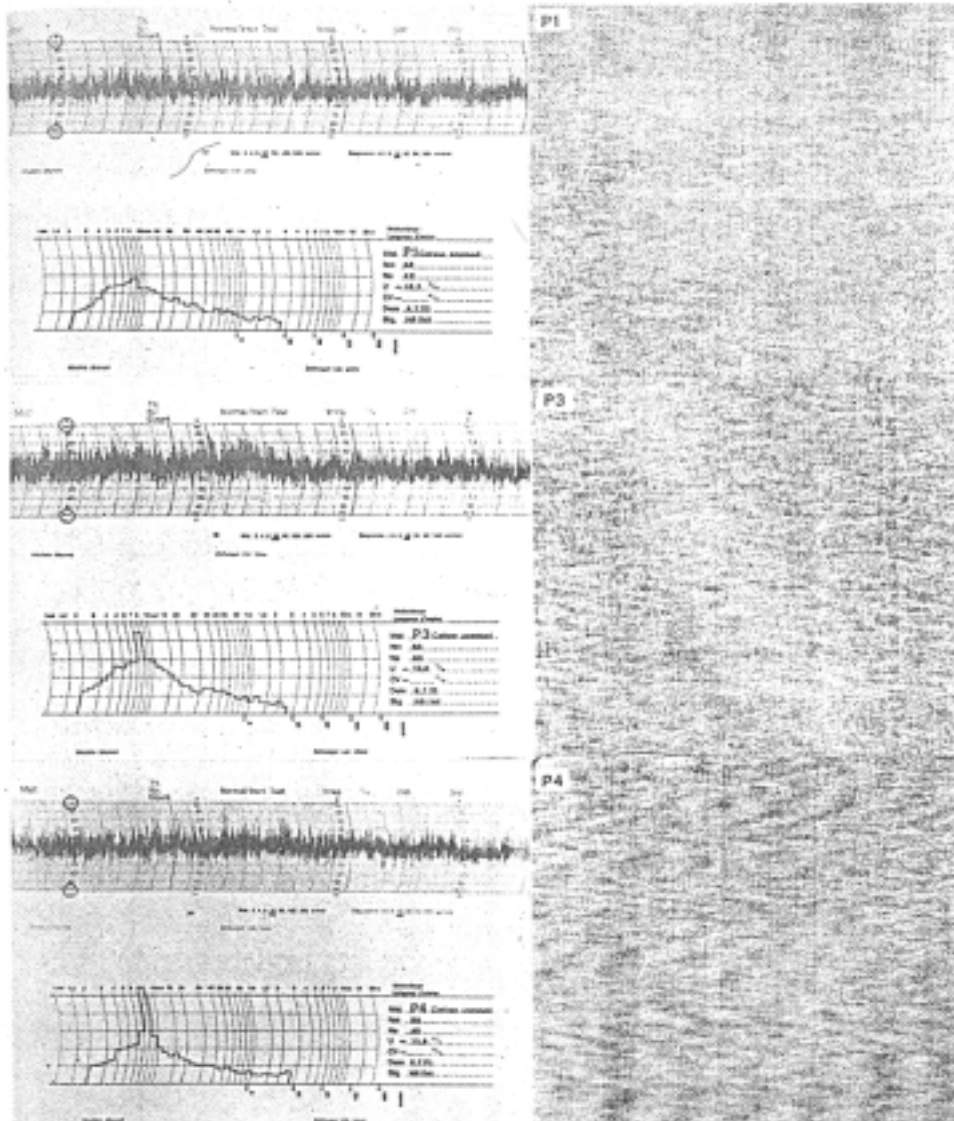
다. 이는 각 부분마다 존재하는 섬유수가 같지 않음을 의미하며, 가능한 한 모든 섬유가 균일하게 분포하도록 기계를 세팅하는 것이 중요하다. 그러나 섬유가 이상적으로 분포한다고 해도 불균제는 여전히 발생한다. 이의 표시방법으로 U%와 CV%의 2가지가 있으나 CV%를 더 많이 사용하는 추세에 있다.



<그림 11>

<그림 11>에서 곡선과 평균선으로 형성되는 면적을 “f”라 표시하면 그것은 변동을 면적으로 나타내는 것으로 실이 균일할수록 그 값은 적다. 대문자 F는 평균선과 O선(-100%) 사이의 면적으로서 U%는 $(f/F \times 100)$ 으로 계산된다. CV%는 U%보다 항상 큰 값을 갖는데 계산방법을 생각해 보면 쉽게 이해가 가며 그 관계는 랜덤 변동인 경우에 $CV\% = 1.25U\%$ 이다. U%나 CV%를 측정, 평가함으로써 최종제품의 품질관리에 매우 편리하나 주기적 변동이 발생

