

방적기술 시리즈(6)

-소면공정-

1. 공정의 개요

여러해를 거듭하는 동안 면방적에 있어서 소면공정의 중요성은 점차 크게 인식되어 왔으며 OE방적의 등장으로 방적공정이 현저히 단축됨에 따라 소면공정의 중요성은 상대적으로 증대하는 경향을 보이고 있다.

비록 연조공정에서 무거운 불순물이 제거되며 OE정방기도 무거운 잡물을 제거할 수 있도록 설계가 되어 있긴 하지만 소면공정은 실질적으로 잡물을 제거할 수 있는 마지막 공정이라고 할 수 있다.

즉, 소면공정은 혼타면공정에서 넘어온 랩을 테이커인롤러, 실린더와 플레이트 등의 작용에 의해 개개의 섬유로 분환하고 넵이나 단섬유 등의 불순물을 더욱 깨끗이 제거하여 슬라이버를 제조하는 공정이다.

2. 소면공정의 기본조작

소면기의 중요조작은 침의 대향관계를 이용해서 이루어지고 있다.

즉, 침포간의 작용이 침두와 침두에서 행해지는 경우를 포인트 투 포인트(point to point)작용이라 하고 여기서 소면작용이 행해지며 침두에 작용하는 힘이 서로 침포 배면으로 작용하는 경우의 관계를 백 투 백(back to back)작용이라 하고 정면작용이 행해진다.

가. 소면작용(point to point action)

그림 1에서 침포(a)가 정지하고 침포(b)가 섬유덩어리를 보지하여 V_b 의 속

도로 오른쪽 방향으로 움직이면 섬유덩어리에 의해 침포(a) (b)의 침포간에 장력이 생긴다.

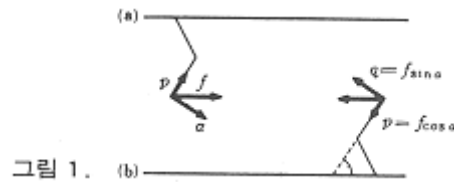


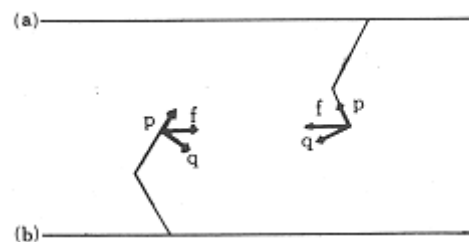
그림 1.

이 장력을 f 라 하고, f 를 침방향의 분력 p , 침에 직각방향의 분력 q 로 나누면 분력 p 는 섬유를 보지하는 힘, 분력 q 는 섬유덩어리 중의 엉킨 것을 풀어헤치는 힘이 되므로 침포간에 끼여있는 섬유덩어리는 분리해섬된다. 이 작용을 소면작용이라 한다.

그리고 침포(a)가 $v''a$ 의 속도, 침포(b)가 $v''b$ 의 속도($v''a > v''b$)로 오른쪽 방향으로 움직일 때는 분리해섬작용은 행해지지 않고 침포(b)의 섬유는 침두방향으로 올라온다. 이를 팬시작용(fancy action)이라 한다.

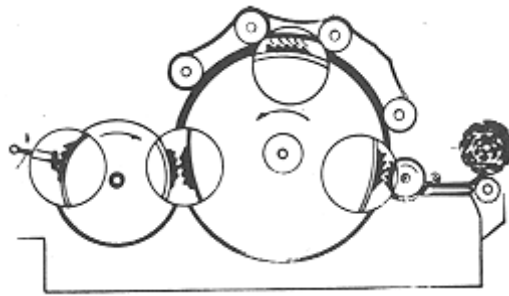
나. 스트립 작용(stripping action)

그림 2에서 침포(b)가 면을 보지하고 침포(a)가 Va 의 속도로 오른쪽 방향으로 작용하면 섬유덩어리에 의해 침포(a) (b)간에 장력 f 가 생긴다.



<그림 2>

이때 분력 q 는 침을 누르는 힘으로 나타나나 침포(b)의 분력 p 는 섬유를 침두방향으로 올리는 힘으로서 작용하고 침포(a)의 분력 p 는 섬유를 침의 방향에 인입력으로 작용하므로써 침포(b)의 섬유는 침포(a)에 소취된다. 이 작용을 스트립작용이라 한다.



<그림 3> 소면기의 침포의 대향관계

3. 소면기의 종류

소면기의 종류는 제작사별, 용도별 그리고 생산수준 등 여러 가지로 분류할 수 있으나 일반적으로 다음과 같이 분류하고 있다.

