

연조공정이 방적사균제도에 미치는 영향(I-3)

III. 실제적인 연조기의 균제작용

II장에서 슬라이버 불균제도에 대한 더블링과 드래프팅의 영향이 이론적 관점에서 설명되었다. 이론적 모델의 원칙적인 양상은 어떤 특정된 불균제도의 크기는 더블링에 의하여 감소되고 그 파장은 드래프팅에 의하여 신장되는 것이다. III장에서는 어떻게 하여 이론적 모델이 현재의 공정기계에서 얻어진 실제적인 결과와 비교될 수 있는가를 보인다.

두 가지 실험을 통하여 이론적 모델을 슬라이버와 로빙에 대한 측정치와 비교시험하여 설명하였다. 첫째 실험에서, 1차 연조슬라이버의 스펙트로그램을 예측했다.

그리고는 2차 연조슬라이버의 스펙트로그램을 측정하여 예측치와 비교했다. 1차 연조슬라이버의 잠재불균제도는 원래의 본성 때문에 이 슬라이버로 측정하지 못하지만 그 일부가 드래프팅에 의하여 드러나게 되므로 2차 연조슬라이버에서 측정가능하게 된다.

두번째 실험은 잠재불균제도의 영역인 짧은 파장에서 이 이론의 정당성을 구명하는 것이다. 이것을 하기 위하여, 짧은 파장의 “트레이서”불균제도(tracer irregularity)를 정상적인 방적공정의 슬라이버에 부가시킨다. 이것은 드래프팅에 의하여 나타나며 이에 따른 불균제도는, 트레이서 불균제도가 “들어있는” 슬라이버와 “들어있지 않은” 슬라이버로부터 생산된 로우빙들의 스펙트로그램을 비교함으로써 로우빙에서 측정된다.

2차 연조기에서의 더블링과 드래프팅의 영향은, 공급슬라이버에 가해진 트레이서 불균제도가 드러난 로우빙의 스펙트로그램을 송출슬라이버에 가해진 트레이서불균제도의 그것과 비교함으로써 설명된다.

시험방법

슬라이버와 로우빙은 홈파진 로울러 사이에서 가압하여 재료 단면적의 윤곽을 알 수 있게 한 Gaydon시험기(Wira Roving Levelness Tester)로 측정했다.

이 윤곽은 슬라이버 또는 로우빙의 함수량과 모양에 거의 영향을 받지 않는다. 윤곽의 높이는 일정한 간격으로 읽어져서 구멍뚫린 종이테이프에 연속적으로 기록된다.

테이프 기록의 분석은 이 목적을 위하여, 셔얼리연구소에서 필자들이 개발한 프로그램에 의하여 만체스터대학의 애틀래스컴퓨터로 행하였다. 분석결과는 각 시험에 대한 상대분산 스펙트로그램과 총 상대 분사치를 제공한다.

실 험 A

미면의 1차 연조슬라이버를, 셔얼리 연구소의 Globe연조기의 공급부에서 6겹 더블링 되기 전 채취하여 시험했다. 연조기는 공칭 드래프트 6으로 300ft/min의 송출속도로 운전되었다. 송출슬라이버는 위에서 설명한 것과 같이 채취하여 시험했다.

예측된 2차 연조슬라이버의 스펙트로그램으로부터 그 높이를 인수 6으로 축소시키고 각 파장을 6배로 늘여서 얻었다. 이 예측스펙트로그램은 2차 연조기에서 실제로 송출된 슬라이버의 스펙트로그램과 비교했는데 이 둘 곡선을 동일한 그래프상에 그려서 했다.

실 험 B

시험용 슬라이버는 셔얼리연구소 회원공장의 8태 카드기에서 수집한 것이

었다. 이 슬라이버는 동연구소에서 SACM연조기 공급부에서 더블링한 후 드래프팅을 거쳐 다시 SACM연조기에서 2차 통과했다. 완성슬라이버는 공장에 다시 보내어 로우빙을 만들기 위하여 MS2 조방기를 거치게 했다.

