

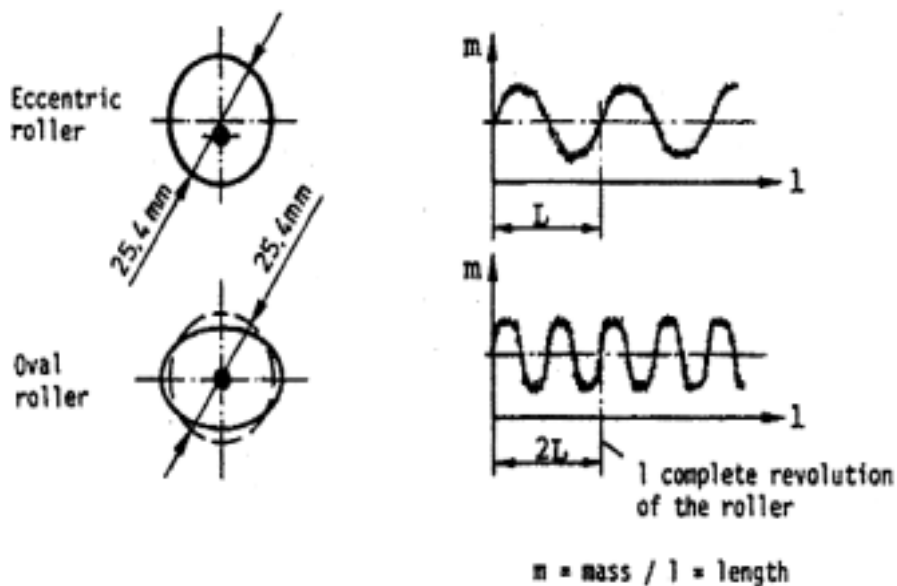
방적사의 균제도 특성과 관리(6)

4.5 기계 상태와 스펙트로그램

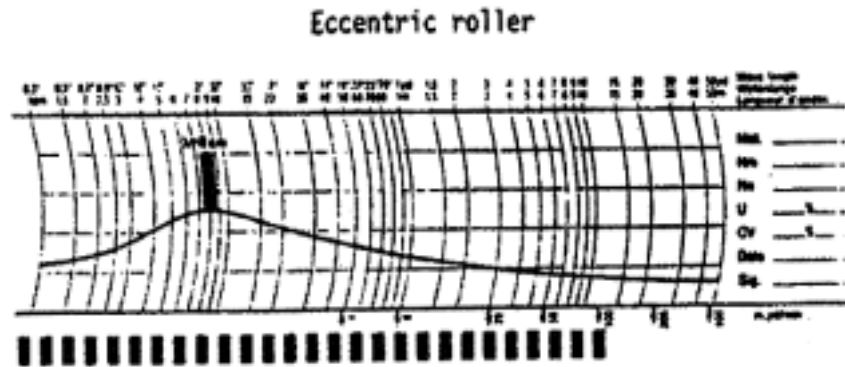
1) 타원형 샤프트와 스펙트로그램

편심 회전 롤러와 스펄에서는 매 1회전마다 1회씩 주기적 결점이 발생되지만, 마모가 심하고 잘못 연마된 롤러는 타원형이 될 수 있어 롤러 1회전당 결점이 두 번 발생된다.

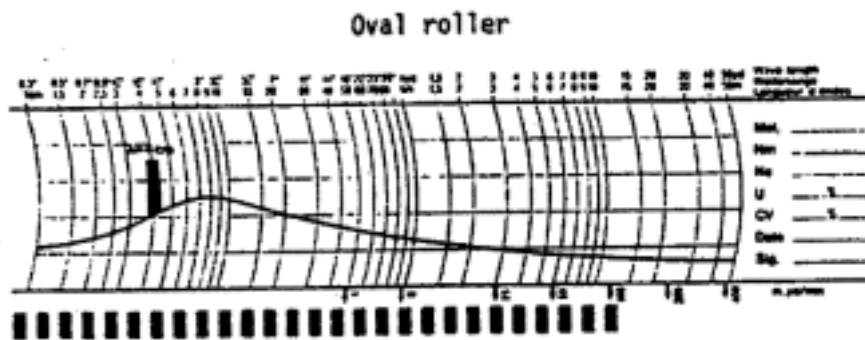
<그림 4.27>은 편심 및 타원형 롤러가 섬유집합체 선밀도 변동에 미치는 영향을 나타낸 것으로 편심 롤러는 사인곡선의 선밀도 변동을 초래하는데, 여기서 주기 L 은 롤러의 원주에 해당한다. 반면 타원형 롤러는 1회전시 사인곡선의 선밀도 변동이 2번 나타난다. 이와 같은 결점들이 링 정방기의 프린트 롤러에서 발생한다면 다음과 같은 스펙트로그램이 얻어진다.



<그림 4.27> 편심 및 타원형 롤러에 의한 주기적 선밀도 변동의 예



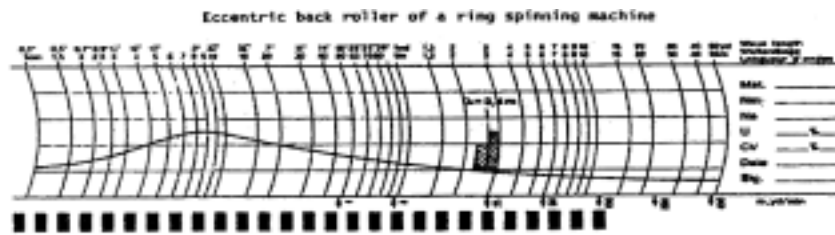
<그림 4.28> 편심 롤러에 의한 스펙트로그램



<그림 4.29> 타원형 롤러에 의한 스펙트로그램

롤러 직경이 25.4mm이고 롤러가 편심되어 있다면 스펙트로그램에서는 롤러 원주($2.54 \times \pi = 8\text{cm}$)와 같은 파장 위치에서 피크가 발생할 것이고, 롤러가 타원형으로 되어 있다면 이 원주의 절반($1/2 \times 2.54 \times \pi = 4\text{cm}$)위치에서 피크가 발생할 것이다(그림 4.28, 4.29).

