

Automatic Winder에 관하여

1. 서 론

섬유공업 시설의 고성능화에 의한 생산성 향상 및 품질향상을 위하여 또는 작업의 능률화를 위하여 본기의 채용이 많이 논의되고 있는 실정이므로 섬유공업에 조금이나마 보탬이 되는 자료로서 본고를 소개하는 바이다.

현재 각 섬유공장에서 Winding공정의 소요인원은 대체로 방적 전체 공정 중 약 30% 정도 점하고 있어 노동력부족의 애로를 타개하기 위하여 세계적으로 섬유기계 Maker가 서로 앞을 다투어 본기 개발에 열중하고 있음을 볼 수 있다.

최근 각국에서 행하여진 Automatic Winder의 개발은 섬유기계발전에 획기적인 사실인바 최초의 것은 제2차 세계대전 바로 후 Barber-Colman사의 Automatic-Spooler로 각국 섬유기계 Maker에 커다란 자극을 주었으며 또한 사 생산자에게 섬유기계에 대한 재래의 개념을 타파하고 고가의 시설을 효율적으로 이용할 때 (예 : 생산성 및 품질) 경제적이란 것을 알려 주게 되었다.

2. Automatic Winder의 일반적인 고찰

(1) 자동화의 요소작업

Cheese Winder에 있어서 자동화의 요소작업으로서 주로 다음과 같은 요소로 나눌 수 있다.

- ① Winding용사의 공급관계
- ② Winding중의 사관계

사장력, 사결함제거 또는 사절탐지, 권취정지, Unit의 이동, 사단검출, 자동단사 이음매듭 검사, 권취시동 등 순서작업

③ Cheese 형성 관계

정량멈춤, 목관공급, Cheese Doffing

④ 보조작업 관계

소제작업 : Stripper 혹은 conveyor등

이상의 여러 요소작업을 현재에는 거의 Automatic Winder라고 하더라도 전부 수행하고 있는 기계는 없다.

자동화의 주력은 본체로 작업의 빈도가 가장 많은 ②의 Winding의 사관계로서 이것에 기타의 항을 약간 자동화한 것이 많다.

(2) Winding Unit군의 이동과 고정

Winder의 자동화에 따라서 요소작업은 Winding Unit 내부에서 자동적으로 행하여 지거나 Unit외부에서 자동적인 것 또는 수동적인 것 등 3가지로 나누어진다. 이러한 요소작업이 이루어지는 장치로 Unit군이 이동하는 장치와 자동작업 장치가 Unit군을 이동 순회하는 형식과도 나누어 진다.

또 이 자동화 작업중 출현 빈도가 가장 많은 단사작업과 1본관사의 Winding Cycle의 관계로서 대Group형, 소군 즉 Unit독립형 및 1추독립형으로 나누어 진다.

이러한 Automatic winder를 현재 기계구성에 의하여 분류하면

A ; 대 Group Automatic Winder

B ; 소 Group Automatic Winder

C ; 단독추 Automatic Winder

로 분류할 수 있겠으며 A 및 B를 각각 다시

a ; 단사장치가 순회 하는 것.

b ; Winding Head가 순회하는 것으로 분류 된다. 또다시 Winding Head를 볼 때

(i) 직선열상배열

(ii) 엔형상배열로 분류할 수 있다.

일반적으로 계사장치 및 winding Head가 순회하는 방법은 단독 추형에 비하여 제작 원가가 낮은 편이며 효율의 견지에서 볼 때 단독추 또는 소그룹형의 쪽이 유리한 것을 말하고 있으나 대그룹형의 경우에는 계사장치를 수개설치하여 중계하는 것도 가능하며 우수한 효율을 볼 수도 있다.

3. Automatic Winder 개발의 정세

현하 노동력이 부족한 국제적인 경향과 사속증가(RT의 경우 보통 600m/min, Automatic의 경우 보통 1,000이상)에 따른 사절을 극복하고 품질향상을 위한 중계장치를 갖춘 시설이 1963년 Hannover박람회에서 경쟁하여 각 Maker의 독자적인 특징을 가진 winder로 그 정도를 높이 평가 할만큼 발전되어 가고 있다.

Automatic winder에는 winding조작 전부에 대하여 Feed Back 구조를 갖춘 완전자동화는 Feed Back이 없던가 또는 불완전하더라도 작업자의 감시에 의해 이를 뒷받침 하는 것을 전제로 하는 기계화가 있다. 예전부터 Winder의 자동이라는 말은 애매한 요소를 포함하여 사용되고 있어 그 명칭만으로는 성능을 판별할 수 없다. 그러나 현재에 있어서 자동화라고 하는 것은 기계화라고 하는 것이 대부분이다.

Winder의 자동화에 대하여는

- 1) 기계구성 및 Winder조작의 기구적인 고찰
- 2) 경제성을 감안한 자동화의 효율
- 3) Winding과정이 여하히 확실하게 수행되는가 하는 근본적인 성능문제 등을 고려하지 않으면 안된다.

위의 1) 문제에 대하여 기계적인 구성 이외에 Automatic Winder에 필요한 조작으로 전술한 자동화의 요소작업을 들 수 있겠으며 이러한 요소작업을 자동제어기구등을 채용하여 확실한 방식의 기계화가 되지 않으면 안된다. 거기에서 기계전반에 대하여 고려할 사항은

- i) 중절이 되었을 때 좋은 효율을 가질 것.
 - ii) 각 요소의 고장에 대하여 커다란 효율 저하를 가져오지 않게 할 것.
 - iii) 요소의 고장, 동작의 불확실에 의해서 제품의 품질을 손상하는 난점이 누적되어서는 안될 것.
 - iv) 비산면 등의 청소가 완전히 행하여질 것.
 - v) 고장에 대한 대책이 용이할 것.
- 등을 들 수 있다.