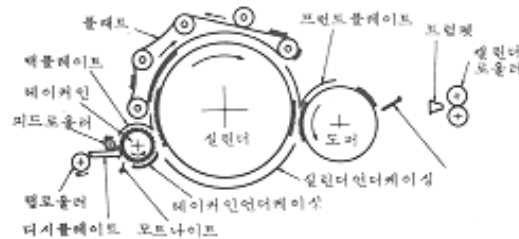
카드	플래트 카드	고정 플래트 카드...면방적용 회전 플래트 카드...면방적용
	롤러 카드	양모방적용, 낙면방적용
	유니온 카드	플래트와 롤러를 혼용한 것

가. 플래트카드(flat card)

지금은 거의 모든 플래트카드가 회전식이며 실린더 주위에 90~110개의 플래트를 설치하여 그 사이에서 소면작용을 하며 섬유장이 비교적 긴 면섬유

에 주로 사용된다.

그림 4는 회전 플레이트카드의 구조이다.



<그림 4> 회전 플레이트 카드

그림 4에서 피드롤러와 디시플레이트(dish plate)로 보지된 섬유덩어리는 회전하는 테이커인의 카넷트와이어(garnet wire)의 치선에서 분리해섬되어 모트나이프(mote knife)의 선단에 격돌하여 비중의 차이에 의해서 잡물은 제거되고 섬유의 흐름은 언더케이싱(under casing)에 의해 제어되어 모든 단섬유는 제거된다.

실린더의 표면속도는 테이커인의 약 2배 정도이므로 스트립작용이고 섬유는 실린더로 이행된다.

실린더에 이행된 섬유군은 극히 느린 표면속도로 움직이는 플레이트와 실린더의 침포간에서 소면작용을 받아 개개의 섬유로 되어 얇게 실린더의 침포면에 확산함과 함께 실린더의 회전에 따른 기류의 영향으로 평행화되어 도퍼로 옮겨간다.

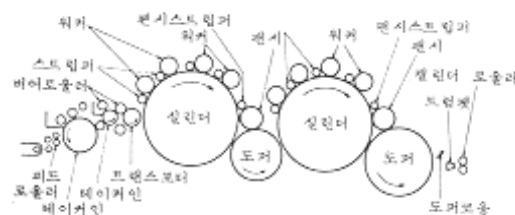
도퍼의 표면속도는 실린더속도에 비하여 심한 차이가 나며 여기서 소면작용이 행해지나 잘 해섬된 상태이므로 도퍼에 이행하여 밀도가 높은 섬유의 얇은막으로 된다.

도퍼상의 얇은 막은 플라이코움(fly comb)의 작용을 받은 뒤 웹(web)로 되

어 트럼펫으로 집속되어 캘린더 롤러로 압축되어 슬라이버가 만들어진다.

나. 롤러 카드(roller card)

롤러카드는 일반적으로 섬유장이 짧은 양모 섬유를 원료로 하는 소면방적에 주로 쓰이며 마방과 낙면방적에도 사용되고 있다.



<그림 5> 롤러 카드

다. 유니온 카드(union card)

롤러 카드와 플레이트카드를 혼합한 카드로서 한쌍 또는 여러쌍의 워커 (worker)와 클리어러에다가 플레이트를 같이 쓰고 있다.

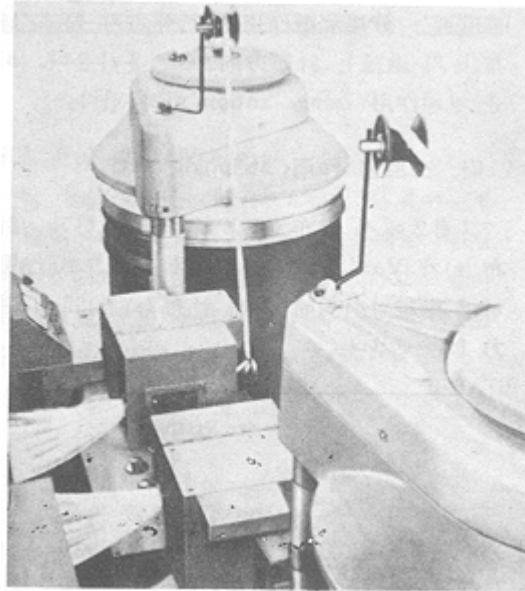
유니온카드는 화섬과 면방 일부에 쓰이고 있다.

