

면방적의 근대화 동향(6)

7. 연조공정

가. 연조공정에 대하여

최근에 연조기는 다른 방적기계와 함께 크게 발전하여 20년 전에는 상상도 할 수 없었던 형태로까지 변하여 왔다. 이는 형태의 변화뿐만 아니라 생산량의 증대는 물론 딜리버리 속도의 증가를 의미하며, 링 방적공정에서 연조기의 역할이 크게 변화됨과 아울러 대단히 중요하게 인식되고 있다는 것을 의미한다. 최근 혼방사분야의 확대와 함께 공정으로서도 중요하게 인식되고 있다.

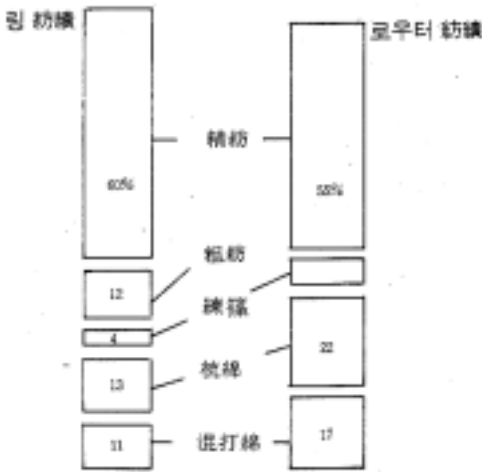
연조기에 의한 슬라이버 혼방, 그리고 마찰방적에서의 연조 슬라이버는 품질을 크게 좌우하는 것이다. 연조공정에서는 원면에서 협잡물과 먼지류를 제거하는 혼타면공정으로부터 터프트를 개성하여 한올한올로 분리하는 소면공정을 거쳐 카드 슬라이버가 공급되면 이를 실로 만들기 위해서 섬유를 잡아 늘리는 즉, 평행하게 배열하는 제1단계를 실행하는 것이다. 특히, 링 방적에서는 실을 구성하는 섬유를 먼저 평행하게 놓을 필요가 있다. 로터식 OE방적과 공기가연식 OE 방적에서도 좋은 실을 만들기 위해서는 역시 평행한 섬유로 된 슬라이버의 공급이 기본으로 되어 있다. 복잡하게 얽혀지고 배열된 슬라이버 내의 섬유를 평행하게 하기 위해서는 슬라이버의 진행방향으로 섬유를 잡아 늘릴 필요가 있고, 이를 위해서 롤러 드래프트 장치가 사용되고 있다. 이 드래프트 작업은 품질과 기술적인 점 때문에 보통 두 번 통과시키고 있다. 연조공정에서 또 하나의 중요한 일은 더블링이다. 카드 슬라이버는 장주거나 단주기에 걸쳐서 변수가 불균일한 채로 보내지며, 여기에 드래프트를 부여함으로써 섬유평행도는 좋아지나 변수의 불균제는 더 커지게 된다.

이를 방지하는 의미로서 보통 드래프트 배수와 같은 수의 슬라이버 더블링이 행해진다. 또한, 여러 개의 슬라이버를 병합함으로써 혼섬을 향상시켜 슬라이버 불균제를 교정하는 일 등이 이루어진다 그러나 여기에서는 평행적인 흐름으로서의 혼섬은 가능하지만 완전히 전면적으로 분산된 혼섬은 곤란하다.

연조공정에서 드래프트를 2회 통과시키는 것은 섬유에 생기는 훅(hook)을 교정시키는 문제의 해결책으로서 행해지며, 또 단주기 불균제의 대책으로도 고려되고 있다. 이상이 연조공정의 주요 목적이다.

나. 고속화와 고생산

연조공정이 방적에서 차지하는 코스트의 비율은 적은 것으로 보여지고 있다. 다음에 나타낸 <그림 31>은 링 방적사와 로터 방적사가 방적공정에서 차지하는 코스트의 비율로서 ITB에 게재된 Bruno Wolf씨의 원고에서 인용하였다.