다음에 제 2) 문제인 경제성은 현재 또는 장래에 개발된 또는 개발될 Winder의 득실여부를 검토하는 것이 중요할 것으로 사료되는바, Automatic Winder를 구입할 때에 생각할 문제로서

- a) 해당 Automatic Winder로서 매분 작업원당 얼마나 되는 양의 관사를 처리할 수 있는가
- b) 작업원 1인 시간당 몇 kg의 Doffing이 가능한가(이것은 능률급이 적용되는 공임제도인 때에는 대단히 중요할 것임)
- c) 1인이 담당할 수 있는 Head수
- d) Spindel 1시간당의 Cost
- f) 사의 흐름속도(사속×효율) 등이 있다.

또한 제 3) 문제인 Winding 과정에서의 성능문제에 관하여는 Automatic Winder에서도 중요한 것은 재래의 Winder와 똑같이 Winding에 관한 원리인 것이다. 그러나 최근에 기계의 자동화 때문에 Mechanism은 제 2의것으로 취

급하는 것은 잘못이다.

자동화에 따라서 High Speed의 필요가 생기므로 Winder의 물리적 현상을 더욱 정확하게 파악하여야 할 것이다. 고속화 때문에 또 자동화로 인한 작업원의 Service가 없기 때문에 재래의 Winder로서는 작은 난점도 커다란 Trouble로 발전하게 된다.

그러나 최근 자동제어기술에 의하면 Winding에 따른 Trouble의 발생을 검지하고 처리하여 큰 Trouble이 되는 것을 방지한다.

4. Automatic Winder의 현황

Automatic Winder는 1963년전후하여 신기종 개발에 각 Maker가 열중하였는바 Automatic Winder의 경향은

1) 1963sus Hannover 전람회에서는 상당히 과감한 기구를 가진 것이 개발되었으나 그것이 어떠한 특징을 갖고 있어도 중계장치를 갖고 있지 않은 기종은 그 자태를 감추었으며

2) 관사보급장치를 부속시키는 경향이 있다.

3) 거의가 RT형의 Groove Drum을 채용하고 있으며 합섬사의 발전과 더불어 금속제 Drum이 증가하는 경향을 보이고 있다.

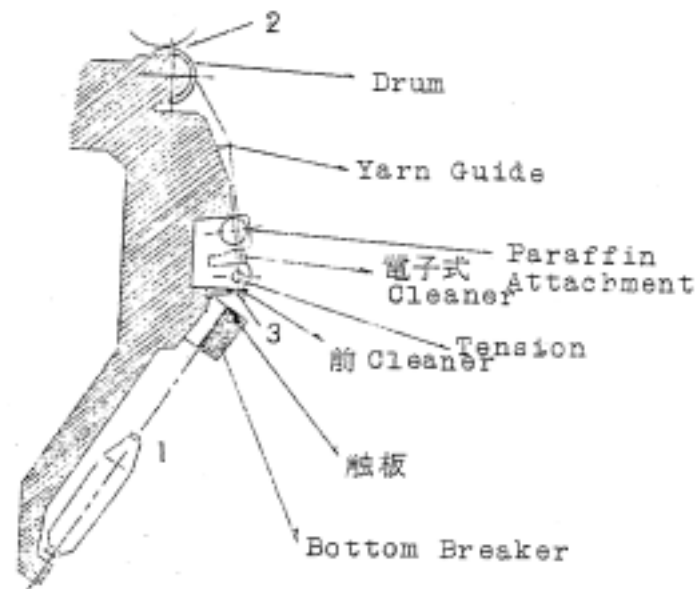
4) 공급관사의 해서에 관해서는 선상, 관형, 또는 엔통형상의 해서가속기가 설치되어 있다.

5) 고속화에 따라 사도가 직선화 되고 있다.

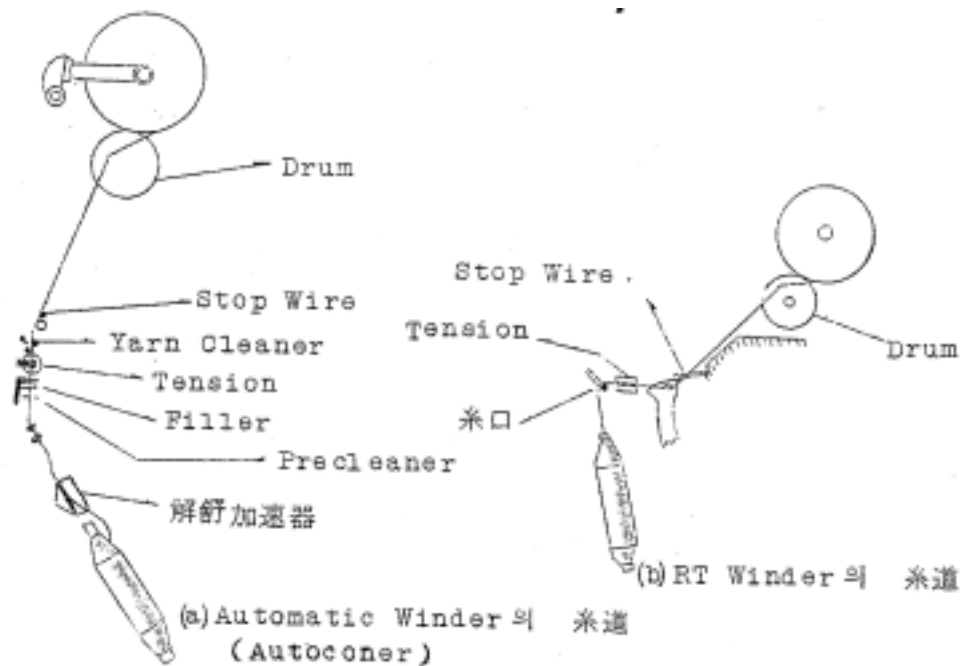
작업동작을 생각하여된 재래의 Winder와의 비교를 다음그림에서 볼 수 있다.