라. 탠덤 카드(tandem card)

소면의 생산량증가와 품질향상을 위해 2대의 소면기를 나란히 놓고 제1도퍼와 제2테이커인 사이에 트랜스포트 롤러(transport roller)부분을 설치하여 2대를 연결한 것으로서 슬라이버의 균제도는 향상되나 설치비가 2배 드는 결점이 있다.

2가닥의 슬라이버가 2개의 캔에 수용되는 스플릿델리버리 장치(split delivery system)를 갖춘 Crosol사의 MK 3 DU탠덤카드는 다양한 롤러 드래프트

를 통해 작동하는 단주기 자동균제도 조절장치를 가지고 있으며 이것은 공급된 슬라이버 2가닥 각각을 ± 30 범위내로 수정 가능하다.



<그림 6> MK 3 DU탠덤카드의 스플릿 델리버리장치 부분

스플릿델리버리 장치는 고속 소면기에 많이 채용되고 있으며 고속생산시 발생하는 무거운 웹을 도퍼로부터 스트리핑할 수 있는 장치이다.

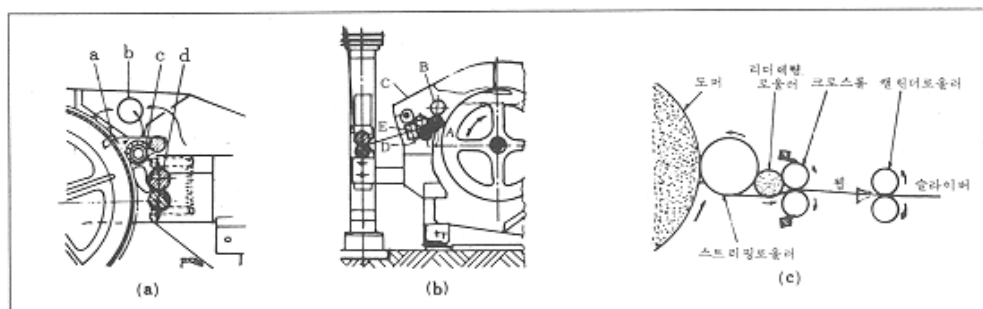
마. 고속 소면기(high production card)

일반적으로 실린더의 속도 300rpm 이상, 도퍼 20rpm이상으로 생산량이 20kg/hr정도 이상일 때 고속 소면기라고 한다.

여러 기계가 등장 또는 개선되어 사용되고 있으며 고속카드 설계상의 무엇보다 큰 특징은 이 웹의 도핑방법이다. 도핑은 보통 플라이코움으로써 행하여 지고 있으나 도퍼의 고속화에 따라 롤러 도핑방식이 개발되게 되었고 이 방식을 대별하면 그림 7과 같다.

<표 1> 면 및 합섬의 고속카드의 생산한계

纖 種	平 均 마이크로 비 어	피 니 어	纖 種 長	平 均 生産量 (lb/hr)	許容限界 (lb/hr)	平均紡出 슬라이더 (hank)	平 均 도기速度 (rpm)
印 度 綿	5.0	-	$\frac{1}{2}$ ~1 $\frac{1}{2}$ in	95	± 15	0.10	38
低 級 美 綿	4.5	-	1 $\frac{1}{2}$ ~1 $\frac{1}{2}$ in	85	± 12	0.11	39
良 好 한 美 綿	4.2	-	1 $\frac{1}{2}$ ~1 $\frac{1}{2}$ in	70	± 10	0.12	34
수단 및 이집트綿	3.8	-	1 $\frac{1}{2}$ ~1 $\frac{1}{2}$ in	35	± 10	0.15	21
超長이집트綿 미마綿等	3.4	-	1 $\frac{1}{2}$ in	22	± 5	0.17	14
비스코오스 레이온	-	1.5	40mm까지	55	± 10	0.13	30
"	-	3.0	60 "	90	± 10	0.10	36
아크릴 파	-	3.0	60 "	90	± 10	0.10	36
불리예스테르(dull)	-	1.2	40 "	35	± 5	0.15	21
" (bright)	-	1.2	40 "	30	± 5	0.16	20
" (dull)	-	1.5	40 "	45	± 5	0.14	26
" (dull)	-	3.0	60 "	90	± 10	0.10	36
폴리아미드	-	1.5	40 "	45	± 5	0.14	26



<그림 7>

- (a) 도퍼코움과 롤러도핑 겸용방식
- (b) 중간웨이트 콘덴서가 달린 롤러 도핑식
- (c) 롤러 도핑식

그리고 카드에서 제진효과를 높이기 위해서 테이커인 부분이 여러 가지로 연구개조되어 있다. 즉, 조정 가능한 모트나이프, 다공 플레이트, 코움세그먼트 라 불리우는 테이커인 밑의 그리드바, 종래의 모트나이프 대신 핀 코우밍 실린더~테이커인 위의 백시이트 부분에 4개의 고정 플레이트의 부착, 테이커인 롤러 위에 이송롤러를 붙이는 등 여러 가지가 있다. 이외에 공통점으로는 캔

의 자동교환장치의 채용, 캘린더롤러 부분의 슬라이버 결점제어 장치등이 설치되었다.