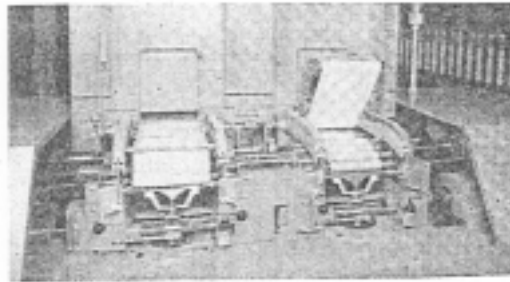
<그림 31> 방적공정의 코스트 비율

코스트 절감의 한 방법으로서 초대형 캔을 사용하는 방법도 일부 행해지고 있으나, 신형기계 의 자동 교환장치에는 구조상으로 사용될수 없기 때문에 약간 큰 캔을 사용하고 있다. 연조기에 있어서 딜리버리 속도는 증가하는 추세이다. 1970년 일본 방적공장들의 목표는 80m/min의 고속 연조기를 채용하는 것으로서 연조기의 고속화가 경제적 가치가 있는지는 의문시되고 있었다. 최신예의 Rieter사 D1형은 800m/min으로 헤드당 350kg/hr의 고속 및 고생산이 가능하여 오늘날에는 더 이상의 문제는 되지 않게 되었다. 단, 기존의 연조기와 크게 달라진 것은 대당 딜리버리 수가 떨어져 1딜리버리나 2딜리버리로 되었다는 것이다. 물론, 이것은 고속화에 대응할 수 있도록 편리하였다. 딜리버리 속도의 고속화에 의해서 드래프트 롤러의 회전수가 증가하고, 이것에 가중되는 것도 적절하게 조정하지 않으면 안된다. 가장 문제가 되는 것은 200m/min 이상의 속도로 송입되는 플리스가 고속 상태에서 드래프트되어 드래프트 장치로부터 송출된 후에 캔에 송입될 때까지의 슬라이버 통로에서 생기는 마찰과 기타 저항은 기존의 연조기에서는 생각할 수 없을 만큼 문제가 많다. 또한, 캔에 조금이라도 슬라이버를 많이 수용하기 위하여 패넌로 눌러 롤러로 압축함으로써 슬라이버의 체적을 작게 하여 캔에 집어넣는 방법도 채용되어 여기에서의 마찰저항이 슬라이버 처리의 문제점으로 되고 있다. 이러한 문제점은 메이커마다 여러 가지 연구에 의해서 각각 독자적인 방법으로 해결하고 있다.

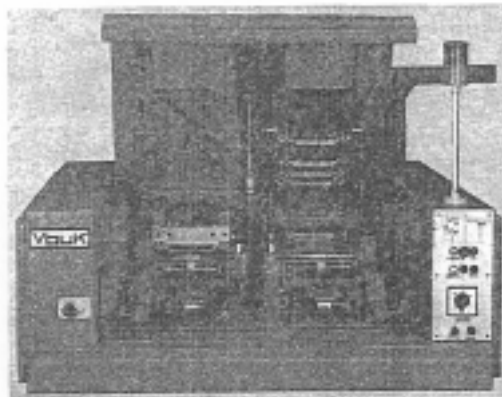
다. 드래프트 장치

드래프트 장치는 3 오버 4방식이 오랫동안 사용되고 있었으나 4/3, 3/4, 5/4, 4/4, 3/3 등 여러 방식이 출현하여 이 방식에 가동식 프레스 바를 중간에 사용하는 것이 많아졌다. 최근의 경향으로서 구경이 큰 보텀 롤러 주변에 튼