6) 전자관식 Yarn Cleaner가 필요한 부속장치로서 중요한 위치를 차지하고 있다.

- 7) Knotting 잘못에 대하여 Knotter monitor를 사용하기 시작하였다.
- 8) Fly 등이 축적하지 않도록 청소에 많은 연구가 되어 있다.



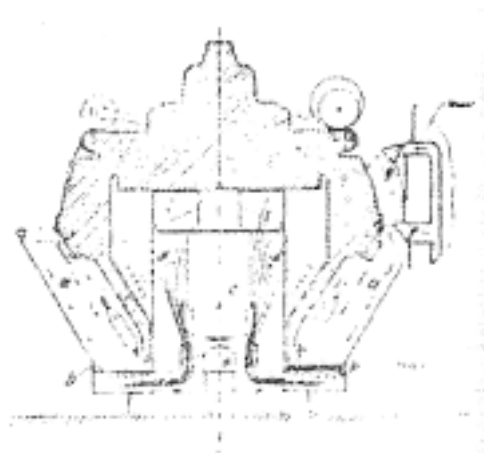
<그림 1> Automatic Winder에 있어서 사도의 직선화(Automat, Schweiter)



<그림 2> Winder의 사도



<그림 3> Autoconer의 청소방법



<그림 4> Winder Automat Type II의 청소도

Automatic Winder의 실용예로서 미국의 어떤 방적공장에서 3배의 Automatic Winder를 사용한 결과 예기이상의 성과를 얻어 생산성을 100%이상 증가했다고 보고하고 있다. 예로서 1인당의 생산량이 재래의 Winder에서 200lbs 이었던 것이 500lbs가 되고, 노무비가 50~60% 절감되었다고 한다.

다음에 Automatic Winder의 Layout를 열상배열과 엔형상배열로 나누어 그 특징을 약술한다.

엔형상배치 Winder의 소요 설치면적은 $3\sim 4\text{ft}^2/\text{Head}$, 열상배치 Winder는 $4\sim 6\text{ft}^2/\text{Head}$ 로 되어 있으나 수많은 기대를 설치하는 경우로서 전체 설치면적, 운송비, 설치비용등을 감안할 때 어느 것이 이득이 되는지는 산정하기 어렵다.

i) 열상배열

Winding Head를 일치선상에 세워 고정된 형식으로 대체로 10~48 Drum의 규모가 가장 많으며, 이것에 속하는 Winder로는 다음과 같다. (별표참조)

a) Autconer-Schlaforst(W/Germany)

현재 개발에 앞장서 있고, 또한 실용화에 앞서 있는 기계로 계사장치가 순회하는 것은 이 기계뿐이다. 공기의 이용법, 풍로의 소거법 및 수많은 기계적 탐지방법의 채용등 여러 장치에 대하여 많은 연구가 되어 있다.

b) Bacomatic, Automatic Spooler-Barber Colman(U.S.A)

사절에 있어서 Bacomatic Type은 산의 주행을 세우지 않고 미리 대기하고 있는 새로운 관사의 사단과 0.02sec에 달리면서 계사를 행하는 획기적인 기종이나 기구상 중계가 되지 않는다.

c) Me-co-mat-Metlers(Swiss)

본기는 홀랜드인이 발명한 것을 개발한 것으로 Ring정방기에 부속되어서 정방기에서 Auto Doffing되어 Converyer에 의해 Winding Head에 1분씩 보내어져 Winding되며 이 Winder의 특징은 만관Package의 Doffing 및 재시동에 이르기 까지 완전자동화되어 있어 인위조작을 고려할 필요가 없다. 사도는 완전히 직선상으로 되어 있어 고속화에 적합하며, 사도를 Pipe Line속에 봉입하는 것이 가능하여 Fly제거에 유리하다. 또한 광전관을 이용하여 보통의 방법과

달리 적극적인 사탐지법을 채용하고 있다. 작동부분은 개개의 Motor로 가동되며 그것들은 집중제어 되어 있다.

d) Savio Automatic Winder-Savio(Italy)

Italy 업계가 만든 본기는 대단히 간결하며 외부로부터의 손상에 대하여 잘 보호될 수 있도록 형상이 되어 있으며, 단독추형이다.

e) Uniconer-Leesona Corp(U.S.A)

개발된지 오래되었으며 1965년 Atlantic city의 견본시에 새로히 간사보급기구를 붙혀 새로운 기계로 데뷔시켰으며 Spindle 1개마다 자동관사보급의 Readyng Attachment를 설치하여 공급관사로부터 자동적으로 사단을 검출하여 관사준비를 하면서 감는 위치에 가지고 오게끔 되어 있다.