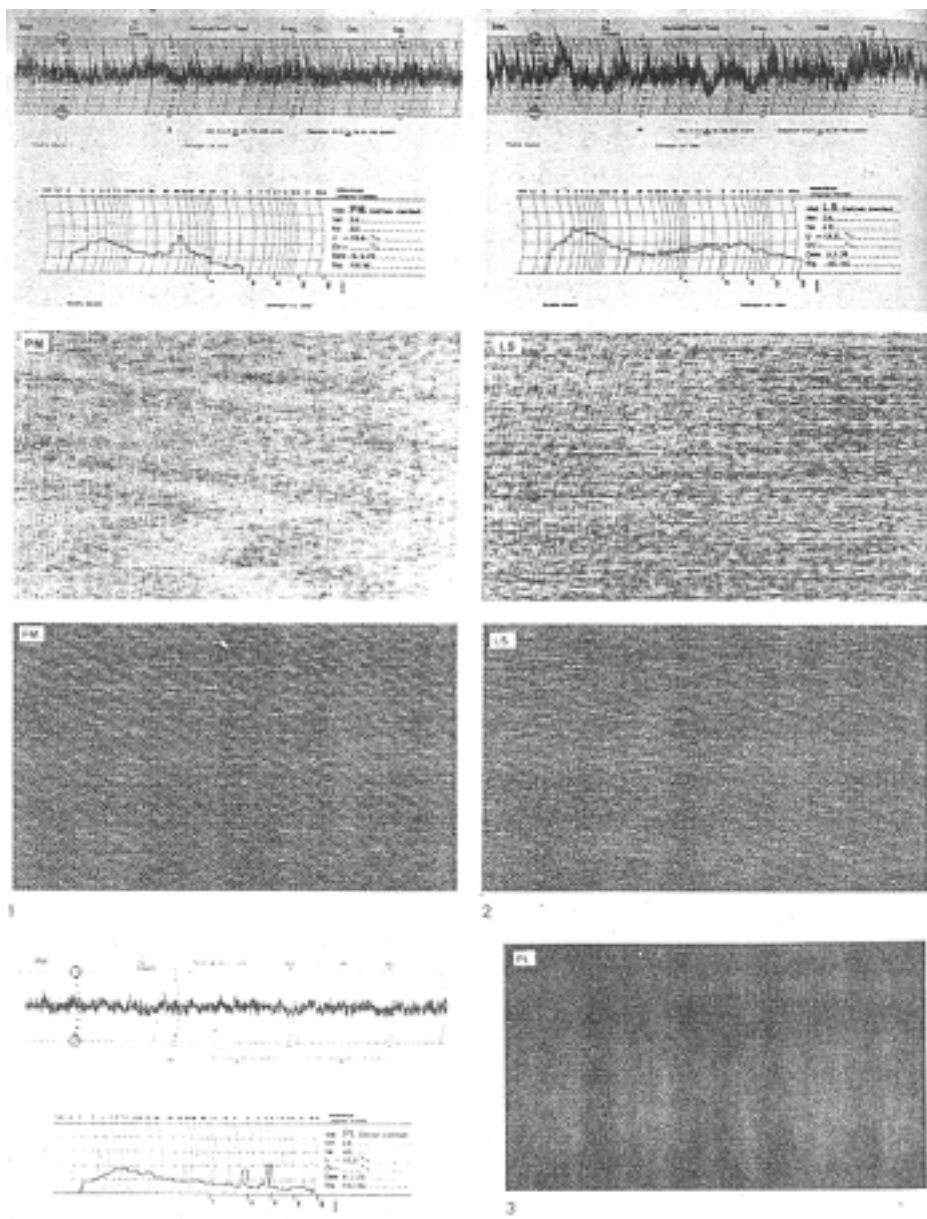
하면 더 이상 품질예측에 이용할 수 없다.



<그림 12>

그것은 <그림 12>를 보면 쉽게 이해할 수 있다. 즉 3가지의 경우 U%는 모두 비슷하지만 두 번째 및 세 번째 것은 대략 8cm 정도의 주기적 변동을 스펙트로그램상에서 볼 수 있고 그로 인해서 제직후에 상당한 결점이 발생했다. 이와 비슷한 예가 <그림 13>인데 첫 번째 것은 스펙트로그램에서 쉽게

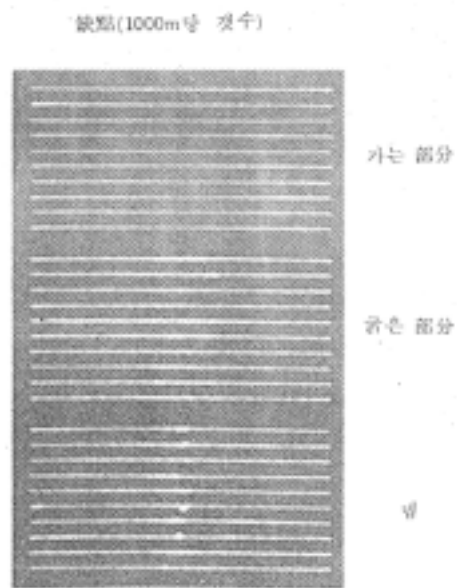
알 수 있듯이 중주기 변동이 존재하여 그 영향이 편성물에서 심하게 나타나고 직물에서는 줄무늬를 보이고 있고, 두 번째 것은 주기성은 없는 반면 실이 너무 불균일해서(19.8% = U%) 편성물에서는 줄무늬가 나타나고 직물에서도 좋지 않게 나타난다. 세 번째는 비록 U%가 적다해도 주기적 변동이 발생했기 때문에 직물의 품질을 크게 저하시키는 줄무늬가 발생함을 볼 수 있다.