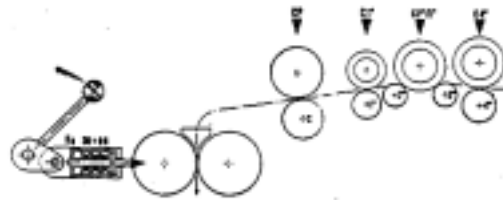
롤러를 적절히 배치시킨 것이 사용되기 시작하였다. 이것은 공급되는 섬유장에 따라서 드래프트 롤러의 게이지를 용이하게 선택할 수 있고, 슬라이버 통로가 곡선으로 된 드래프트이기 때문에 캔으로의 슬라이버 공급이 용이하게 된다. 여기서 현재 사용되고 있는 연조기의 실례를 몇 가지 들어보면, 우선 3 오버 4방식으로 프레스 바가 사용되는 것이 Howa사의 DFK형<그림 32>과 Vouk사의 SH형<그림 33, 34>이고, 4 오버 3방식의 새로운 기계인 Zinser사 720형<그림 35, 36>, 5 오버 4방식으로 프레스 바를 채용하고 있는 것이 Hara/Toyoda DYH 시리즈<그림 37, 38>이고, Textima 1545형과 1546형에서는 드래프트 장치가 수직에 가깝게 배치된 3선식이다.