트레이서 불균제도는 필요할 때 연구소에서 가해주었다. 이를 위하여 코일러에 별도의 모터로 움직이는 특수한 $\frac{2}{2}$ 드래프팅장치를 설치하였다. 트레이서 불균제도를 슬라이버에 가해주기 전, 1차 또는 2차 연조슬라이버를 뒤집어 줌으로써 완성 연조기와 조방기에서 드래프팅되는 슬라이버의 방향이 전 실험을 통하여 일정하게 유지되도록 했다. 슬라이버를 다시 코일링하여 다음 기계에 공급하기 위하여 필요한 방향을 정했다. 로우빙을 준비하기 위하여 이 실험에 사용한 3가지 공정방법을 표III-1에 보인다.

표III-1

	조 작	供給 가닥수	공칭 드래프트
공정 1			
정상 방적 공정	1 차 연조기	8	8.23
	2 차 연조기	6	6.2
	조방기	1	5
공정 2			
2 차 연조 슬라이버에	1 차 연조기	8	7.4
트레이서 불균제도를	2 차 연조기	6	5.52
가한 것	슬라이버 방향 바꿈	—	—
	불균제도 부가	1	1.25
	조방기	1	5
공정 3			
1 차 연조 슬라이버에	1 차 연조기	8	7.4
트레이서 불균제도를	슬라이버 방향 바꿈	—	—
가한 것	불균제도 부가	1	1.25
	2 차 연조기	6	5.52
	조방기	1	5

조방기 스피들간의 성능 차이는 생산되는 로우빙의 불균제도에 차이를 만든다. 이 차이는 각 공정방법에서 여러 개의 상이한, 임의로 선택한 스피들

로부터 방출된 로우빙들을 시험함으로써 최소화시켰다. 이들 로우빙의 스펙트로그램들은 각 공정방법의 대표적인 스펙트로그램을 얻기 위하여 파장별로 평균하였다. 총불균제도 값의 평균의 표준편차를 구했다. 트레이서 불균제도에 의한 상대분산 측정치의 정확성을 추정하기 위하여 공정 2와 3의 각 로우빙에 대한 기여량을 따로 계산했다. 총 불균제도 값에서와 같이 이 기여량을 평균하였으며 평균의 표준편차도 계산했다.

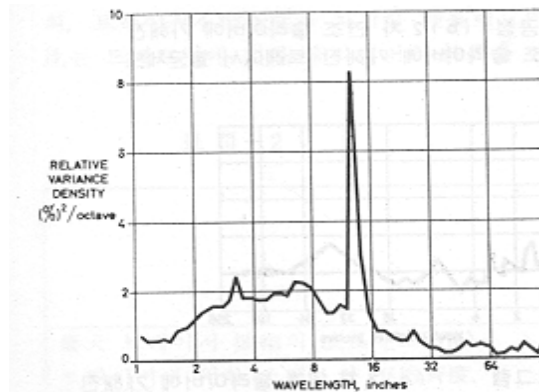
결과 및 검토

실 험 A

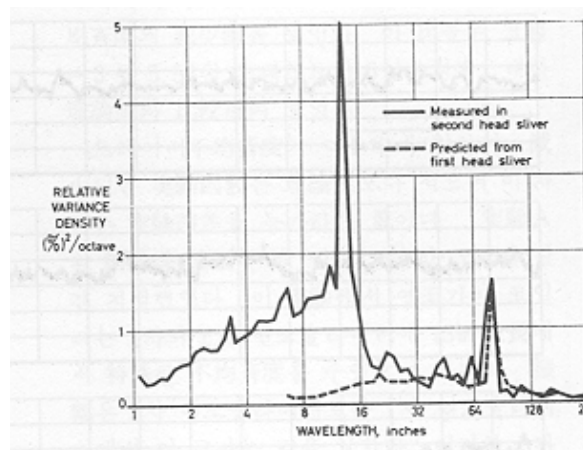
파장 약 32in 이상에서 예측불균제도 스펙트럼은 측정된 스펙트럼과 잘 일치하고 있다. 이것은 주로, 이 지역이 공급슬라이버 불균제도의 잘 현상화된 약 5in 이상의 부분에 해당하기 때문이다. 이 파장 아래의 불균제도는 잠재 불균제도의 영역에 놓이게 되며, 결과적으로 예측을 위한 기초가 되는 그림 III-1의 공급슬라이버 스펙트로그램에서 과소추정된다. 이 영향에 부가하여, 연조기에서 비이상적 드래프팅에 의하여 부가된 불균제도는 주로 이 부분, 대체로 송출슬라이버의 약 8in 이하에 들어간다.