<그림 13>

5. 결 점

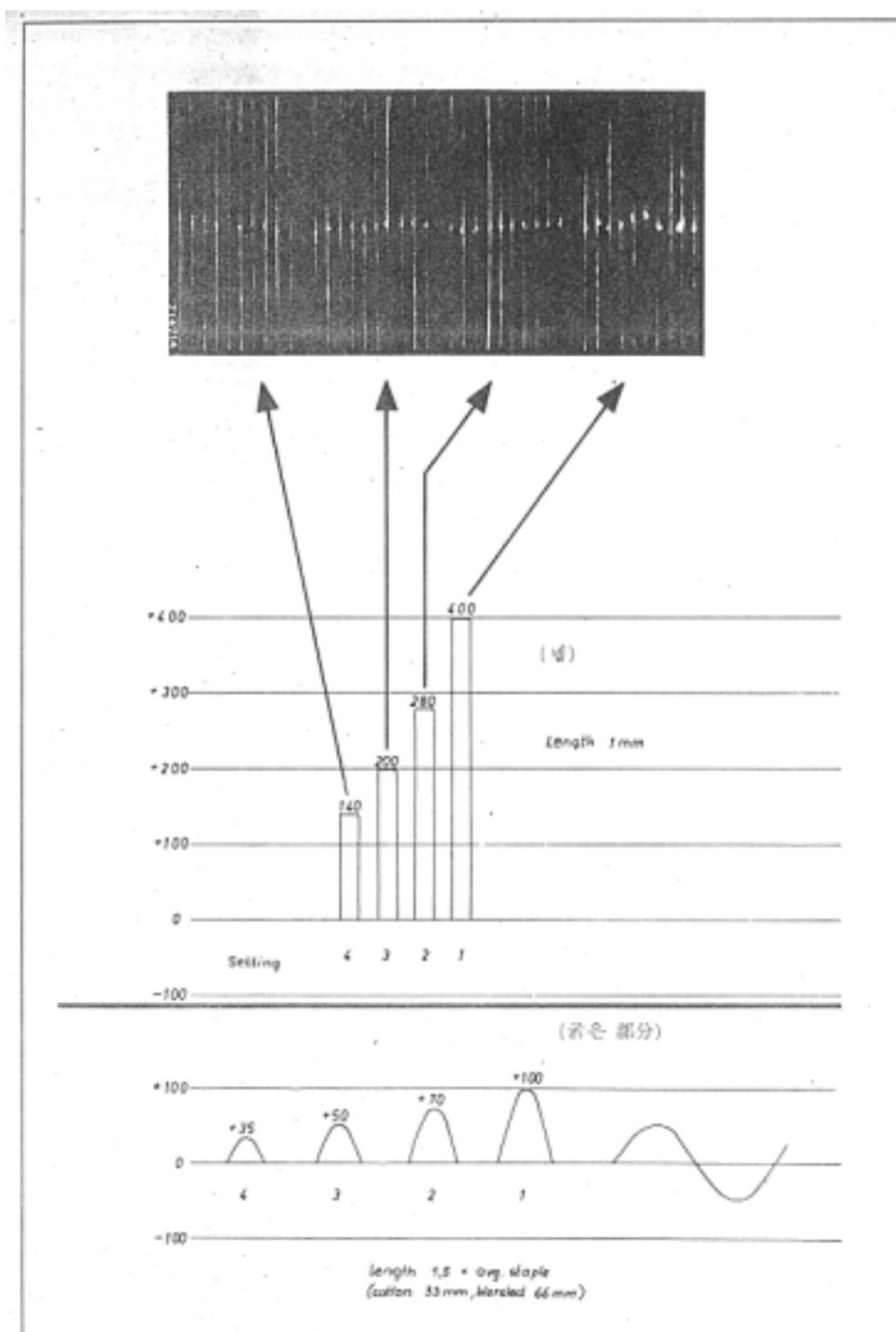
실의 결점으로서 굵은 부분, 가는 부분, 넵이 있는데<그림 14>, 이러한 것은 발생여부가 중요하다기 보다는 얼마나 자주 발생하는가가 중요하다. IPI(결점시험기)에는 <그림 15>에서 보는 것처럼 4개의 감도로 선택 조절할 수 있게 되어 있어서 감도에 따라서 결점수가 변한다. 이 시험기는 두께뿐만 아니라 길이까지도 감지할 수 있어서 넵과 굵은 부분을 구분할 수 있다. 즉 3mm이하인 것은 넵으로, 평균섬유장의 약 1.5배되는 길이의 것은 굵은 부분(thick place)으로 분류하는데, 사용원료에 따라 결점수는 상당히 변한다.