그 외 일본의 각 Maker의 열상배열 Winder로

- ① 石川製作所 AW Type
- ② 神津製作所 Kamimat Auto-Spooler
- ③ 島津製作所 SA Type
- ④ 村田機械 No. ID Type등이 있다.

ii) 엔형상배열

전 Head가 Winding작용과 동시에 고정의 자동계사장치를 향하여 서서히 순회하는 형식으로 Head는 10~20Drum이 가장 많다.

a) Automat-Franz Müller(W/Germany)

20회의 Winding Head가 엔형으로 배열되어 순회하는 형식으로 계사 및 Doffing등은 정치식 Knotter부로 행하여 진다.

Head의 순회시간은 40sec. 이며 사속은 1,350yds/min, 많은 기계적인 동작은 전기계로 바꾸었기 때문에 대단히 개량되었다고 여겨진다.

b) Abbott Automatic Cone Winder Model 12-Abbott Machine Co.(U.S.A)

순회형의 12Winding Head를 가지고, 정치식 knotter부로 자동관사교체를 가능하게 하였다. 사속은 메리야스용사의 Cone에 대하여 800yds/min, 기타에 대하여는 1,200m/min로 되어 있으며 2조의 수직식 Disc Tension으로 되어 있다.

c) Cone. Matic-Gilbos(Belgium)

Winding Head 24개의 순회형 이기는 하지만 직렬배치이다. 계사부는 간결성과 Speed를 자랑하고 있으며 원칙은 Fisherman knot이지만 Weavers Knot도 가능하다.

계사시간은 6.5sec이며 knotter에는 Monitor가 부착되어 있어 Knot가 지나치게 커지거나 1Knot의 장이 긴 경우 다시 계사를 고쳐 바르게 한다. Head의 교환은 3min이내라 하며 사속은 주파수변환으로 400~1,100m/min이다.

d) Winder Automat Type 11-Schweiter(Swiss)

Schweiter Co의 10형 Winder에서 개발된 것으로 순회 Head는 10drum이며 사속증가 때문에 해서가속장치를 가지고 있다. Yarn Cleaner에는 청소 때문에 일정한 간격으로 기류를 불어넣어 주고 있다. Drum전에 설치된 판에 의하여 기류를 Package의 중앙에 모으게 하고 있으므로 사절이 생겼을 때의 사구를 내는 것이 용이하며 Ribbon상태 Winding은 Drum을 돌려주는 직류Motor의 전류를 변화하는 것에 의하여 방지하고 있다.

또한 계사때에 사속을 220yds/min까지 감속하여 Knot를 점검하고 있는 것도 특색의 하나이다.

5. Automatic Winder의 부속기기

(a) Groove Drum

종래에는 Plastic Drum이 널리 사용되어 왔었으나 고속화하여 짐에 따라 Plastic은 탄성 및 온도저항에 낮은 것이 장애가 되는 것을 보완하기 위하여

특수처리하고 Drum표면의 도금기술도 진보하였으므로 근래에는 금속제 Drum도 많아졌다.

(b) Yarn Cleaner

종래의 Mechanical Yarn Cleaner는 제작, 보전이 용이하고 낮은 가격이었지만 (i)사를 헝로에 이끌기 때문에 Slub자체가 편평하게 변형하여 통과하고 마는 것이 있었다. (ii) 사의 길이 방향결점은 무시하고 있다. (iii)제직공정에서 문제가 되지 않는 종자편 및 Knot등에 대하여 불필요한 절단을 행하여 기계를 정지시키는 일이 많다. (iv) 사를 Cleaner와 접촉시킴으로써 Fly등의 부유가 많은 것 등의 결점을 가지고 있으므로 최근에는 사의 접촉하지 않고 난점을 발견, 제거하는 전자관식 cleaner의 사용이 많아졌으며 Yarn cleaner도 compact 한 신뢰성이 좋은 부착장치로 개발되어 winder에 있어서의 사의 품질관리를 엄격하게 하여 줌으로써 제직효율의 증대 및 품질을 양호하게 하는데 도움이 되게 하였다. 이것에 대하여는 Mechanical Yarn Cleaner를 사용하여도 어느 정도의 수준에는 달할 수 있으나 사절회수에 따른 중계에 대한 노무비의 증가등 많은 난점을 갖고 있다.

전자관식 Yarn Cleaner는 광전식과 정전용량식의 2종류가 생산되고 있다.