4. 소면기의 구조와 기능

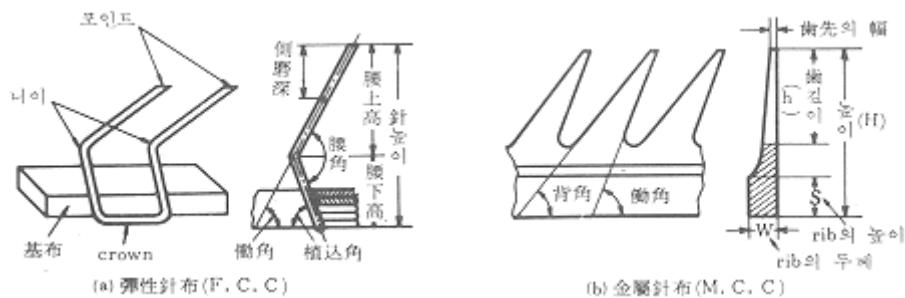
소면기의 구조와 기능은 제작사별로 그 유형과 성능이 모두 다르다.

그렇지만 어떤 유형의 기계라 할지라도 앞에서 언급한 기본조작에 의해서 개섬과 해섬되어 슬라이버를 만들어 캔에 수용되는 조작을 하는 기구는 필수적으로 구비하고 있다. 따라서 소면기의 구조와 기능을 이와 같은 관점에서 알아보려고 한다.

<표 2> 고속카드의 성능 비교

製 作 社	Crosrol Ltd.	Crosrol Ltd.	Marzoli SPA	Platt Saco Lowell
機 械 名	MK30/80	텐덤 MK3/80	C40	602型
機 械 크 기 (길이×폭, in)	139×103	203×103	237×110	130~78 (W/O 코일러)
소 비 전 력 (KW/100 lb)	4.3 (Hp)	11.3 (Hp)	7	150 lb/hr에서 4.9
캔 용 량 (직경×높이, in)	최대36×48	최대36×48	최대40×45	최대40×51
섬 유 길 이 (in)	3 까지	3 까지	2.5까지	최대 2.5
생 산 량 (Lb/hr)	최대100(1렐 리버리) 최대225(2렐 리버리)	최대100(1렐 리버리) 최대225(2렐 리버리)	최대100 (면) 최대120 (화섬)	최대 120
베이커인속도 (rpm) 및 직경 (in)	800~1200, 10	800~1200, 10	300~1500, 9	최고 1200, 10
실린더속도 (rpm) 및 직경 (in)	528~800, 40	525~800, 40	300~600, 51	최고450, 50
도 퍼 속 도 (rpm) 및 직경 (in)	제한없음, 20	제한없음, 20	8 ~68, 28	18~110, 18
플 래 트 형	회전식	회전식	회전식	106 본의 플래트 카드매스터임의조정
도 핑 장 치	스트리퍼 로올러가 부착된Crosrol Varga	스트리퍼 로올러가 부착된Crosrol Varga	둑메스터 또는 2 디테칭 로올러	둑메스터
자동도핑장치有, 無	有	有	有	有
오토레블링有, 無	有(장, 단주기용)	有(장, 단주기용)	有(장, 단주기용)	有(장, 단주기용)
슬 라 이 버 부 게 (grain/yard)	50~100(1렐 리버리) 80×2 (2렐 리버리)	50~100(1렐 리버리) 80×2 (2렐 리버리)	49~83	40~130
특 징	-	-	• 전자식 클러치 • 펄프-브레이킹 모우터	• 데이커인 밀에 코 움바및 웨이스트 조절 나이프부착 • 플래트속도 4 ~ 8" 조정가능