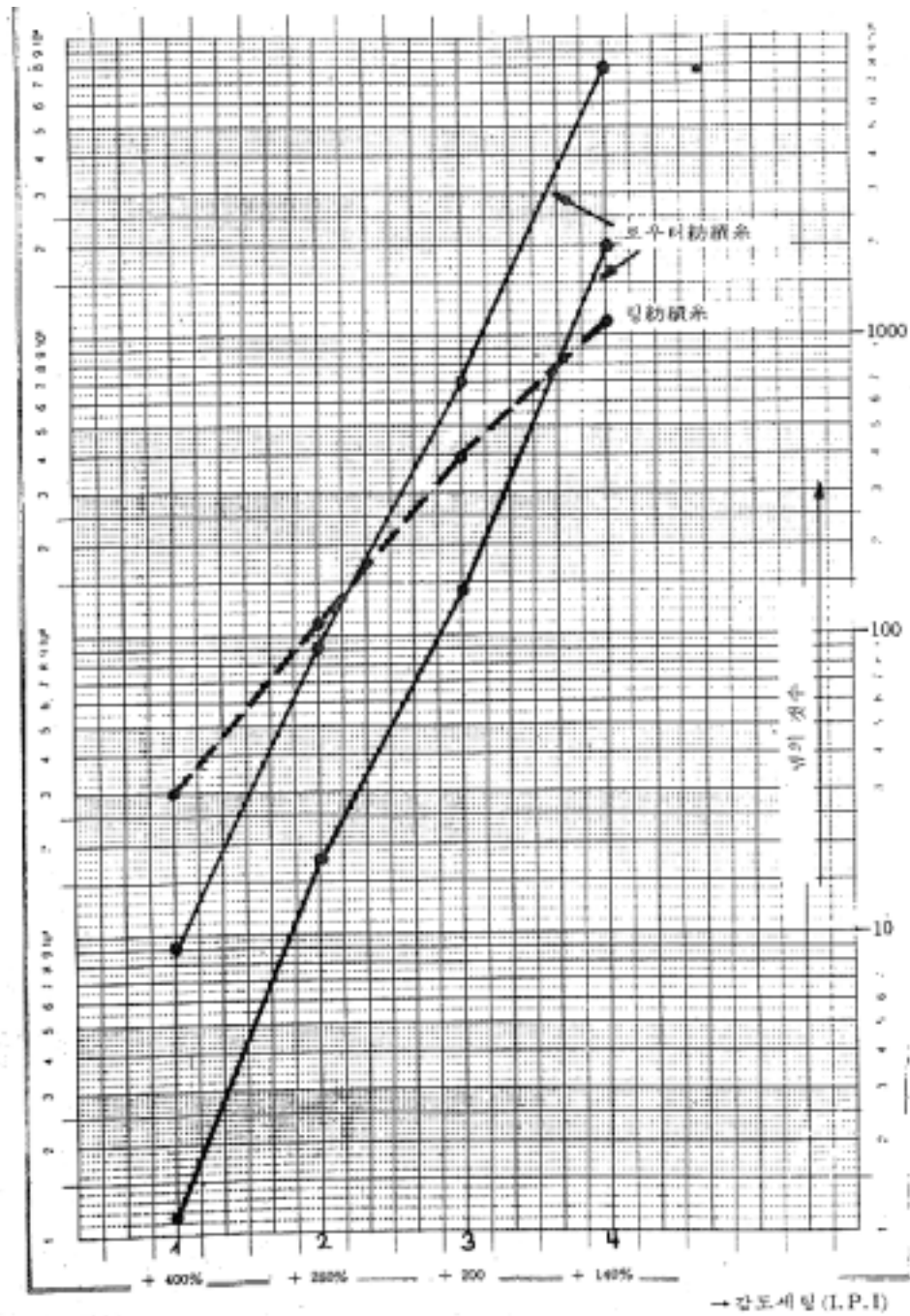
<그림 14>

<그림 16>은 소면사와 로터 방적사의 넵 발생의 차이를 보여주는 것으로, IPI를 고감도로 세팅하면 로터 방적사에서 더 많은 넵이 발생하며, 저감도로 세팅하면(세팅1과 같이) 소면사에서 더 많은 넵이 발생한다. 따라서 표준비교를 위해서 링 방적사의 경우에는 3으로 세팅하고 로터 방적사의 경우에는 2

로 세팅한다.