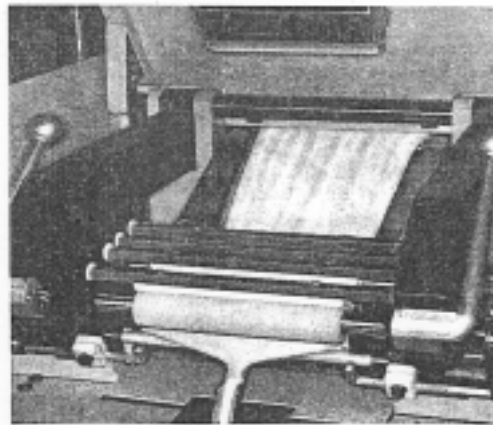
<그림 32> Howa사 DFK형 드래프트 장치



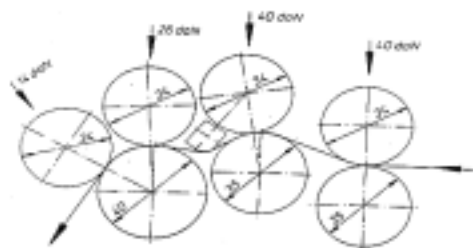
<그림 33> Vouk사 SH형 드래프트 장치



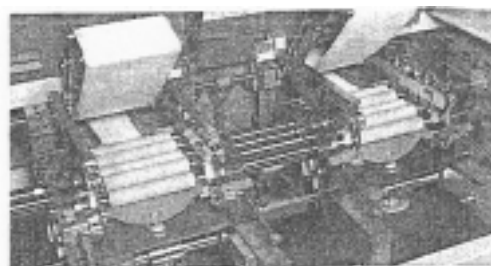
<그림 34> Vouk사 SH형의 롤러 배열과 가압



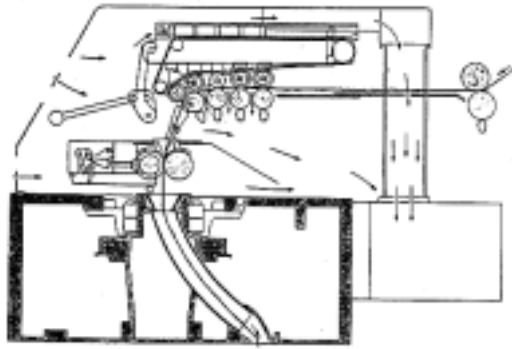
<그림 35> Zinser사 720형의 드래프트 장치



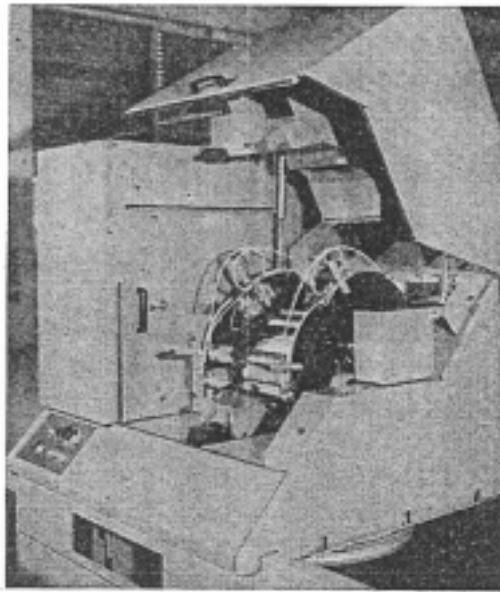
<그림 36> Zinser사 720형의 롤러 배열과 가압



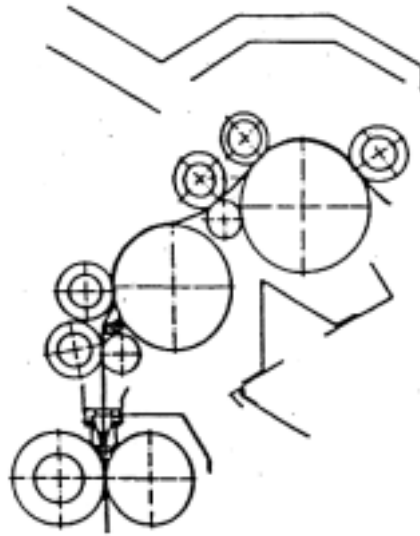
<그림 37> Hara/Toyoda DYH 시리즈



<그림 38> Hara/Toyoda DYH형의 헤드 구조



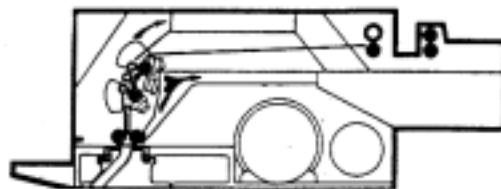
<그림 39> Rieter사의 D1형



<그림 40> Rieter사 D1형의 롤러 배치

ITMA 83에 처음으로 출품된 활 모양(궁상)으로 배열된 롤러 배열방식이 Rieter D1형과 SACM ER 700형이다. Rieter D1형은 <그림 39, 40>처럼 4개의 대구경 하드 크롬 강재의 축방향으로 흠파인 보텀 롤러(fluted bottom roller)와 2개의 활 모양 가이드 바에 붙어 있는 5개의 소구경 롤러로 800N까지 무단계 가압을 할 수 있는 톱 롤러와 자연스럽게 조합되어 있다.

SACM사 ER 700형은 <그림 41>처럼 활 모양으로 배열하고 롤러의 구동도 독특한 것이었다(1986년 SACM사는 해산되어 SAMT사로 인수됨과 동시에 현재에는 제조가 중지된 상태이다).