1) 광전식 Yarn Cleaner

광전식에 속하는 것으로는

Leuze Optronic (R.N.Leuze, W/Germany)

Loepfe Faden-Reininger (Gebruder Loepfe Swiss)

Newmark Liora(Newmark Instrument Co, England)

Optafil(Kundert, Italy)

Peyerfil(Heberlin & Co, Swiss)(일본 Selen)

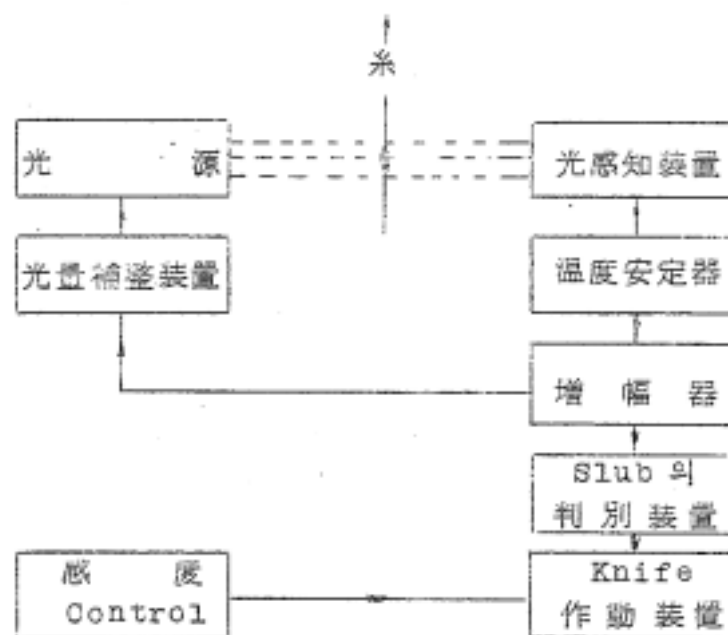
Yarn Spec(Leesona, U.S.A)(일본 Selen)

Electro clean(침옥천공작소)

Optex(성남전기)

이사의 일반적인 동작그림은 <그림 5>와 같으며 광전면에 Slub의 영상을 감지시켜 Slub의 길이와 폭을 check하여 규정치를 벗어났을 때 Knife가 작용하도록 되어 있으며 Nep, Fly 및 Knot등에 의한 신호는 주회로부터 by-pass 하여 흐르므로 knife는 작동하지 않는다.

광전식 Yarn cleaner의 난점은 Pick up부에 먼지나 Fly가 축적되면 감도가 변하는 것이다.



<그림 5> 광전식 Yarn Cleaner 작동도

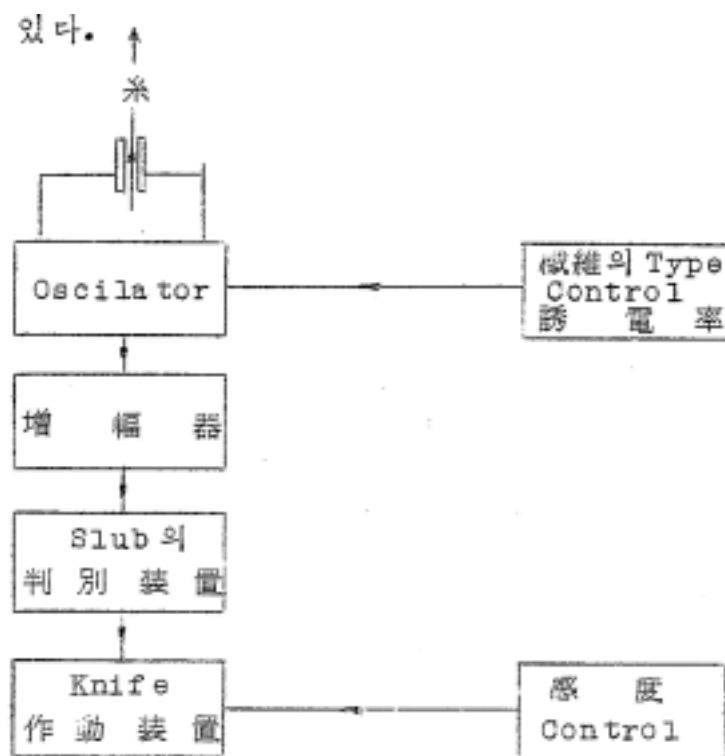
2) 정전용량식 cleaner

위에 속하는 것으로는

Qualitex PQ 1000(Electronische Appraterfabric, Holland)

Uster(Zellweger, Swiss) (계측기공업) 및 도진제작소, 송하전산제품등이 있으

며, 작용원리는 <그림 6>에 표시한 것과 같이 Gauging Head는 2매의 금속판으로부터 되고 이 Plate와 사가 정전 condenser의 정전용량을 변화시킨다. Slub의 통과에 의한 용량증대의 신호를 증폭하고, 이것이 감도 Control의 전압보다 높아지면 knife가 작동하게 된다. 이 종류의 Cleaner는 섬유의 정전율의 및 수분의 영향을 받으며 또 미세금속분에 의해서도 절단이 일어난다. 그러므로 사의 정전율에 의해 Set할 필요가 있으며, Fly, Knot 등 제직에서 문제가 되지 않아 작동되지 않으며 Slub의 형상이 편평한 경우에 있어서도 용이하게 작동되므로 널리 사용되고 있다.



<그림 6> 정전용량식 Yarn cleaner

c) Knotter Monitor

Newmark Knotter Monitor(Newmark Instrumen, England)는 Automatic Winder에

서 계사동작에 의해 생긴 Knot의 단이 지나치게 긴 경우 또는 불량 Knot를 감시하는 장치로서 작동원리는 Yarn Cleaner와 비슷하다.

6. Automatic Winder의 기본문제점

1) Winder의 작업분석

비자동 Winder의 운전시 작업원에 대한 작업분석을 하여 자동화 하였을 때와 비교하여 보면 작업원 1인이 P_0 Drum을 말아서, P_0 개의 Cheese를 생산하는 것을 1cycle로 하여 1cycle를 분석할 때 표준시간으로서 <표 1>의 예를 적용하였다.