<그림 15>

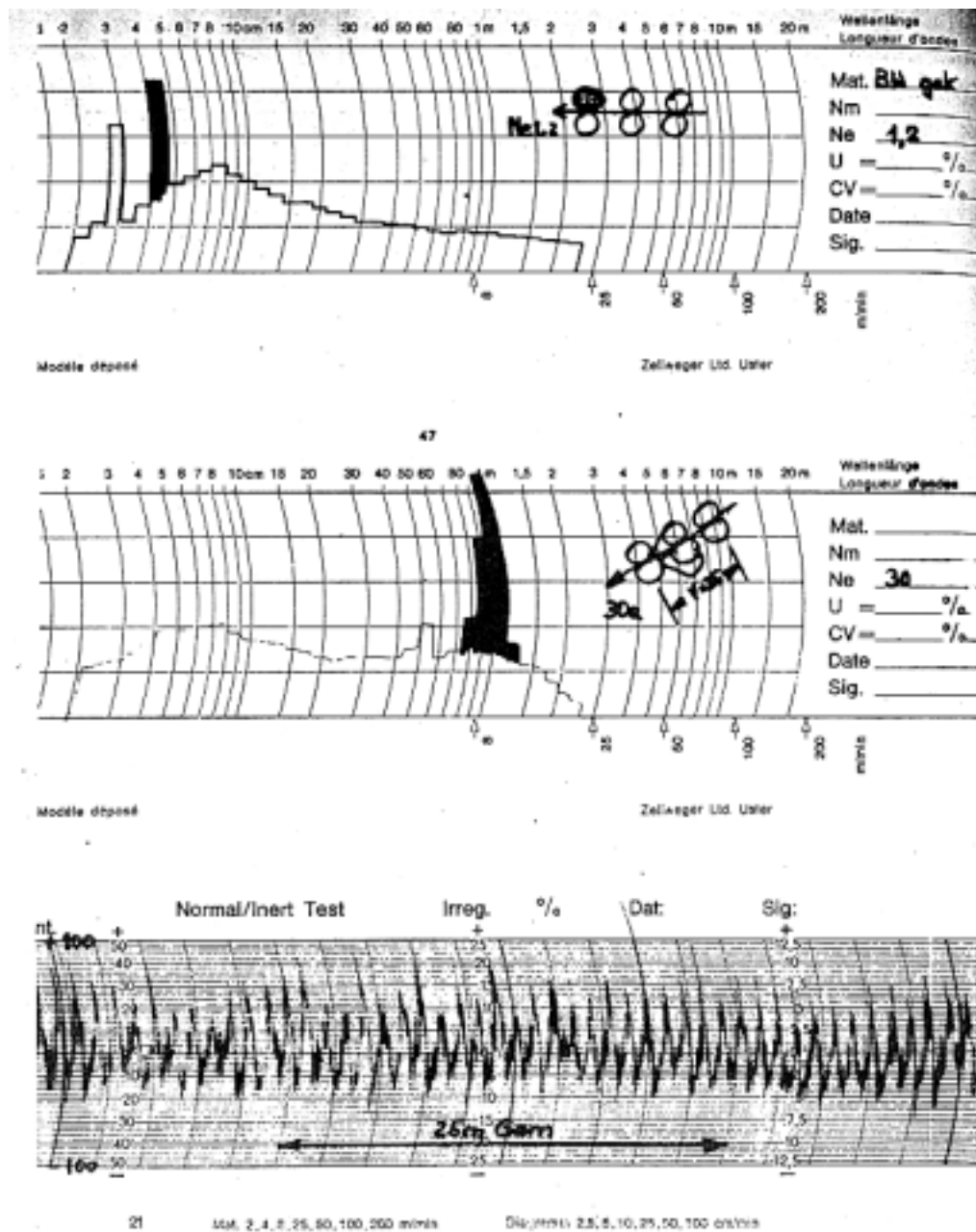


<그림 16>

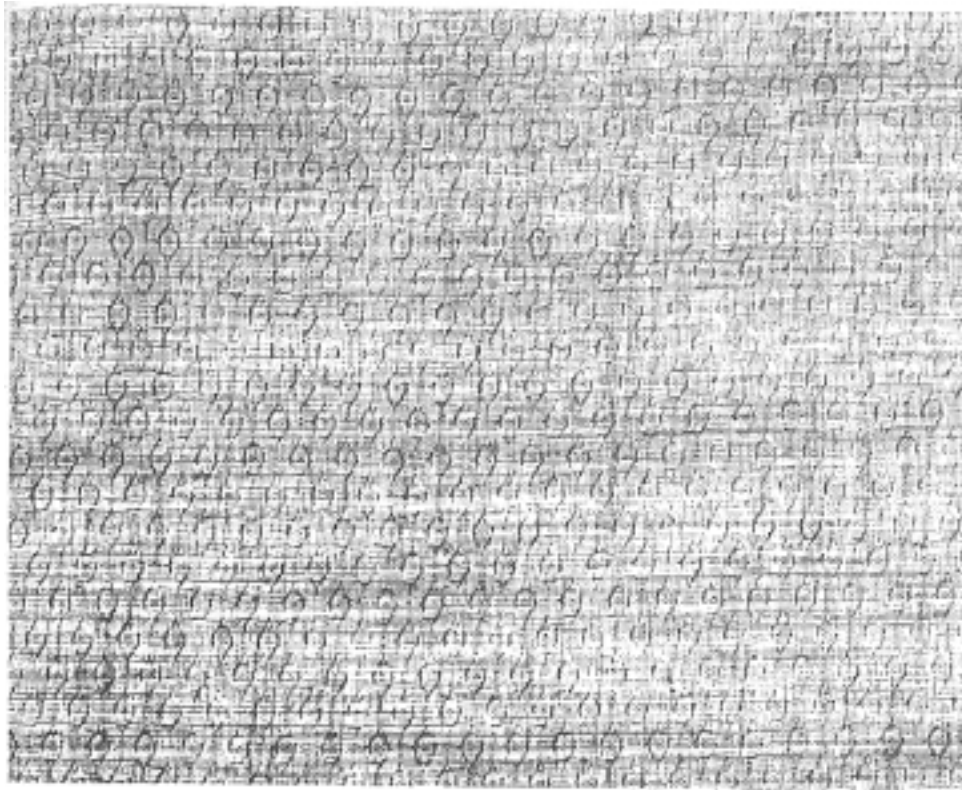
6. 기타 방적

<그림 17>을 보면 정방공정에서 드래프트비를 24로 한 후, 단주기 결점이 중주기 결점비한 것을 스펙트로그램상의 침니를 보고 쉽게 알 수 있고, 균제

도 차트를 보더라도 규칙적인 간격으로 일정한 상하운동을 볼 수 있다. 따라서 품질의 저하를 가져오는 주기적 변동이 있음을 알 수 있다. 스포츠셔츠용 면직물에서 그 같은 결점이 줄무늬로 나타난 예가 <그림 18>이다.