그림III-2에서 13in 파장의 피크는 코일러 1회전 동안 송출된 슬라이버의 길이에 해당한다.

그림III-1의 스펙트로그램에서 13in 파장의 피크 역시 연조기 코일러 1회전 동안 송출된 슬라이버의 길이에 해당된다. 보통 슬라이버를 용량게이지형 장치를 사용하여 시험할 때는, 이와 같은 피크는 슬라이버의 단면형태에 대한 측정장치의 민감성에 기인하여, 가짜인 것이 있다. 그러나 위의 경우에는 그 피크가 그림III-2에 보인 이론적 예측과 잘 부합되는 파장과 진폭으로 드래프트된 슬라이버의 스펙트로그램에 나타난다.



그림III-1. 1차 연조슬라이버 불균제도의 스펙트로그램

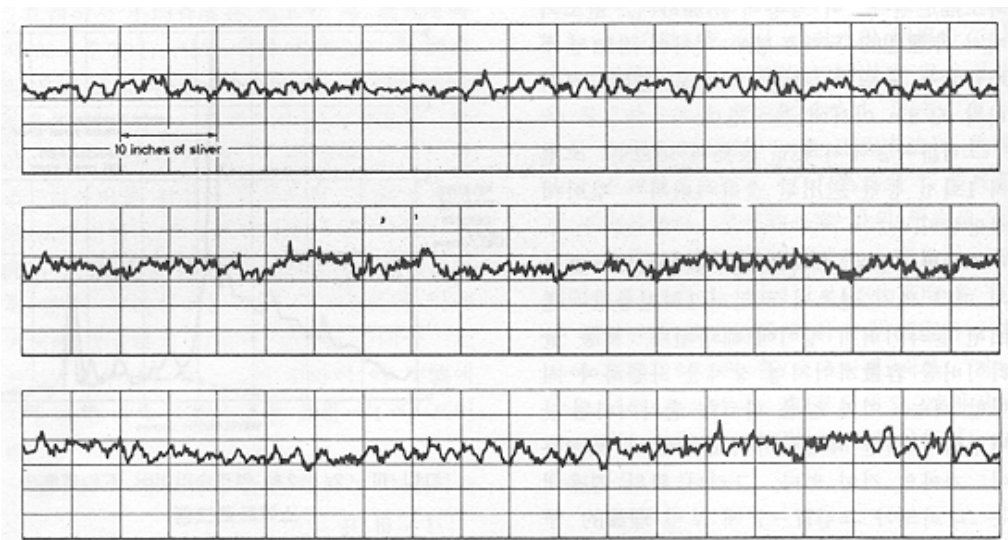


그림III-2. 2차 연조슬라이버 불균제도의 스펙트로그램

따라서 이 피크는 1차 연조기의 코일러에 의하여 만들어진 실제 불균제도에 의한 것이다. 코일러에 의하여 1차 연조슬라이버에 도입된 불균제도는 2차 연조슬라이버에 코일러가 도입시킨 불균제도보다 크다는 것을 주목하는 것이 흥미있다. 코일러작용은 두가지 경우에 있어서 동일하지만, 1차 및 2차 연조슬라이버의 상이한 물리적 조성 때문에, 상이한 불균제도의 양이 도입된다. 이 관찰이 실험B의 결과를 해석하는데 도움을 준다.

실 험 B

각 공정방법에 대하여 채취한 로우빙의 대표적 윤곽 일부를 부가된 트레이서 불균제도가 육안으로는 거의 식별할 수 없다는 것을 보여주기 위하여 그림 III-3에 재생한다. 이 트레이서불균제도의 존재는 두가지 분석에 의하여, 즉, 윤곽의 총 상대분산의 증가와 그림III-4 (a), (b) 및 (c)에 보인대로 스펙트로그램에서의 현저한 국부적 증가에 의하여 나타난다.