한편 4.2절에서 언급한 바와 같이 스펙트로그램은 한정된 채널수로 구성되어 있는데, 주기적 결점이 2개의 채널 경계에 위치하면, 2개 채널 모두에서 피크로 나타날 것이다(그림 4.30). 이와 같은 결점이 최종제품에 미치는 영향을 알아보기 위해서는 분리된 두 개의 피크를 더해야 하고, 두 피크의 합에 대해 4.4절에서와 같은 분석기준이 적용되어야 한다.

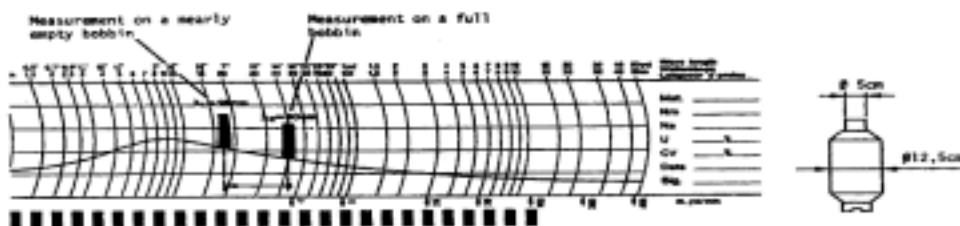


<그림 4.30> 링 정방기 백 롤러 편심에 의한 스펙트로그램

2) 주기적 결점 파장의 이동

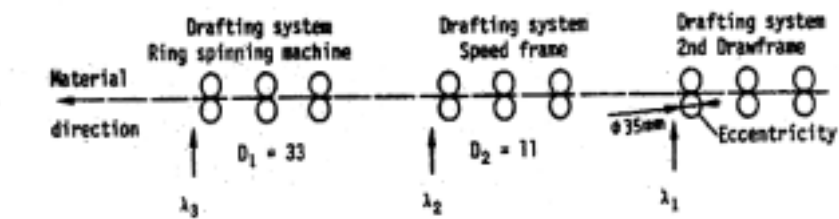
링 정방기와 조방기의 스핀들 결합 및 마모 베어링, 스핀들의 편심, 조방기 플라이어와 스핀들간의 편심 및 그 상태로 운전되는 정방 보빈의 경우 패키지 원주에 해당되는 파장의 선밀도 변동이 초래된다. 따라서 패키지로부터 조사가 더 많이 풀릴수록 스펙트로그램상에서의 피크는 점차 짧은 파장 쪽으로 이동한다. 조사가 패키지로부터 풀림에 따라 스펙트로그램의 피크가 점차 왼쪽으로 이동한다면, 이 현상은 위에서 언급한 결점과 관련된 것으로 드래프트 요소에 의해서 발생하는 현상은 아니다.

<그림 4.31>은 보빈 직경 5cm, 만관시 외경이 12.5cm인 조사에 대한 스펙트로그램을 나타낸 것이다. 만관상태 조사에서는 플라이어와 보빈 사이의 편심에 의해 $40\text{cm}(12.5 \times \pi \sim 40\text{cm})$ 의 파장위치에서, 빈 보빈과 근접한 조사에서는 약 $16\text{cm}(5 \times \pi \sim 16\text{cm})$ 의 파장 위치에서 스펙트로그램 피크가 나타났다.



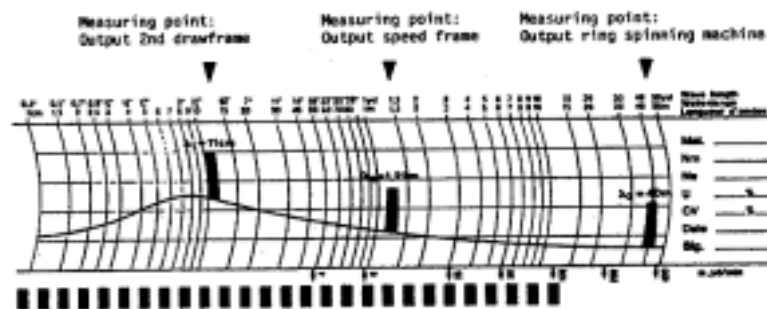
<그림 4.31> 조사 직경에 따른 스펙트로그램의 피크 변화

한편 방적공정 중 발생한 주기적 결점은 후속 드래프트 공정에 의해 그 결점 파장이 길러진다. 예를 들어 <그림 4.32>에서 보는 바와 같이 두번째 연조기의 프런트 롤러가 편심되어 있는 경우 그 이후 공정의 드래프트를 알면 실의 균제도 스펙트로그램에서 피크 위치를 계산할 수 있다



<그림 4.32> 연조기, 조방기 및 정방기의 드래프트 조건

두번째 연조기 프런트 롤러의 편심에 의해 연조 슬라이버에서는 파장 런트 롤러 때문에 조방기 및 정방기의 드래프트 장치를 거쳐 실에서는 $\lambda_3 = 40m$ 파장의 주기적 결점이 나타나게 된다(그림 4.33).