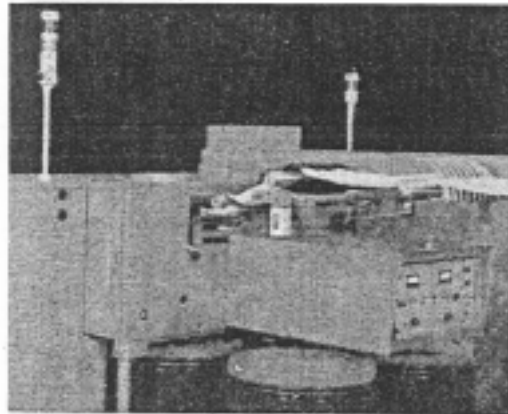
<그림 41> SACM사 ER 700형

이러한 연조기에서 문제되고 있는 것이 드래프트 장치 주위에서의 공기의 흐름으로 각 메이커 모두 여러 가지 연구를 하여 롤러에 감겨 붙는 것을 방지함과 동시에 석션 장치를 완비하고 있다. 로터 정방기의 경우에는 드래프트 부분에서 발생한 먼지와 비산면 등이 크게 장애가 되기 때문에 석션을 강하게 작동시켜 제진 배기를 하고 있다. <그림 38>에서의 화살표시는 드래프트 부분에서 공기의 흐름을 나타내고, 그림의 오른쪽 아래로 배출된다. 이러한 드래프트 장치 전체가 커다란 케이싱에 들어 있으며, 위쪽 커버를 열어 서 롤러부의 손질이 용이하도록 하는 형식이 최근의 기계에 많이 채용되고 있다. 이의 변형된 것으로 Hispano사의 옆쪽을 여는 방식도 있는데, 이는 롤러 암을 옆으로 개폐시켜 슬라이버의 취급과 롤러의 손질을 하기 쉽게 한 것이다. 클리어러는 거의 전부가 외국제이고, 위아래 모두 고무로 된 패드를 쓰고, 일본 Howa 및 Hara/Toyoda 모두 상부는 Ermen's 클리어러이고 위아래에 뉴매틱을 병용한 형태이다. 처리 가능한 섬유는 모든 면섬유와 혼방인 경우는 대체적으로 최장섬유가 80mm까지 가능하다

라. 오토레블러(autoleveller)

최근의 연조기가 다헤드형으로부터 2헤드나 1헤드로, 그리고 딜리버리도 1딜리버리라든가 2딜리버리로 되었다는 것은 앞서 설명 하였으나 연조기의 고속화와 함께 분섬장치가 고성능화하고, 또한 각 딜리버리에 오토레블러의 부착이 경제적으로 가능하게 된다고 하는 점이 있다. 방적공정에서 실의 고르고 거칠음을 결정하는 최종 조절이 가능한 공정이 연조공정이다. 물론, 슬라이버 불균제는 더블링과 정확하게 동작하는 드래프트 장치에 의해 상당히 향상되지만 실제에 있어서 단주기 불균제의 변동(CV%)과 장주기 불균제에 대응하기 위해서는 오토레블러에 의지하지 않으면 안된다. 이 오토레블러의

보정능력은 슬라이버의 속도에 좌우되고, 사용방법은 소면사와 정소면사의 경우가 서로 다르다. 소면사에는 연조공정의 첫번째 기계와 두 번째 기계 어디에 설치할 것인가는 전부터 연구되어 왔으나, 최근에 이르러서는 두 번째 기계에서 상당한 단주기 불균제에 대응하는 보정이 이루어지도록 하고 있다. 이것에 의해서 첫번째 기계의 드래프트 장치에서 생긴 결점도 보정할 수 있고, 슬라이버 전체의 보정도 가능하게 된다. 정소면사의 경우는 종래 8개 슬라이버를 더블링하여 1개의 슬라이버를 생산하는 방법을 이용하여 오토레블러를 작동시키기 때문에 불균제를 제어하기가 쉽다. 합성섬유 등의 연조혼방의 경우는 슬라이버 중량의 시정과 함께 혼방율의 정확성을 갖기 때문에 오토레블러의 사용이 당연한 것으로 되어 있다. 슬라이버 혼방용 연조기는 Howa 및 Vouk사로부터 이미 나와있으며, Vouk사의 VSM형은 600m/min까지의 고속 타입이다.

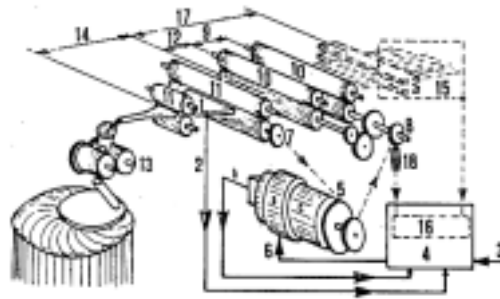


<그림 42> Uster의 오토레블러의 부착 예(Howa사 DFK형)

1) Uster사의 오토레블러 ADC-E형

<그림 43>에 Uster 오토레블러의 자동원리를 나타냈고, <그림 42>는 그 일

레로서 Howa사 DFK형에 붙어있는 ADC의 제어부이다.