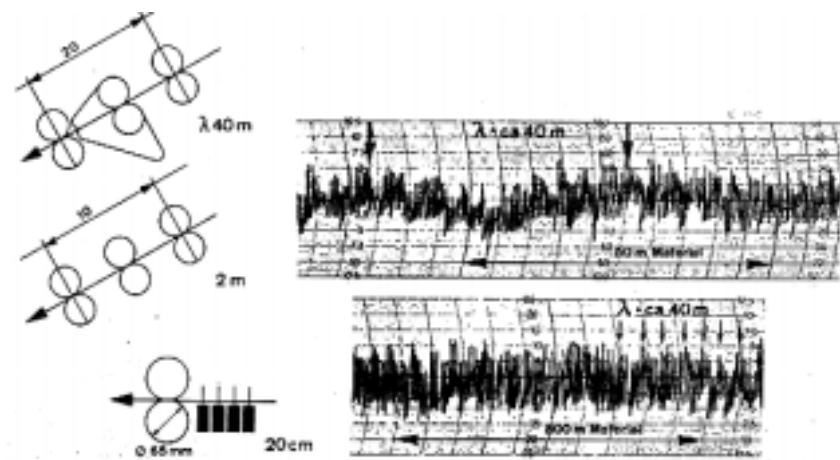
<그림 17>



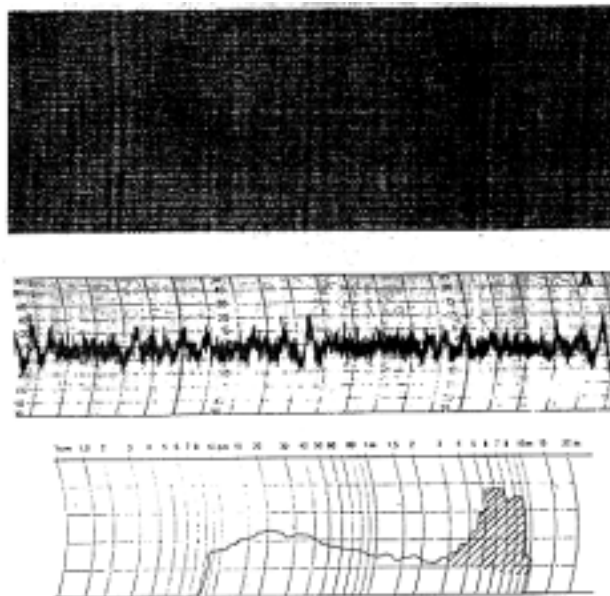
<그림 18>

<그림 19>는 소모방적의 예로, 균제도 차트를 보면 40m의 주기적 변동이 나타나는데 이것은 원래 길복스의 편심 드래프팅 롤러에 의해서 발생된 20cm정도의 주기적 결점이 조방공정에서 2m가 되고 정방공정에서 드래프트 비를 20으로 하여 40m가 된 것이다. <그림 20>은 약 5~8m의 광범위한 힐을 보이는 소모사를 예로 든 것으로 주기적 변동은 아니지만 변동이 너무 큰데 이는 길복스의 코움이 마모되었기 때문이다. 편 드래프터는 매우 섬세해서 니들이 녹슨다던지 구부러진다던지 또는 더러우면 그 작용에 나쁜 영향을 준다. 이 같은 변동은 더블링해도 완전히 제거되지 않는다. 이 그림에서 편성포를 보면 실의 굵고, 가는 부분을 명백히 볼 수 있다. <그림 21>은 4개의 콘덴서 테이프가 있는 방모기로서 맨 위의 것과 맨 밑의 것이 가운데 2개보다 균제도가 나쁘다. 이것은 웹의 가이드스(guidance)가 정확하지 않기 때문

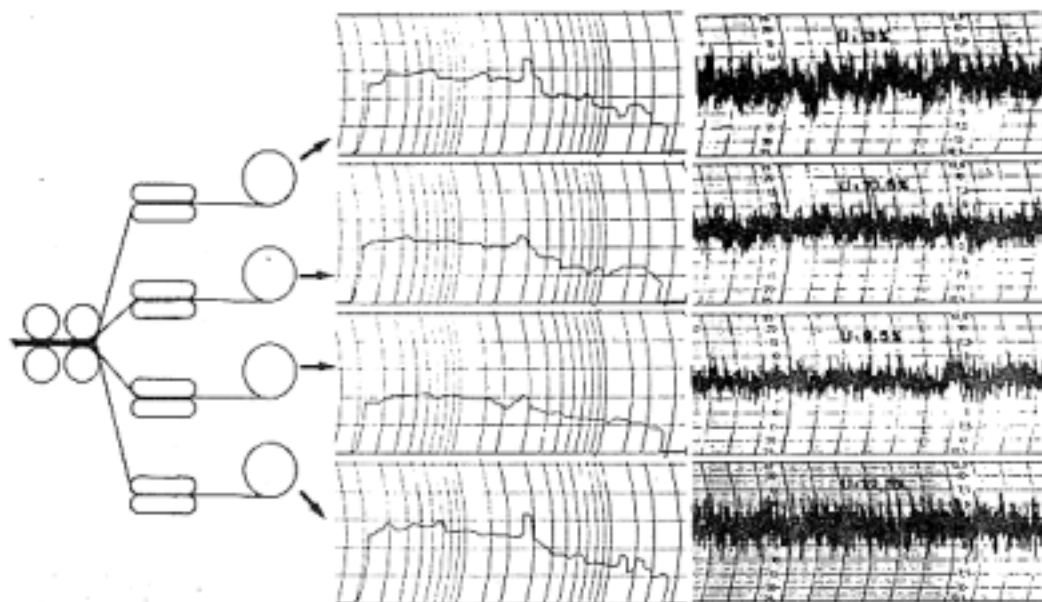
이다. <그림 22>는 전형적인 결점의 예를 보이는 것으로서 그 중 위의 그림은 조방기의 주 드래프팅 구간에서 섬유조절이 불완전해서 발생한 변동이 그 후의 정방에서 드래프트되어 1.5~2m로 변동주기가 길어진 것이고, 밑의 그림은 위의 경우와 매우 유사하나 그 발생장소가 핀 드래프터의 마지막 공정에서인데, 조방 및 정방을 거치는 동안에 길어진 것이다.