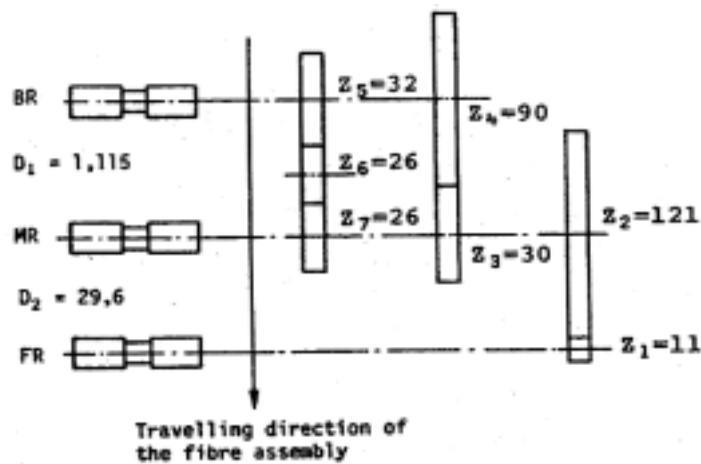


<그림 4.33> 드래프트 조건에 따른 사 스펙트로그램의 주기적 결점 파장

3) 정방기 드래프트 장치와 스펙트로그램

정방기에서의 결함 위치를 파악하기 위해서는 먼저 기어 배열상태를 알아야 한다. 구동장치에서 결함 위치를 파악하기 위해서는 때때로 계산을 필요

로 하지만, 그러한 결함 위치를 결정하는 것이 매우 어려운 일은 아니다. <그림 4.34>와 같은 예를 통해 결함 위치 파악을 위한 계산방법을 소개한다. 이 경우 백 롤러(BR), 미들 롤러(MR) 및 프런트 롤러(FR)의 직경은 각각 25.4mm, 23mm(샤프트 22m, 에이프런 1mm) 및 25.4mm이다.



<그림 4.34> 링 정방기 드래프트 장치의 기어 배열도

① 어떤 불순물에 의해 기어 Z_1 에 결함이 생기면 드로오복스의 프런트 롤러가 1회전할 때마다 주기적 결점이 야기된다 :

$$\lambda_1 = d_{FR} \times \pi = 2.54 \times \pi \quad 8\text{cm}$$

② 만일 기어 Z_2 에 결함이 있다면, 두 기어 Z_1 과 Z_2 의 치차수가 고려되어야 한다 :

$$\lambda_2 = \lambda_1 \times Z_2 / Z_1 = 8 \times 121 / 11 = 88\text{cm}$$

따라서 프런트 롤러는 이 결점의 반복되기까지 11번을 회전한다.

③ 만일 기어 Z_3 에 결함이 있는 경우, 주기적 결점 발생에 미치는 영향은 Z_2 에 의해 생기는 것과 동일한데, 이는 두 기어가 동일 샤프트에 놓여져 있기 때문이다.

④ 만일 기어 Z_4 에 결함이 있을 때 실에서 나타나는 주기적 결점의 파장

은 파장 λ_1 에 두 쌍의 기어 치차수 관련값을 곱한 만큼 배가되어야 한다.

$$\lambda_3 = \lambda_1 \times Z_2/Z_1 \times Z_4/Z_3 = 8 \times 121/11 \times 90/30 = 264\text{cm} = 2.64\text{m}$$

따라서 프런트 롤러는 기어 Z_4 에서 결함이 반복되기까지 33번을 회전한다. 기어 Z_4 의 결함은 백 롤러에 직접적으로 영향을 미치는데, 이는 동일 샤프트에 놓여져 있기 때문이다.

즉 백 롤러 결함에 의해 실에서 나타나는 주기적 결점의 파장은 기어 Z_4 의 결함이 프런트 롤러에 미치는 영향과 동일한 파장을 갖는다.

· 백 롤러의 원주 : $U_{BR} = d_{BR} \times \pi = 2.54 \times \pi \quad 8\text{cm}$

· 드래프트장치를 벗어날 때의 파장 :

$$\lambda_4 = U_{BR} \times V_{tot} = 8 \times 33 = 264\text{cm} = 2.64\text{m} \text{ (단, } V_{tot} = \text{총 드래프트)}$$

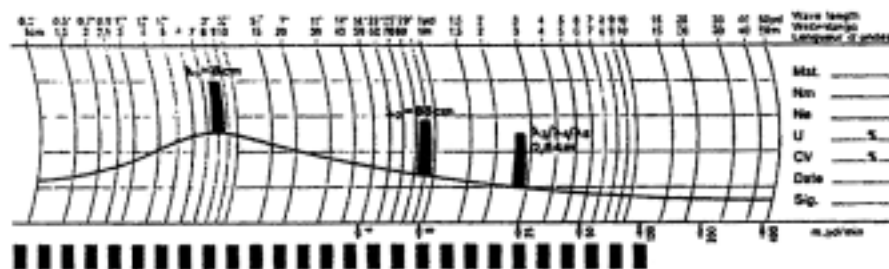
· 기어 Z_5 에 결함이 있으면 다음과 같이 미들 롤러(MR)에 영향을 미친다 (Z_4 와 Z_5 는 동일 샤프트 위에 있음):

$$\lambda_5' = U_{MR} \times Z_6/Z_7 \times Z_5/Z_6 = 2.3 \times \pi \times 26/26 \times 32/26 = 8.89\text{cm}$$

· 드래프트 장치를 벗어날 때의 파장 :

$$\lambda_5 = D_2 \times \lambda_5' = 29.6 \times 8.89 \quad 263\text{cm} = 2.63\text{m}$$

위에서 보는 바와 같이 기어 한 개에 결함이 있을 경우는 주기적 선밀도 변동이 하나 생긴다. 그러므로 한 롤러의 영향만을 계산하면 된다.



<그림 4.35> 드래프트 구동장치 결함에 따른 스펙트로그램

<그림 4.35>는 드래프트 구동장치 결함에 의한 모든 주기적 결점 파장을 나타낸 스펙트로그램이다.