<그림 43> Uster사 오토레블러 ADC-E형

- | | | | |
|-----------------|----------------|---------------|-----------|
| 1. 측정 유니트 | 2. 측정치 | 3. 설정치 | 4. 전자장치 |
| 5. 제어운전부 | a. 직류전동기 | b. 태커제너레이터 | c. 차동치차장치 |
| 6. 전동기용 전류 | 7. 정속회전부 | 8. 변속회전부 | |
| 9. 프리드래프트(일정) | 10. 공급 롤러(변속) | 11. 송출 롤러(정속) | |
| 12. 메인 드래프트(가변) | 13. 캘린더 롤러(정속) | 14. 시간차 | |
| 15. C 측정기 | 16. 추가배선 | 17. 거리차 지연 | |
| 18. 추가회전 센서 | | | |

이 ADC-E형에서는 중, 장주기 불균제의 보정에 대응하는 기본방식으로서 드래프트 장치의 끝에 있는 측정용 트럼펫(1)으로 슬라이버 변수를 연속하여 측정하고 있다. 실측치가 전자장치(4)로 송출되면 전기신호로 변환되어 설정치와 비교된다. 그 편차가 전자적으로 제어되는 구동장치(5)에 입력된다. 측정된 변수의 편차는 메인 드래프트의 수정에 의해서 보정할 수 있다. 이는 공급 롤러(10)의 속도와 코일로부터 공급되는 속도의 변경에 의해서 이루어진다. 속도의 피드백은 구동장치(5)의 끝에 붙어 있는 태커제너레이터(b)에 의해서 전동기의 제어회로를 안정시킨다. 이 기본적인 ADC-E 장치에 단주기 측정장치 C를 붙여 단주기 불균제를 보정한다. 이 장치는 드래프트 장치에 들어가기 전에 슬라이버의 변수를 측정하고, 전자제어장치(16)에 단주기의 변수 편차를 신호로 입력한다. 이 경우, 제어를 위한 구동은 약간 늦게 작동된

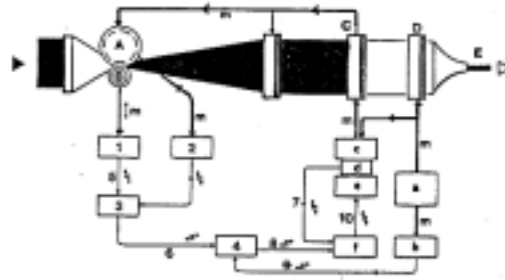
다. 이는 메인 드래프트 영역에서 단주기 편차를 보정하기 때문이다. 이러한 지연구동은 프린트 회로(16)와 추가회전 센서(18)에 의해서 공급 롤러의 회전 속도를 변속시켜 드래프트량을 변화시킨다. 또한, 최근에 기계의 기동에서부터 정지까지의 변수 변화에 대응하는 두 가지 형이 나왔다. 레벨링 길이는 완성된 슬라이버에서는 짧아 30~40cm이다. 경보와 기계정지장치도 붙어 있어 설정범위 외의 슬라이버가 나온 경우에 이 장치가 작동된다. 레벨링은 온도와 습도의 변화 그리고 섬유와 섬도에 영향을 받지 않는다.