이때 작업원은 관사운반 및 Cheese 운반, 소재, 보전작업은 하지않음.

<표 1> 비자동 Winder의 작업분석

No.	작업명	実績 (min)	回数
1	관사 상자 교환	0.30	C
2	Doffing	0.10	P_0
3	털실 풀이기	0.13	P_0
4	糸誘道	0.07	CP_0
5	새로운管糸의 Knotting	0.08	$(C-1)P_0$
6	糸切錘에 간다	0.08	$CP_0\alpha$
7	糸切의 Knotting	0.10	$CP_0\alpha$
8	糸切錘에서 풀아 온다	0.07	$CP_0\alpha$
9	처음으로 풀아감	0.30	C

1cycle의 전작업시간을 $T(\text{min})$ 라고 할 때<표 1>을 기초로 하면

$$T = 0.6C + 0.15P_0 + 0.15CP_0 + 0.25C\alpha P_0 \dots\dots\dots(1)$$

C : 관사본수/Cheese

α : 관사 1본당사절을

이때 $C = 10, P_0 = 50$ 이라고 하면

$$T = 88.5 + 125\alpha \dots\dots\dots (2)$$

(2)에서 $\alpha = 0, 0.2, 0.5, 1.0$ 으로 하면 T는 <표 2>와 같다.

<표 2>의 결과에서 자동화 순서는

- ① 새로운 관사의 Knotting(계사장치)
- ② 관사의 보급
- ③ 사절의 Knotting
- ④ Doffing 및 밀실붙이기(Doffing 장치)로 된다.

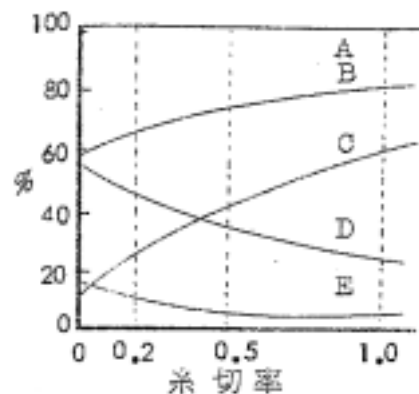
<표 2> 각 작업시간 및 백분율

작업명	min	0	0.2	0.5	1.0
관사 상자 교환	3	3.4	2.6	2.0	1.4
Doffing	5	5.6	4.4	3.3	2.3
밀실 붙이기	6.5	7.3	5.7	4.3	3.0
糸誘道	35	39.6	30.8	23.2	16.4
새로운 管糸의 Knotting	36	40.7	31.7	23.8	16.8
糸切錘에 간다	40α	0	7.0	13.2	18.7
糸切의 Knotting	50α	0	8.8	16.5	23.4
糸切錘에서 돌아온다	35α	0	6.2	11.6	16.4
처음으로 돌아감	3	3.4	2.6	2.0	1.4
計		100	100	100	100

위에서 볼 때 ④의 자동화는 효과가 적으며 ①, ②의 자동화로도 커다란 효과를 볼 수 있으며 ①②의 효과가 클때에는 ③의 자동화는 필요성이 적어

진다.

<표 2>를 기초로 각종 Automatic winder를 비자동 winder와 동일조건으로 운전할 때 남은 작업량(사람이 행하여야 하는 것)을 구하면 <그림 7>과 같으며 <그림 7>에서 A~E의 winder는 다음과 같다.



<그림 7> Automatic Winder의 남은 작업량

A : 일반적인 비자동 winder

B : knotting 장치를 가진 winder로서 D/M 이동방식으로 사절의 knotting,은 작업원이 행함.

C : knotting 장치, 관사보급장치, Doffing 장치, 밀실이 있는 장치를 가진 Winder로 D/M 이동방식, 사절의 Knotting은 작업원이 행함.

D : 소그룹(10D/M전후)에 1개의 Knotting 장치를 가진 Winder로서 사절 Knotting은 기계가 행함.

E : 1D/M에 1개의 Knotting장치를 가지며 관사보급장치가 있고, 사절의 knotting을 기계가 행함.

<그림 7>에서 볼 때 각종 Automatic Winder(B~E)의 비자동(A)에 대한 작업 원수의 비로 생각할 수 있으나 자동화로 인한 비자동에서 없던 작업이 발생

하거나 또는 권취조건의 변동을 고려할 때 약간 달라 질 것이다.

2) Winder의 기계효율 및 최적담당 Drum수

Winder의 1shift(작업시간)에 생산량을 $G(\text{lbs})$ 라 하면

$$G = \frac{80v}{840N} H n_0 n_\mu P \dots \dots \dots (3)$$

v : Winding Speed (yds/min)

N : 사변수

H : 작업시간

n_0 : 정규기계효율

n_μ : 부가기계효율

P : 설비D/M수

정규기계효율은 작업원이 적정배치 되어 있을 때 사절, Doffing의 손실을 고려한 기계효율이며, 부가기계효율은 고장, 작업준비가 나쁠 때, 담당D/M수가 너무 많을 때 등의 이유로 D/M이 정지되는 손실을 고려한 것. 이때 작업원이 적정한 Drum을 맡는다면 $n_\mu = 1$ 로서 기계효율은 $n = n_0$ 가 되나 보통은 $n_\mu = 0.8 \sim 1.0$ 의 값을 보인다.

$$n = \frac{T_0}{T_0 + T_\ell} \dots \dots \dots (4)$$

T_0 : cheese 1개 감는 정미시간

T_ℓ : 사절, Knotting, Doffing에 의한 D/M 정지시간의 합

$$T_0(\text{min}) = \frac{C\ell}{v} \dots \dots \dots (5)$$

$\ell(\text{yd})$: 관사 사장

C : 관사 본수

가 된다.