4) 기계 진동에 의한 주기적 결점

방적공장 혹은 합섬공장에서는 매우 많은 기계부품이 회전하고 있는데, 만일 어떤 기계가 알맞은 속도로 설정되어 있지 않거나 기계를 설치한 기반이 불안정하여 진동이 발생한다면 드래프트 장치에 전달되어 파동(surge) 형태로 기계에 영향을 미친다. <그림 4.36>은 그러한 파동 예를 나타낸 것으로 기계 진동에 의한 실의 주기적 결점은 1,100m 정도에서 최대이고, 2,200m 정도에서 스펙트로그램으로는 거의 인식할 수 없는 값으로 감소한다. 따라서 만일 1개의 정방 보빈으로부터 1회 시험당 200m의 실을 측정할 때 이러한 파동효과를 나타내기 위해서는 적어도 같은 보빈에서 11번의 측정이 이루어져야 한다.

그러한 결점의 원인을 밝히는 것이 항상 쉬운 일은 아니지만 어느 기계 부위의 진동이 영향을 미치는가 하는 것은 파악되어야 한다. 만일 그러한 기계를 파악할 수 있다면 파동 주기를 알 수 있다. <그림 4.36>에서 보는 것과 같은 20m/min의 생산속도로 운전되고 있는 조방기의 프런트 롤러에 기계 진동이 영향을 미친다면 파동 주기로 운전되고 있는 조방기의 프런트 롤러에 기계 진동이 영향을 미친다면 파동 주기(t_s)는 다음과 같이 결정될 수 있다 :

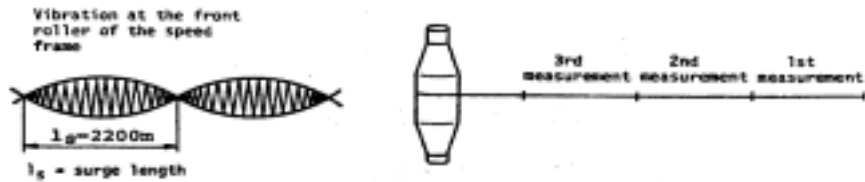
$$t_s = l_s / (V_{PSF} \times D_{RSM}) = 2200 / (20 \times 28) = 3.93 \text{분}$$

단, l_s = 파동 길이, V_{PSF} = 조방기(플라이어)의 생산속도,

D_{RSM} = 링 정방기에서의 드래프트

파동 시간 혹은 주기(t_s)를 계산하기 위해서는 파동 길이(l_s)를 진동의 원인이 되는 기계 생산속도(V_p)와 이후 공정의 드래프트로 나누어야 한다. 파동

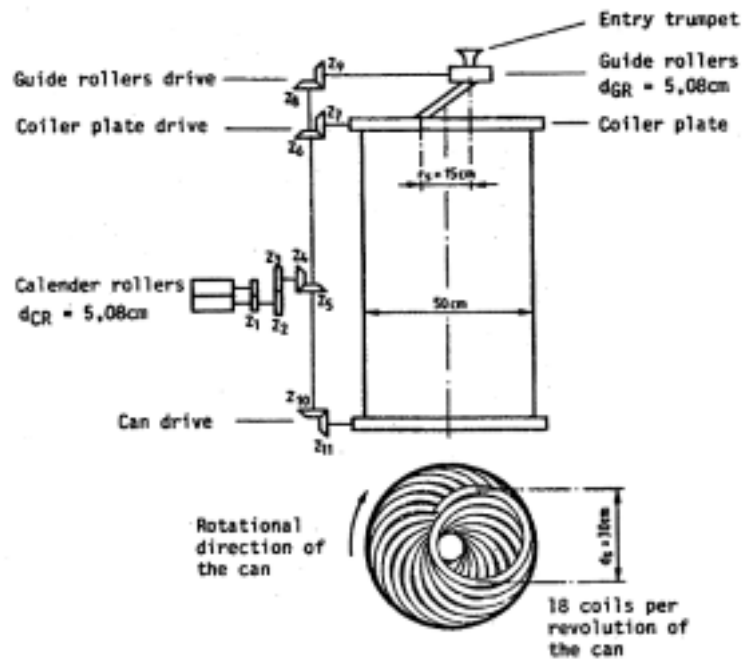
시간(ts)에 근거하면 결점 근원을 잘 파악할 수 있다.



<그림 4.36> 조방기 프런트 롤러의 진동이 방적사 품질에 미치는 영향

5) 슬라이버 코일링에 의한 주기적 결점

주기적 선밀도 변동은 소면기나 연조기의 회전부에 의해서 뿐만 아니라 슬라이버를 캔에 적치할 때에도 발생할 수 있다. <그림 4.37>은 캔과 소면기 회전부의 구동장치를 개략적으로 나타낸 것으로 기어 치차수는 $Z_2 = 33$, $Z_3 = 32$, $Z_4 \sim Z_{11} = 25$ 이다.



<그림 4.37> 캔과 소면기 회전부의 구동장치

① 가이드 롤러는 캘린더 롤러보다 약간 더 빠르게 회전

$$\therefore \text{장력 드래프트}(D_t, \text{ tension draft}) = Z_2/Z_3 = 33/32 = 1.03$$

② 코일러 플레이트는 평균 반경(r_s)이 15cm, 평균 직경(d_s)이 30cm인 코일을 만듦

$$\therefore \text{평균 코일 길이} = d_s \times \pi = 30 \times \pi = 94.25\text{cm}$$

③ 캔 1회전시 18 코일 생성

$$\therefore \text{캔 1회전시 코일 길이} = 18 \times 94.25 = 1697\text{cm} \quad 17\text{m}$$

④ 코일러 1회전시 가이드 롤러는 94.25cm의 슬라이버를 공급

$$\begin{aligned} \therefore \text{가이드 롤러의 회전속도} &= 94.25/(d_{GR} \times \pi) = 94.25/(5.08 \times \pi) \\ &= 5.9(\text{회전/코일러 1회전}) \end{aligned}$$