2) Schubert & Salzer사의 오토레블러

Schubert & Salzer사의 RSB 51형에 설치되는 오토레블러와 드래프트 장치는 <그림44>에 있고, 롤러의 배열은 3 오버 3으로 이것이 그대로 드래프트량의 변환에 의해서 슬라이버 변수의 변동을 보정하고 있다. 공급된 슬라이버는 □(요)형의 홈이 있는 롤러(A)와 이 롤러에 철형으로 꼭 맞게 들어가고 있는 공급 롤러(B) 사이를 지난다. 그리고 공급된 슬라이버의 굽기를 공급 롤러의 이동량에 의해서 검출하여 이 측정치를 신호변환기(1)에서 기계적인 이동량을 전기신호(측정전압)(5)로 하여 저장부(3)에 넣고 다시 지연측정전압(6)으로서 통상전압(설정기준전압)(4)에 더해진다. 여기서 발생한 합성전압이 제어장치(f)에 보내진 전압에 따라서 변속전동기(e)가 차동장치(c)를 지나서 미들 롤러(C)를 감속구동한다. 홈이 있는 롤러(A), 백 롤러, 이것에 미들 롤러(C)는 서로 연동회전하고 송출 롤러(D)는 정속회전하고 있다. 따라서 C와 D사이의 회전차로 드래프트량이 변하여 슬라이버의 변수를 보정하고 있다.

검출장치는 기계식이나 전기용량식에 차이가 있는데, 많은 장치는 전자적으로 설정치와의 편차로 변속전동기를 움직여서 드래프트 롤러 사이의 회전차를 부여하는 것이 주류로서 기계적인 콘 드럼 방식에서는 실제 시험의 결

과로서 변동률은 Uster사에서 $CV_{100m}=1.15\%$ 라고 하는 우수한 결과를 발표하고 있다.



<그림 44> Schubert사 RSB51형 오토레블러

- | | |
|-------------|---------------|
| A: □형 롤러 | B: □형 롤러 |
| C: 미들 롤러 | D: 송출 롤러 |
| E: 조정제 슬라이버 | |
| a: 주전동기 | b: 태커제너레이터 |
| c: 차동치차장치 | d: 실제전압용회전계 |
| e: 변속전동기 | f: 제어장치 |
| m: 기계적 연동 | |
| 1: 신호변환기 | 2: 펄스 발신기 |
| 3: 전자저장부 | 4: 셋 포인트 스테이지 |
| 5: 측정 전압 | 6: 측정전압 |
| 7: 실제 전압 | 8: 노미널 전압 |
| 9: 회전발전압 | 10: 제어 전압 |

마. 근대화와 저스트 인 타임(Just in Time)방식

현재 대표적인 연조기의 거의 전부가 1983년 ITMA에서 발표된 것으로서 최근 3~4년간 실제 가동해 본 결과에 의해 개량되고, 또한 역으로 SACM의 ER 700형처럼 제조가 중지된 것도 있다. 연조기에서는 정방기처럼 부분적으로 개조가 되는 일은 적고 대부분 새로운 기계로 완전히 대체가 되고 있다. 최근에 공장 근대화의 목표가 동력과 에너지의 절약, 고품질화, 작업환경의

향상이라는 점에서 연조기를 보면, 동력 절약의 대책은 고속화와 캔의 대형화 그리고 자동화이다. 고속화에서는 다른 방적기계와 비교하여 최근 5년간 급격한 진보를 하고 있다. 이것은 앞서 설명한 바와 같이 새롭게 개량된 기계의 출현과 함께 공장에서 새로운 기계를 도입함에 따라 고속화되고 있다. 예를 들어 일본의 상황을 보면 10년 전의 일본방적협회 통계에서는 50%의 속도 증가로 평균 딜리버리 속도는 137m/min에서 204m/min이 되고 있다. 최근 800m/min의 기계가 있는 것을 보면 아직은 늦은 편이다. 캔의 대형화 역시 일본방적협회의 통계에서 평균 캔 직경이 60년 만에 비해 최근 10년간 25% 증가하여 17.8in로 그리고 20in 이상의 캔도 58.8% 채용되고 있다. 캔 직경의 증대와 운반이 결부됨에 따라 공장에서는 커다란 연구과제가 되고 있다. 대형 캔에 캐스터를 붙여서 운반하기 쉽게 하고 있으나 공간 문제, 다음 공정에서 공급 캔의 배열과 교환의 문제, 캔 자동 교환기의 채용과 기계 코일러의 크기와의 관련 등 캔을 크게 하는 것만으로는 할 수 없는 문제도 있다. 자동화에 있어서 캔 자동 교환장치는 소면기와 함께 진보하고 있다. 소면기에서는 자동 교환장치 보다 오히려 대형 캔의 채용 쪽으로 진전되고 있으나 역으로 연조기에서는 자동 캔 교환장치가 달린 새로운 기계로 방향이 진전되어 일본에서는 이미 약 60%가 채용되고 있으나 캔의 대형화는 그다지 이루어지지 않고 있다. 에너지 절약에 있어서는 연조기의 고속화 및 자동화로 약간의 전력 소비가 증가하였으나 기계의 헤드 수 감소와 고효율에 의해서 다른 방적설비처럼 눈에 띄는 전력소비가 없기 때문에 문제되고 있지 않다. 고품질화에 있어서는 드래프트 장치의 곡선 드래프트, 톱 압 방식, 뉴매틱 클리어러의 채용이 90% 이상 도입되고 있다. 그러나 오토레블러는 작동성에 있어서 신뢰도가 아직 낮아 보급되고 있지 않은 상황으로서 겨우 3% 이하밖에 채용되고 있지 않다. 이 점에 대한 연구가 진행되어 센서와 제