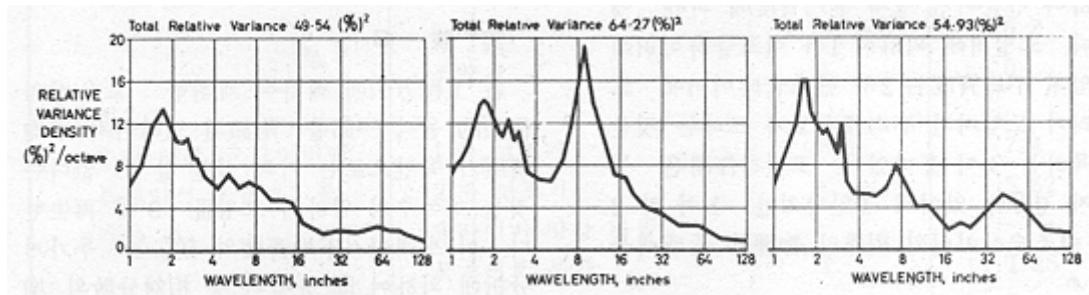


그림III-3. 각 공정방법에 의하여 생산된 로우빙의 불균제도 윤곽

(a) 정상 공정

(b) 2차 연조슬라이버에 가해진 트레이서 불균제도

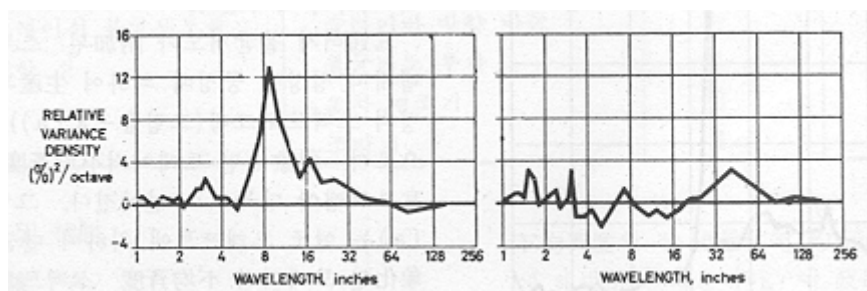
(c) 1차 연조슬라이버에 가해진 트레이서 불균제도



그림III-4. 로우빙의 스펙트로그램

- (a) 정상 공정
- (b) 2차 연조 슬라이버에 가해진 트레이서 불균제도
- (c) 1차 연조 슬라이버에 가해진 트레이서 불균제도

트레이서 불균제도가 부가된 스펙트로그램에서 정상적 공정에 의하여 생산된 로우빙의 스펙트로그램(그림III-4(a))을 빼줌으로써, 현상화된 트레이서 불균제도의 스펙트로그램이 단독으로 얻어진다. 그림III-5(a)는 연조 드래프트에 의하여 단순히 현상화된 트레이서 불균제도 스펙트로그램을 보인다. 그림 III-5(b)는 조방기의 드래프트는 물론 2차 연조기에서 6겹 더블링 및 드래프팅된 후의 트레이서불균제도 스펙트로그램을 보인다.



그림III-5. 로우빙에서의 트레이서 불균제도 스펙트로그램

- (a) 2차 연조 슬라이버에 가해진 트레이서 불균제도
- (b) 1차 연조 슬라이버에 가해진 트레이서 불균제도

로우빙에서 드러난 것과 같이 트레이서 불균제도의 원래 모양은 약 3옥타브 넓이(그림Ⅲ-5(a)에서 5.2~42in, 그림Ⅲ-5(b)에서 21~165in)의한 불균제도 밴드이다. 조방기의 공칭드래프트는 5이므로, 스펙트로그램은 트레이서 불균제도가 약 1in에서 8in까지의 파장밴드에 걸쳐서 슬라이버에 들어갔다는 것을 나타낸다. 로우빙에서 트레이서 불균제도의 위에 언급한 밴드들에 해당하는 면적도 이들이 기여한 불균제도량을 나타낸다. 이 기여량의 추정치가 각 로우빙에 대하여 계산되었으며, 그 평균과 평균의 표준편차를 각 공정방법에 대하여 표Ⅲ-2에 보인다. 로우빙의 총 불균제도 추정치도 이와 비슷하게 얻었으며 표Ⅲ-2에 함께 보인다. 표Ⅲ-2는 트레이서 불균제도의 추정이 추정의 기초로서 총 불균제도값을 사용할 때 보다 스펙트로그램을 사용할 때가 더 정밀하다는 것을 보인다. 이것은, 스펙트로그램에 의할 경우, 트레이서 불균제도가 가장 현저하게 나타나는 밴드에만 측정을 제한하기 때문이다. 그러나, 총불균제도는 트레이서 불균제도의 부분이 아닌 다른 파장에 의한 교란으로 영향을 받는다.