⑤ $Z_4 \sim Z_{11}$ 기어 또한 5.9(회전/코일러 1회전)의 속도를 가짐

$$\therefore 18 \times 5.9 = 106.2(\text{회전/캔 1회전})$$

위의 계산에 근거하여 슬라이버 코일링시 발생할 수 있는 주기적 결점의 유형에 따라 그 파장을 계산, 다음 표에 나타내었다 :

결점 유형	주기적 결점 파장	결점 원인
① 캔 1회전당 주기성	$\lambda_1 = 18d_s \times \pi \quad 1700\text{cm} = 17\text{m}$	기어 결함 또는 캔 구동장치 치차내 오염
② 캔 구동장치	$\lambda_2 = \lambda_1/106.2 \quad 16\text{cm}$	$Z_1 \sim Z_{11}$ 기어 결함 또는 치차내 오염
③ 코일러 1회전당 주기성	$\lambda_3 = d_s \times \pi \quad 94\text{cm}$	코일러 기어 결함, 치차내 오염, 캔이 너무 짝 찢을 때
④ 코일러 구동장치	$\lambda_4 = \lambda_3/5.9 \quad 16\text{cm}$	$Z_1 \sim Z_{11}$ 기어 결함 또는 치차내 오염
⑤ 가이드 롤러 1회전당 주기성	$\lambda_5 = d_{GR} \times \pi \quad 16\text{cm}$	편심, 롤러 결함, 오염
⑥ 캘린더 롤러 1회전당 주기성	$\begin{aligned} \lambda_6 &= d_{GR} \times \pi \times D_t \\ &= 5.08 \times \pi \times 1.03 \quad 16.6\text{cm} \end{aligned}$	편심, 롤러 결함, 오염

6) 드로오복스 결함에 의한 주기적 결점

방적공정에서의 주기적 결점은 주로 드로오복스의 편심 구동 혹은 타원형 롤러, 롤러 구동부 오염, 회전체 베어링 결함 또는 마모에 의해 발생한다. 여기에 언급된 결점의 원인들은 각 드래프트 영역에서 드래프트 결함을 초래한다(그림 4.38~4.41).

① 프런트 롤러 Z_2 (그림 4.40)가 편심 구동하면 Z_1 과 Z_2 에 의해 섬유집합체에 작용하는 힘이 일정하지 않고, 정현파 형태로 변화하여 드래프트 영역에서 정현파 형태의 드래프트 결함이 발생할 것이다(그림 4.38).

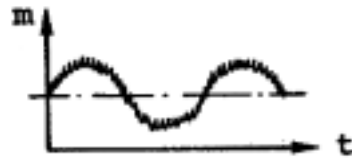
② 비록 롤러의 결함이 없을 때와 비교해 그 영향은 적지만 부분적으로 손상된 롤러는 단주기 드래프트 결점을 초래한다. 이러한 드래프트 결함은 정현파 형태가 아니고 임펄스 형태로 나타날 것이다(그림 4.39).

③ 기어의 편심구동에 의해 드래프트는 두 롤러 중심간 거리가 최대가 되기 직전 가장 작게 되는데, 이는 기어링 및 시스템의 탄성 영역내에서 이루어지는 회전운동이 롤러로 전달시 지연되는 경향이 있기 때문이다. 롤러간 최대 간격을 벗어나면 롤러는 더 빨리 회전한다. 이에 따라 기어의 편심운동이 정현파 형태의 드래프트 결함을 유발시키는 것으로 추정할 수 있다(그림 4.38).

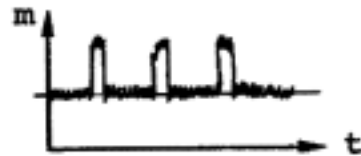
④ 결함이 있거나 오염된 기어, 그리고 손상된 베어링은 동일 유형의 드래프트 결함을 유발하는데, 이 경우는 드래프트 결함이 일반적으로 정현파 형태가 아니라는 점이 특징이다. 구동 기어 휠의 톱니에 결함이 있으면 매우 짧은 시간 동안, 즉 결함이 있는 톱니가 맞물려 있는 동안에만 드래프트 결함이 유발될 것이다. 또한 기어 휠의 한 톱니에 오염물이 꼭 차 있는 경우에도 같은 결과를 초래할 것이다(그림 4.39).

⑤ 길복스내 길(gill)의 부분적인 손상, 그리고 먼 및 소모용 카드 침포의

부분적 손상이 있으면 비정현파, 임펄스 형태의 드래프트 결함이 유발된다 (그림 4.39).

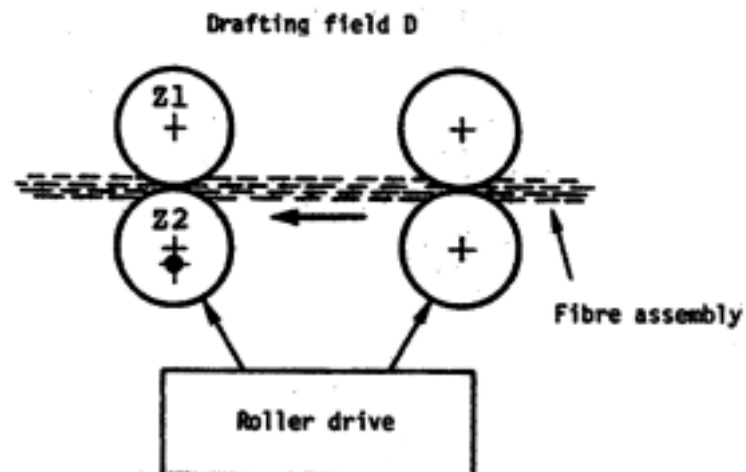


<그림 4.38>

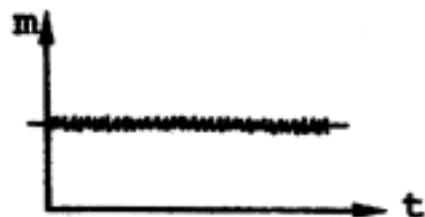


<그림 4.39>

⑥ 드로오복스의 부적절한 롤러 간격(래치) 세팅은 4.6절에서 언급한 바와 같이 드래프트 파를 초래한다.