여기구가 간이화되고 정밀도가 확인되면 전면적으로 채용될 것이다. 작업환경에서는 기계의 먼지 발생원이 적고, 또 새로운 기계에서는 드래프트 장치가 완전 밀폐형으로 케이싱 안에 석션 장치가 붙어 있기 때문에 환경의 악화는 최소화된다. 여기서 캔 운반에 대해서 뿐만 아니라 최근 이 운반기술에 대해서 저스트 인 타임(Just In Time)이라고 하는 것이 문제가 되어 생산공정에서 원료를 연속하여 흐르게 하는 방법이 고려되고 있다. 이 방식은 일본의 자동차공장에서 사용하고 있는 간판방식과 일맥 상통하는 것이다. 이 방식에 대한 상세한 설명은 생략하고 특히 유의해야 할 특징만 설명하면, 카드 캔을 연조기로 운송하고 빈 캔을 되돌려보내는 경우에 빈 캔이 체류되는 것과 만관 캔의 장시간 체류를 피하도록 하는 것이다. 캔을 놓는 장소도 될 수 있는 한 좁게 사용하고 운반거리도 짧게 한다. 결국 원료가 기계 내부에 놓여져 있어 체류되어 있는 시간을 짧게 하는 방법이다. 또한, 캔의 순환이 유효 적절하게 짧게 되는 것이다. 이 방법의 기본은 기계의 불량과 예정된 이외의 정대를 허용하지 않는 것으로 항상 최고의 상태에서 기계가 작동되도록 하는 것이다. 소면기와 연조기와의 거리를 짧게 하고 각 소면기로부터 캔이 최단거리에서 크릴에 공급됨으로써 캐스터가 달린 대형 캔 등을 손으로 재빨리 운반하여 공급할 수 있도록 기계를 배치한다. 제1연조기와 캔 자동교환기로부터 나온 캔은 바로 제2연조기의 크릴 쪽에 놓여지도록 배치할 필요가 있다. 이 운반장치는 자동화되어 있지 않아도 이동과 노동력이 최소화되는 것이다. 이렇게 하여 2대의 기계 간 거리를 짧게 하고 원료의 이동을 최소한으로 하는 것은 기계를 연결하는 것과 관계가 있다. 단 빈 캔을 되돌려놓는 것에 대한 연구와 빈 캔이 되는 시간의 조정계획이 부수적으로 뒤따른다. 소면기, 제1연조기, 제2연조기, 조방기 또는 OE 정방기(물론 정소면기의 경우도 동일하지만) 등의 공장 내 기계배치와 원료와 캔의 흐름을 충분히 계획하여

이미 설명한 손실시간이 없도록 하는 저스트 인 타임 방식을 도입하는 것이
당면한 최선의 해결책이기도 하다.