표Ⅲ-2

	조방 드래프트에 의하여 現象化된 트레이서 불균제도: 5 (a)	6더블링과 2차 연조 및 조방 드래프트에 의하여 現象化된 트레이서 불균제도: 5 (b)
最大 트레이서 振幅의 波長밴드 (in)	8.1—9.6	35—50
트레이서에 의한 스펙트럼 不均齊度, RV (%) ²	13.2±0.8	3.6±0.4
트레이서에 의한 총불균제도, RV (%) ²	14.7±1.2	5.4±2.3

2차연조기의 더블링과 드래프팅의 영향은 표Ⅲ-2의 결과에서 계산할 수 있다. 두 난의, 트레이서 제도가 차지한 파장밴드의 비는 드래프팅에 의한 슬

라이버의 신장을 나타내며 불균제도의 비는 더블링에 의한 불균제도의 감소치를 보인다. 이 비들은 표Ⅲ-3에 5.52의 드래프트와 6더블링에 대한 이론치와 비교하여 보였다.

트레이서 불균제도가 더블링에 의하여 감소되는 실험인수는 이론치보다 적으며 이 차이는 실험오차를 능가하는 양이다. 실험A의 결과를 논의할 때 이와 비슷한 모순을 잠간 지적했었다. 이 실험에서 연조기의 코일러는 1차와 2차 연조슬라이버에 13in파장에서 특수한 불균제도를 주었으며 이것의 진폭은 2차 연조슬라이버보다 1차 연조슬라이버에서 더 크다는 것을 알았다. 이러한 관찰은 특정된 기계적 결점이 1차와 2차 연조슬라이버에 가해주는 불균제도의 비를 추정하는데 사용될 수 있다. 따라서 그림Ⅲ-1로부터 1차 연조슬라이버의 13in 파장에서 피크의 높이는 $8.8(\%)^2$ /옥타브가 된다.

그림Ⅲ-2로부터 2차 연조슬라이버의 그것은 $5.1(\%)^2$ /옥타브이다. 코일러는 2차 슬라이버를 코일링할 때보다 1차 슬라이버를 코일링할 때 $\frac{8.8}{5.1}=1.7$ 배 더 많은 불균제도를 만든다. 만약 이 비율이 실험B에서 트레이서불균제도가 가해진 1~8in의 짧은 파장에서도 그대로 유지된다고 가정하며, 표Ⅲ-3의 결과를 이 영향을 감안하여 표Ⅲ-4와 같이 수정할 수 있다.

표Ⅲ-3 이론과 실험의 비교

	實 驗	理 論
波長の 伸長	5 ± 1	5.52
스펙트럼 트레이서 불균제도의 減少	3.7 ± 0.5	6.0
총 트레이서 불균제도의 減少	2.7 ± 1.5	6.0

표III-4 이론과 실험의 비교

	実 験	理 論
波長의 伸長	5 ± 1	5.52
스펙트럼 트레이서 불균제도의 減少	6.4 ± 0.9	6.0
총 트레이서 불균제도의 減少	4.7 ± 2.6	6.0

결 론

더블링과 드래프팅의 이론적 모델의 정당성이 위에 보고한 두 가지 실험에 의하여 지지되었다. 이 실험에서는 공급슬라이버에서 48in까지의 잠재불균제도와 측정불균제도의 파장을 조사했다. 이론적 관점에서 그리고 다른 실험에서 얻은 경험으로 볼 때, 파장이 한 공급캔(can)에 들어가는 슬라이버 길이와 비슷하거나 이보다 클 때까지, 위 실험보다 더 긴 파장에 대하여 비슷한 패턴의 거동을 기대할 수 있다. 이와 같이 극히 긴파장에서의 불균제도의 발생과 제어는 IV장에서 논의된다.