Course of the mass variation at the input of the drawbox.



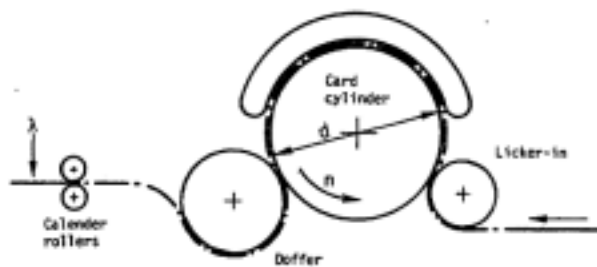
<그림 4.38~4.41> 드로오복스 결함이 선밀도 변동에 미치는 영향

7) 생산 및 회전속도에 의한 주기적 결점

소면기를 예로 들어 생산속도 및 회전속도에 의한 주기적 형태의 결점이 어떻게 나타났는지를 알아 보았다. 결함 회전체(예 : 카드 실린더)의 회전속도 및 생산속도를 알고 있다면 기계 결함에 의한 주기적 결점 파장(λ)은 다음과 같이 계산할 수 있다 :

$$\lambda = \text{원주} \times \text{드래프트} = d \cdot \pi \cdot \frac{V_p}{d \cdot \pi \cdot n} = \frac{d \cdot \pi \cdot V_p}{d \cdot \pi \cdot n} = \frac{V_p}{n}$$

단, λ = 소면 슬라이버의 주기적 결점의 파장(m), d = 결함 회전체의 직경(m), V_p = 생산속도(m/min), n = 결함 회전체의 회전속도(rpm)



<그림 4.42> 소면기 개략도

(예) 침포가 부분적으로 손상된 카드 실린더를 400rpm으로 회전시키고, 생산속도를 92m/min로 할 때 카드 실린더에 의한 소면 슬라이버의 주기적 선 밀도 변도의 파장은 얼마인가?

$$\lambda = \frac{V_p}{n} = \frac{92}{400} = 0.23\text{m}$$

일반적으로는 스펙트로그램 및 생산속도에 의해 기계 결함부위를 파악하게 되는데, 기계 결함부위의 회전속도는 다음 식으로 계산할 수 있다 :

$$n = \frac{V_p}{\lambda}$$

단, n = 기계 결합부위의 회전속도(rpm), V_p = 생산속도(m/min)

λ = 제품의 주기적 결점의 파장(m)

4.6 동일 파장의 주기적 선밀도 변동이 두개 이상 존재할 경우

방적공저에서는 동일 파장의 선밀도 변동을 갖는 둘 이상의 섬유집합체가 하나로 합쳐지게 되는 경우가 많은데, 몇 가지 예를 들면 다음과 같다 :

- 주기적 결점이 같은 두 가닥 혹은 그 이상의 실로 된 합연사
- 부정확한 소면기 운전으로 제조된 두 가닥 혹은 그 이상의 소면 슬라이버들이 동일한 연조기에서 더블링되는 경우
- 부정확한 연조기 운전으로 제조된 두 가닥 혹은 그 이상의 연조 슬라이버들이 다음 연조 패시지에서 다시 더블링되는 경우
- 부정확한 정소면기 운전으로 제조된 두 가닥 혹은 그 이상의 정소면 슬라이버들이 동일한 연조기에서 처리되는 경우
- 동일한 소모 카드기에서의 부정확한 운전으로 제조된 두 가닥 혹은 그 이상의 슬라이버들이 동일한 길복스에서 최종적으로 더블링되는 경우

<그림 4.43>은 정현파 형태의 선밀도 변동을 갖는 두가닥의 슬라이버를 더블링한 후, 슬라이버 선밀도 변동과 관련된 세가지 결점 유형을 고찰한 것으로 일반적으로 더블링된 슬라이버가 하나의 섬유집합체로 만들어진 것인지 혹은 몇 개의 섬유집합체로 만들어진 것인지에 대해서 스펙트로그램으로는 알 수 없다.