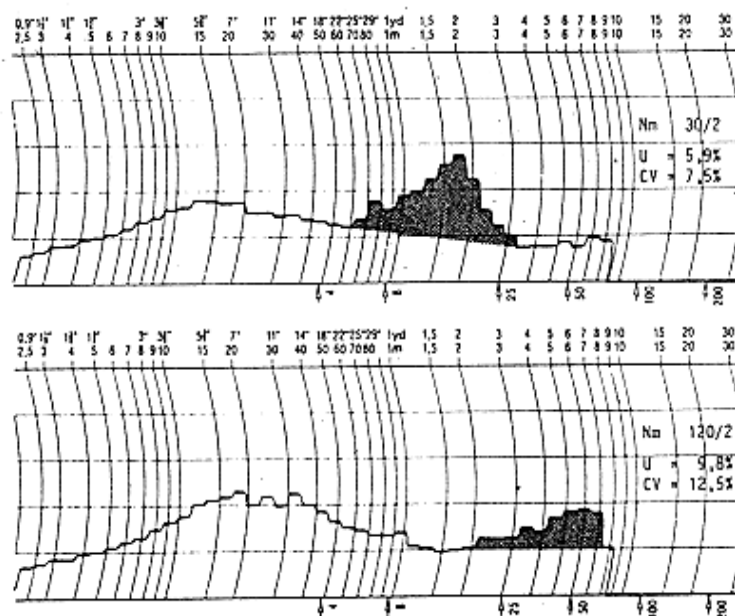
<그림 19>



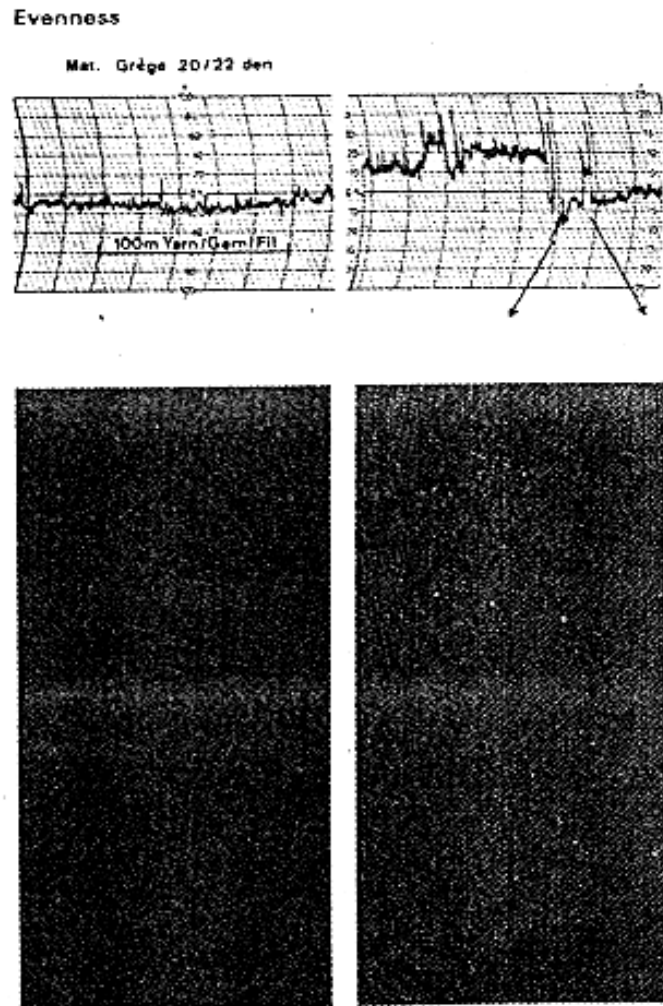
<그림 20>



<그림 21>

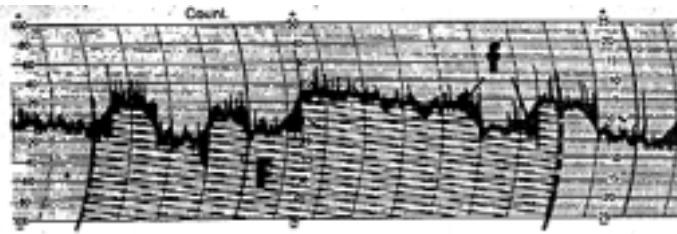


<그림 23>은 견방적의 경우로서 <23-A>는 매우 균일한 실과 불균일한 실의 품위 및 그에 해당하는 균제도 차트가 있어 그 변화를 쉽게 볼 수 있다. <23-B>는 특별히 고안된 적분기로 균제도를 계산한 것인데, 이렇게 구한 U%는 밑의 환산도표를 이용하여 등급 %로 쉽게 환산할 수 있다. <23-C>는 니트니스(Neatness) 및 클린니스(Cleanness)로 알려진 견사의 결점을 길이 및 단면 크기에 따라 구분한 것이다.