T_l 은 Winder에 따라 다르므로 T_l 을 결정하기 전에 Winder의 작업방법을 정의하여야 한다.

A : 일반적인 비자동 Winder의 작업

B : 1대(100Drum 전후)에 1개의 Knotter가 있으며 작업원은 Knotting 장치에 신관사투입, 불량 Knotting Drum의 Knotting, 사절Drum의 Knotting, Doffing을 행함.

C : 작업원은 Drum이 움직인 반대방향으로 순회하면서 작업을 행하며 (Knotting)Drum의 정지시간은 정해진 공추시간 이내로 할 것.

D : 작업원은 기계를 순회하면서 Doffing, Knotting 불능한 Drum의 처리, 관사의 보급을 행함

E : D와 동일하며 관사보급을 기계가 행함

이상과 같은 정의로서 Drum정지시간 T_l 은 Doffing, 관사교환, Knotting불능, 사절에 의한 시간의 합이다.

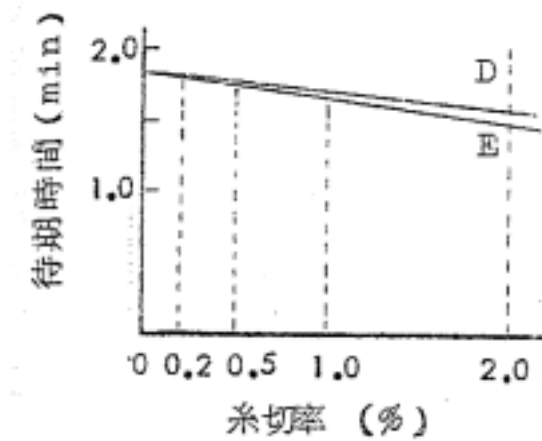
<그림 9>에서와 같이 A~C의 Winder는 80%이상이 무리이며 사절율이 커지면 기계효율이 급격히 감소한다. 그러나 D, E 의 Winder는 안정된 높은 효율을 보이고 있다.

최적담당 Drum수는

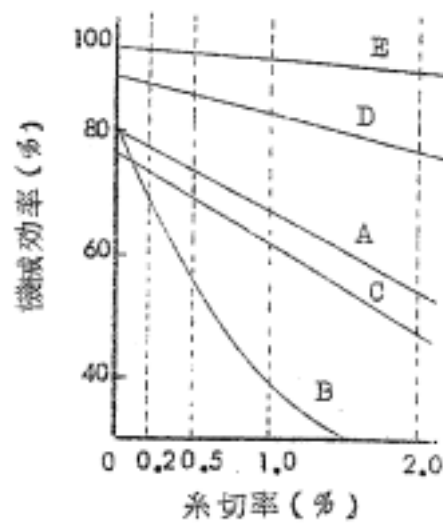
A~C Winder에서는 정해진 기계효율을 유지하는 것을 말하며, D, E Winder는 일정생산량을 달성하기 위한 경제적인 담당 Drum수를 말한다. 즉 기계상각에 필요한 권취비(기계비, 인건비, 설비비, 전력비, 금리)를 최소로 할 때의 Drum수를 말한다.

<그림 8>은 D.E Winder에서 Doffing 및 Knotting 불능 Drum의 처리를 위한 대기시간(t)을 나타낸 것으로 2min 전후로 하려면 경제적인 운전이 가능하지만 다소 경제성을 무시한다면 t 를 높여 담당Drum을 높여 1인당 생산량을

높일 수도 있다.



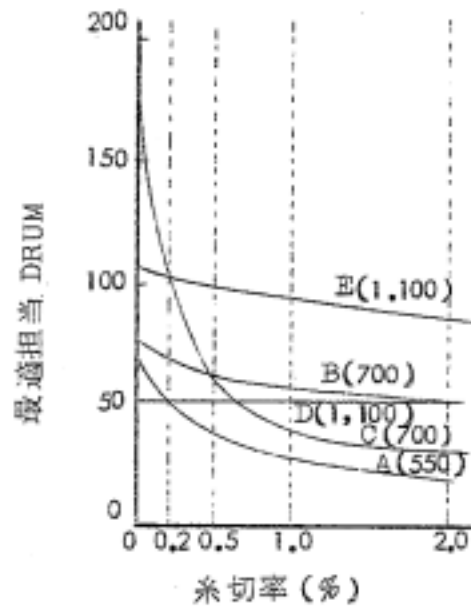
<그림 8> 경제적인 대기시간



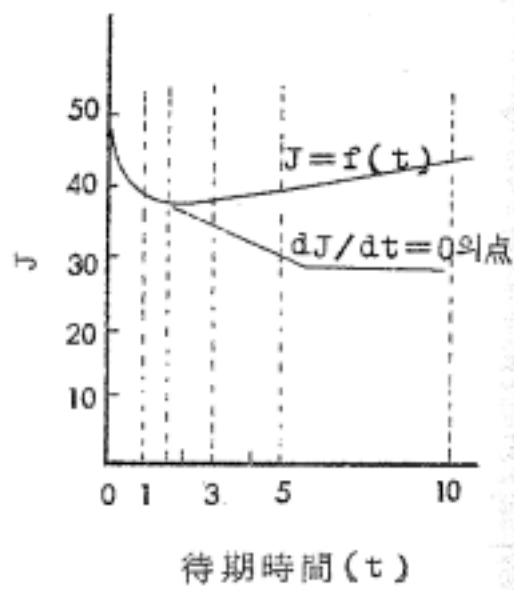
<그림 9> 기계효율과 사절율

<그림 10>은 A~E Winder의 사절율에 따른 최적담당 Drum수를 나타낸 것으로 D E Winder는 사절율에 거의 영향을 받지 않지만 A~C Winder는 사절율 증가에 따라 급격히 감소한다. 이 차가 사절 Knotting장치의 효과이며 사절율