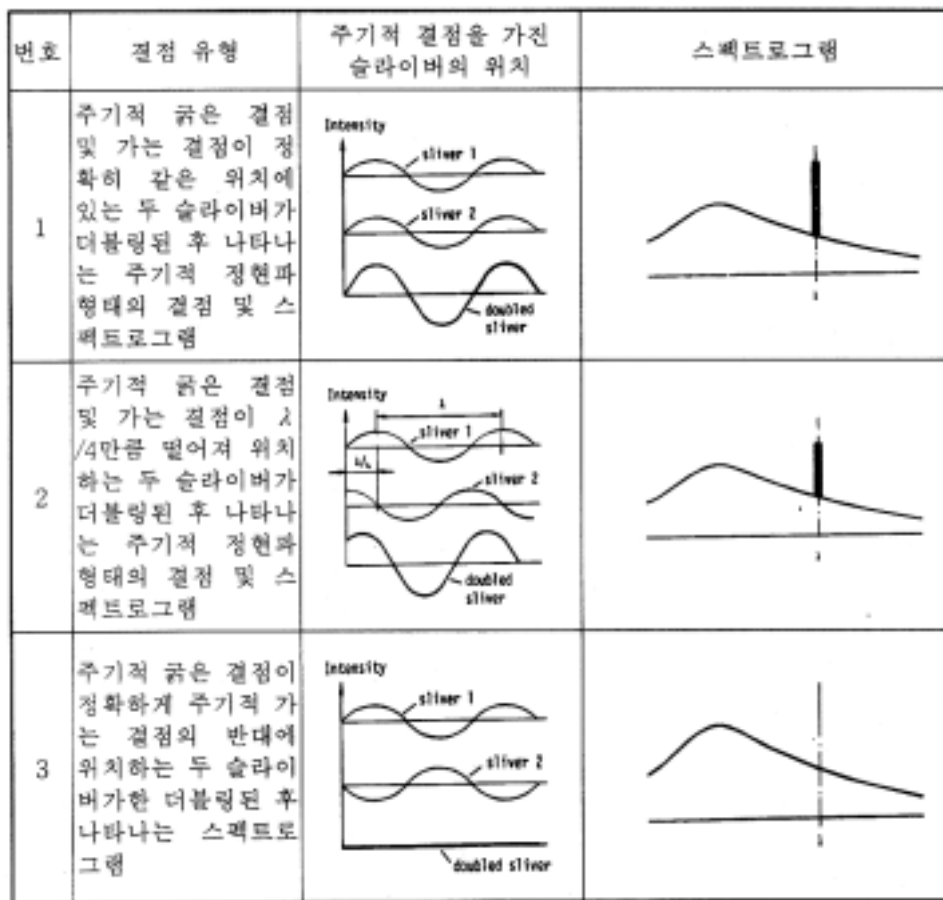
4.6.1 정현파 형태 결점의 스펙트로그램

<그림 4.43>의 1과 같은 경우에는 더블링된 슬라이버의 주기적 선밀도 변

동이 다시 정현파 형태를 나타내고, 그 변동의 크기는 두배가 된다. 이 경우 슬라이버 중량은 두배가 되지만 스펙트로그램에서는 한가닥 슬라이버의 경우와 마찬가지로 동일 파장 λ 에서 동일 세기의 주기적 결점이 나타난다.

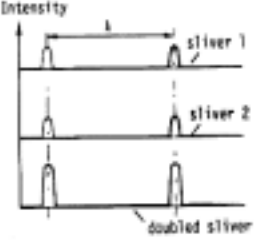
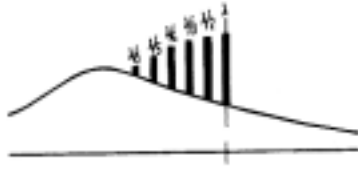
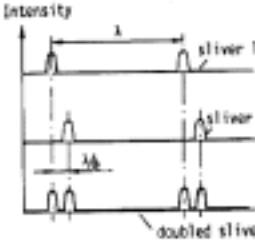
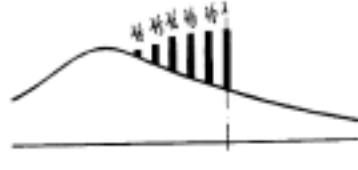
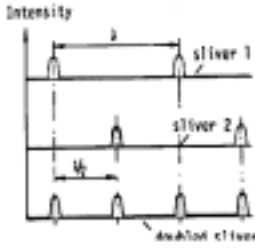
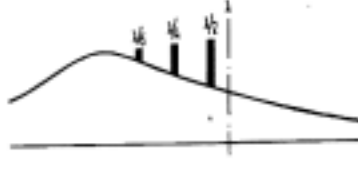
<그림 4.43>의 2는 스펙트로그램에서 파장 λ 의 주기적 결점이 나타난 경우로서, 더블링된 슬라이버 선밀도 변동이 다시 정현파 형태로 나타나지만, 1의 경우에 비해 그 세기가 약하다.

<그림 4.43>의 3은 주기적 선밀도 변동이 서로 상쇄된 경우로 스펙트로그램에서 주기적 결점은 나타나지 않는다. 그러나 두 슬라이버 선밀도 변동이 서로 상쇄될 확률은 매우 희박하다.



<그림 4.43> 정현파 형태의 주기적 선밀도 변동과 스펙트로그램

비정현 형태의 선밀도 변동에 대해서도 고려해 볼 수 있는데, 그러한 경우에는 상부 조파(upper harmonics) 발생을 고려해야 한다.

번호	결점 유형	주기적 결점을 가진 슬라이버의 위치	스펙트로그램
4	주기적 굵은 결점이 정확히 같은 위치에 있는 두 슬라이버가 더블링된 후 나타나는 주기적 임펄스 형태의 결점 및 스펙트로그램		
5	주기적 굵은 결점이 $\lambda/8$ 만큼 떨어져 위치하는 두 슬라이버가 더블링된 후 나타나는 주기적 임펄스 형태의 결점 및 스펙트로그램		
6	주기적 굵은 결점이 $\lambda/2$ 만큼 떨어져 위치하는 두 슬라이버가 더블링된 후 나타나는 주기적 임펄스 형태의 결점 및 스펙트로그램		

<그림 4.44> 임펄스 형태의 주기적 선밀도 변동과 스펙트로그램

4.6.2 임펄스 형태 결점의 스펙트로그램

<그림 4.44>의 세가지 경우는 동일 파장의 임펄스 선밀도 변동을 보이는

두가닥의 슬라이버에 대한 것으로, 짧고 굵은 결점은 굵은 결점간 거리 λ 에서 반복해 발생하는 것으로 간주한다.

<그림 4.44>의 4는 더블링된 슬라이버 선밀도 변동의 크기가 두 배가 된 경우이다. 이 경우 슬라이버 중량은 두 배가 되지만, 스펙트로그램에서는 한가닥의 슬라이버인 경우와 마찬가지로 기본파(파장 : λ), 모든 홀수 및 짝수 조파의 파장 위치에서 결점이 나타난다. 그러나 4의 경우에 비해서는 스펙트로그램 피크 크기가 약간 작다.

<그림 4.44>의 6은 더블링된 슬라이버 선밀도 변동 파장이 $\lambda/2$ 가 되는 경우로 기본파(파장 : $\lambda/2$)와 짝수조파(파장 : $\lambda/4, \lambda/6, \lambda/8$ 등)의 파장 위치에서 주기적 결점이 나타난다. 그러나 실제로 6과 같은 경우가 발생할 가능성은 매우 낮다. 최종 제품에서는 $\lambda/2$ (슬라이버인 경우, 이 길이는 이후 공정의 드래프트와 곱해져야 함) 위치에서 주기적 결점이 나타날 것이기 때문에 직물 혹은 편성물에서의 결점 발생 예측은 정확히 이루어질 수 있다.