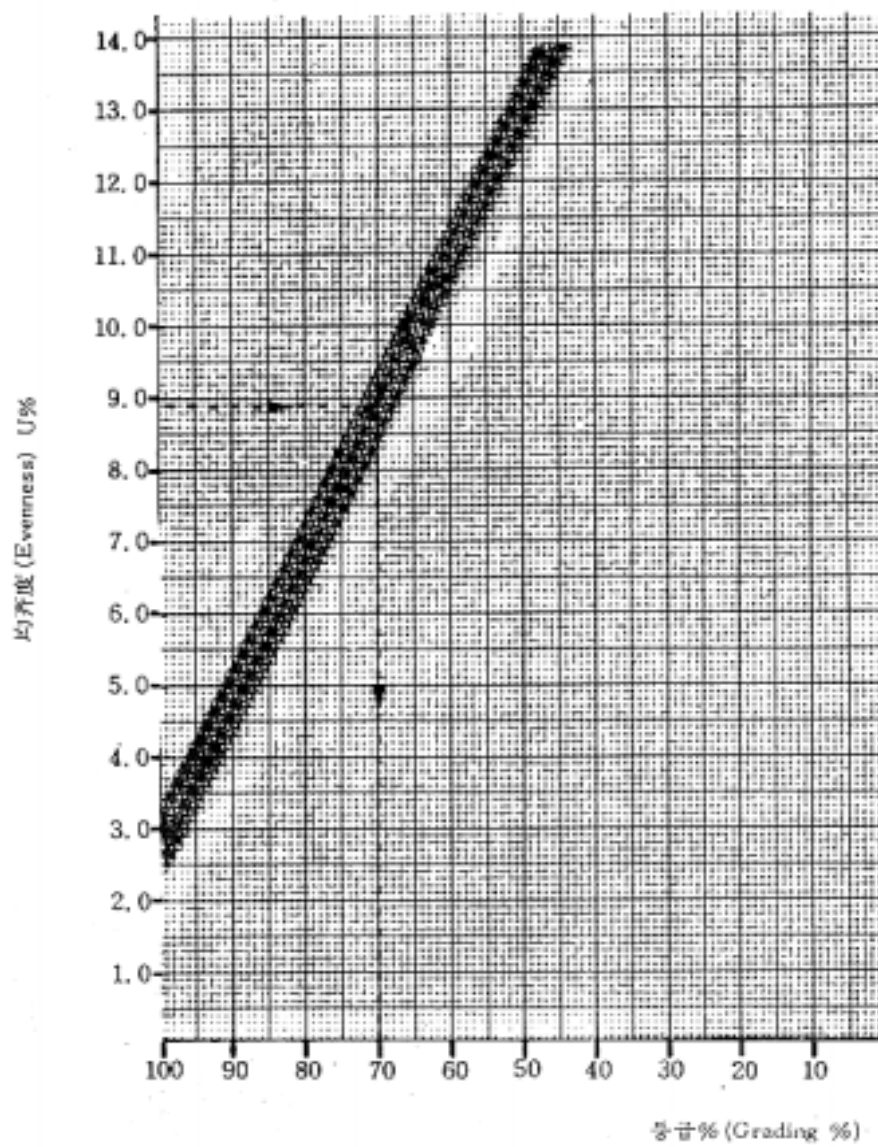


<그림 23-A>

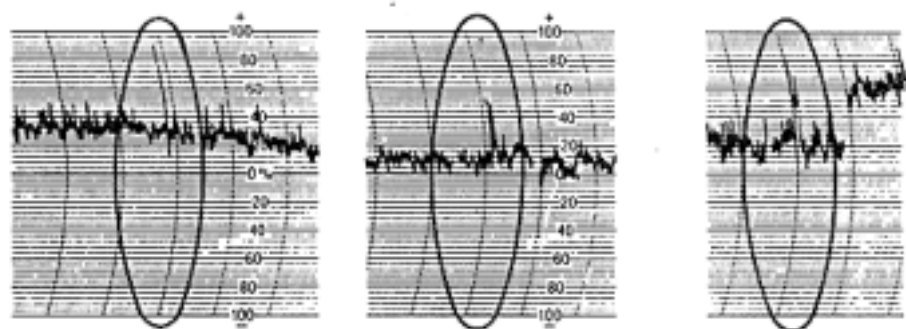
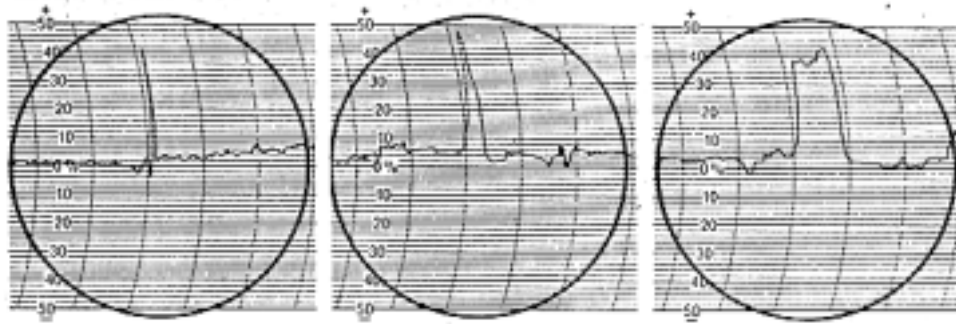
絹
(Raw Silk)



$$U\% = \frac{f}{L} \times 100$$



<그림 23-B>



네이트니스(Neatness)



클리니스(短) (Cleanness short)



클리니스(長) (Cleanness long)

<그림 23-C>