이 큰 사의 경우에는 이 장치를 갖춘 winder가 필요하게 된다.



<그림 10> 최적담당Drum과 사절을
()내의 숫자는 사속을 나타냄



<그림 11> J와 t의 관계

<그림 11>은 기계상각 년도까지의 Winder부문의 총경비(J원)와 대기시간 (t)와의 관계를 보인 예로서 관사1본당 사절율을 1.0%로 하여 5년상각의 경우를 나타낸 것이다.

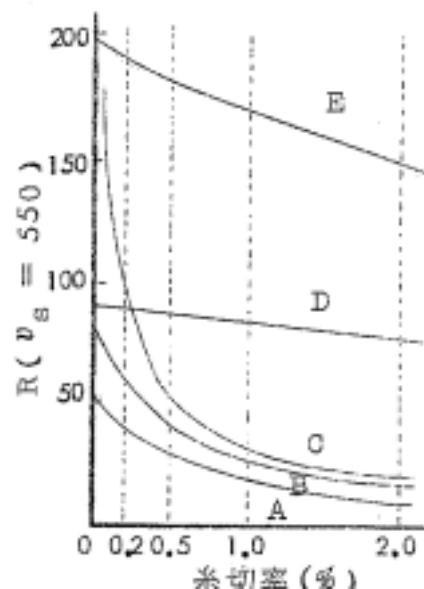
2) Winder의 생산성 및 경제성

① winder의 생산성은 1Drum당 생산량과 작업원 1인당생산량으로 생각할 수 있는 바 작업원 1인당생산량을 앞에서 정의한 각종winder에 대하여 비교하면 작업원 1인당 생산량은 식(3) 에서 $P = P_0$ (최적 Drum수), $n_{\mu}n_0 = n$ 라고 하면

$$R = \frac{v_n P_0}{v_s}$$

v_s : 기준사속(yds/min)

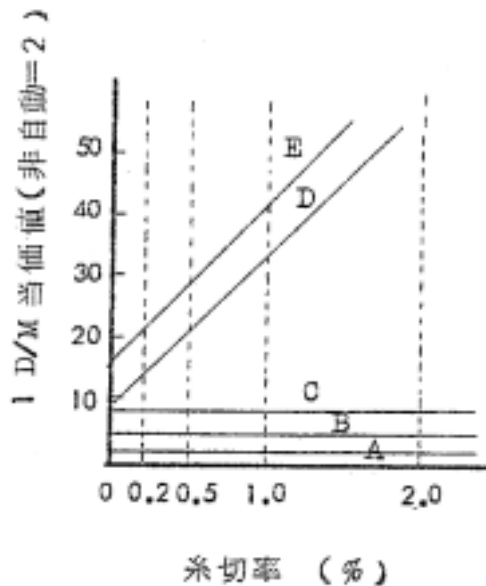
R : 생산지수(1인당 생산량과 비례)



<그림 12> R과 사절율

<그림 12>는 관사의 사장 5,500yds때 각종 winder R을 보인것으로 winder의

성격을 잘 나타내고 있다. A~C winder는 사절율 $\alpha = 0.2$ 이하일 때는 불리하지 않으나, $\alpha = 0.2$ 이상일 때에는 생산량이 급격히 감소한다. 따라서 $\alpha = 0.2$ 이상 일때는 A~C Winder를 사용하지 않는 것이 좋다. D~E Winder는 사절율에 거의 무관하며 특히 E Winder는 $\alpha = 0.2$ 이하일 때도 A Winder의 4배이상의 생산성을 보이고 있다. 고의적으로 1인당 생산량을 높이기 위하여 담당 Drum 수를 높이면 A~C Winder는 기계의 효율이 급격히 저하하므로 R의 증가를 기대하기 어려우나 D, E Winder는 상당한 점까지 증가시킬 수 있다.



<그림 13> 사절율(%)

② Winder의 경제성은 Winder 생산단위량당 총경비는 모든 Winder에 대하여

$$\frac{R}{J} = K(\text{일치}) \dots\dots\dots (6)$$

으로 생각할 수 있다.

J: 생산량당 총경비

그런데 J(총경비)에 대한 5년상각시

$$J = (1.2q + 12e)P + 520m \dots\dots\dots(7)$$

q : winder 1 Drum 당 가격

e : 1 Drum당 사용 전력비

p : 설비 Drum 수

m : 1교대 작업원수

<그림 13>은 각종 winder의 1Drum당 가격(q)를 $P = P_0$, $m = 1$ 로 할 때 비자동 winder와 비교한 것으로 실제 1Drum당 단가는 부가기계효율을 고려하면 <그림 11>의 약 80%보다 낮다면 채산이 맞는다.