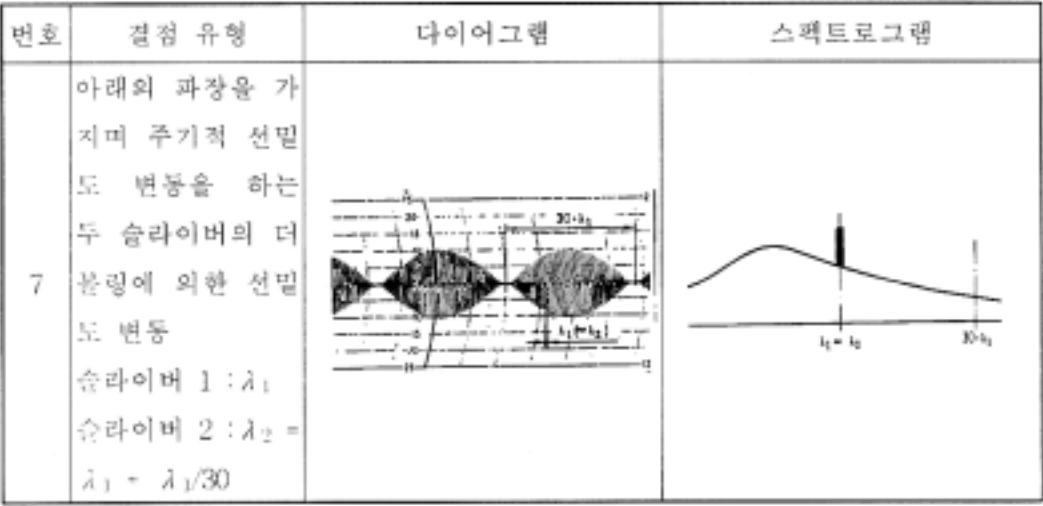
4.6.3 파장이 약간 다른 두 가지 주기적 결점에 대한 스펙트로그램

부적절한 연조기로 제조한 두 가닥의 슬라이버를 2차 연조기에 재공급하면 주기적 결점을 보일 수 있으며, 그로 인해 발생한 결점들은 파장에서만 약간의 차이를 보이게 될 것이다. 그러한 차이는 코일 반경 차이, 슬라이버를 캔에 지나치게 많이 채운 경우, 캔에 있는 슬라이버 재인출시 드래프트 불량 등에 의해 나타날 수 있다. 이것은 4.16절의 기계 진동에 대해 설명한 바와 같은 파동(surge)을 유발할 수 있다.

<그림 4.45>의 7은 파장이 $\lambda/30$ 만큼 차이가 있는 두 가닥의 슬라이버를 더블링한 경우의 선밀도 변동 다이어그램 및 스펙트로그램을 나타낸 것이다.

이 경우 $\lambda_1(\approx \lambda_2)$ 에서 피크가 하나 발생하고, 피크의 높이는 주기적 결점

의 세기에 비례한다. $30 \times \lambda_1$ 파장에서의 결점은 실제 주기성이 없어 스펙트로그램에서는 피크로 나타나지 않을 것이다.



<그림 4.45> 주기적 파동 형태의 결점

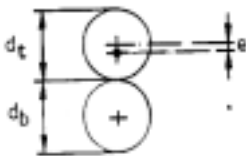
4.7 주기적 결점과 U% 및 CV%

드로오복스내 섬유 가이드부의 손상으로 인한 주기적 선밀도 변동이 U% 및 CV%에 미치는 영향을 계산할 수 있다.

편심 톱 롤러는 다음과 같이 부가적인 불균제를 발생시킨다 :

$$\Delta CV = 0.707(D-1) \frac{2e}{d_t + d_b}$$

단, ΔCV = 톱 롤러의 편심으로 인해 발생된 CV, D = 드래프트, e = 편심율
 d_t = 톱 롤러의 직경, d_b = 보텀 롤러의 직경



유사한 방법으로 보텀 롤러에 대한 영향도 계산할 수 있다.

$$\Delta CV = 0.707[1 + (D-1) \cdot \frac{d_b}{d_b + d_t}] \cdot \frac{2e}{d_b}$$

(※ 위의 두 식에서 U-Calculator로 계산하는 경우, 0.707 대신 0.637을 이용)

주기적 결점의 ΔCV 는 다음 식과 같이 완전 섬유집합체(perfect fiber assembly)의 한계불균제에 2차식 형태로 부가된다.

$$CV_{TOT} = \sqrt{CV^2 + \Delta CV^2}$$

(예) 주기적 결점이 없는 Nm 35 양모 소모사의 CV%가 14.5이다. 만일 프런트 톱 롤러의 편심율이 0.5%라면 CV%는 얼마만큼 증가할 것인가?(단, 프런트 톱 롤러 직경(d_t) = 보텀 롤러 직경(d_b)=40mm, 드래프트(D) = 17)

$$\Delta CV = 0.707(D-1) \cdot \frac{2e}{d_t} \cdot \frac{d_t}{d_t + d_b} = 0.707 \cdot 16 \cdot \frac{1}{40} \cdot \frac{1}{2} = 0.141 = 14.1\%$$

$$\text{전체 불균제도} : CV_{TOT} = \sqrt{CV^2 + \Delta CV^2} = \sqrt{14.5^2 + 14.1^2} = 20.23\%$$

따라서 프런트 톱 롤러의 편심에 의해 실의 전체 불균제도는 5.73%(=20.23-14.50)만큼 더 나빠진다고 할 수 있다.