Rieter Mach Works, Ltd.	Schubert Salzer	TOYODA	Truetzschler	Whitin Roberts
C 1/3	KU12/KB86	CK-7 C	DK-2/Exactacard DK-3	Maxi-clean
152×102 (w/24-in 코일러)	104×90/140×70	139×94	168×86/194×112	184×182
7.92	6.5/3.5	3.6	7 /8.3	2.7
최대 40×48	최대 40×48	최대 40×48	최대 42×48	최대 36×40
최대 2.5	최대 3	0.625~2,000	최대 3.25	최대 2.5
최대 125	최대 220/120	80	최대 154 /220	최대 125
최고 1150, 10	770,10/800, 10	1150, 8	915, 10/1240, 10	300~900, 9
최고 450, 51	600,50/400, 50	400, 39	360, 51/351, 51	310, 50
생산속도에 따라변동, 27	생산속도에 따라변동, 27	50, 20	91, 28/61, 28	20~60, 27
회전식	회전식 또는 고정식	플래트 본수 106 고정식	회전, 고정식	회전식
로울러	로울러	로울러	-	로울러
有	有	有	有	無
有(장, 단주기용)	有(장, 단주기용)	有(장주기용)	有(장주기용)	有(장주기용)
52~104	50~90	42~85	50~80	40~70
- 클리닝을 위해 뉴 미픽 장치내장 - Model C/4는 생산량 150 lb/hr.	-	카드 아래의 특수한 클리닝장치.	- 속도제어를 위한 프로그래밍이 되어 있음 - 기대된 클리닝에 석션과 블로어 병용.	- 잡물과 단섬유 제거를 위한 제2의 속이 빈 릿커인. - 작업안전과 환경 청결을 위해서 기대 전체를 커버링



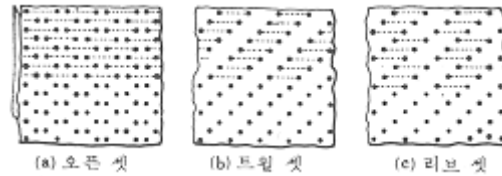
<그림 8> 소면기의 침포

가. 소면기의 침포

침포에는 탄성 침포(flexible wire clothing)와 금속침포(metallic card clothing)가 있다.

1) 식침법

탄성침포에서의 식침법은 그림 9의 방법에 의한다.



<그림 9> 탄성침포의 식침법

2) 침포변수

플레이트카드용의 침포에는 영식변수가 이용되고 롤러카드용의 침포에는 영식 변수와 불식변수 모두 사용되고 있다.

영식변수는 침의 밀도를, 불식변수는 침의 굵기를 나타낸 것으로서 호칭변수와 침의 밀도와의 관계는 명확하지 않다.

영식변수에서는 폭 4inch 중에 있는 크라운(crown)수가 10개의 것을 1변수로 한다.

$$P = 2C = 5N$$

N : 변수

C : 크라운수/inch²

P : 포인트수/inch²

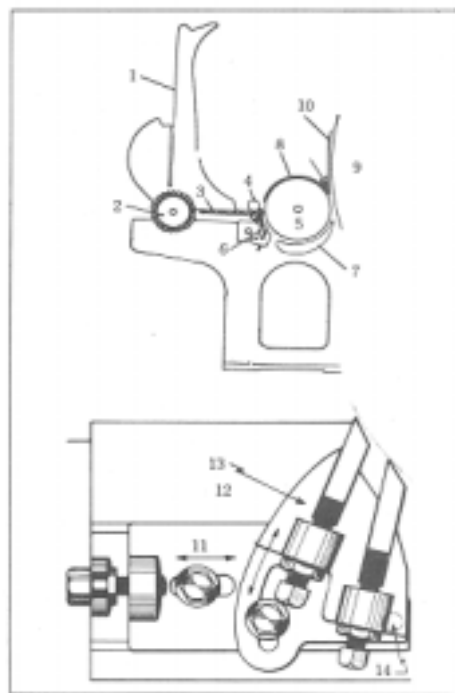
금속침포에는 탄성침포와 같은 침포의 변수는 없고 침높이(H), 폭(W), 피치(pitch : T), 작용각(α)에 의해서 H, W, T, α 로 나타내고 있다.

나. 테이커인 부

테이커인 부는 피들백(feedle back), 랩롤러, 디시플레이트, 피드롤러 등으로

구성되는 급면부와 테이커인 롤러, 모트나이프, 테이커인 언더케이싱 등으로 구성되는 개면 및 정면부로 구성 되어있다.

이 부분에선 랩을 풀어서 일정한 속도로 디시플레이트, 피드롤러 등의 작용으로 테이커인 롤러에 공급해 주고 테이커인 롤러는 공급받은 랩을 개선하여 실린더와 플레이트사이에서 면이 개선작용을 받기에 알맞을 정도가 될 때 까지 선밀도를 감소시켜 주며 잡물을 제거해서 정섬된 면을 실린더에 옮겨준다. 이때 테이커인의 스크린과 모트나이프가 정섬작용을 도와준다.



<그림 10> 테이커인 부

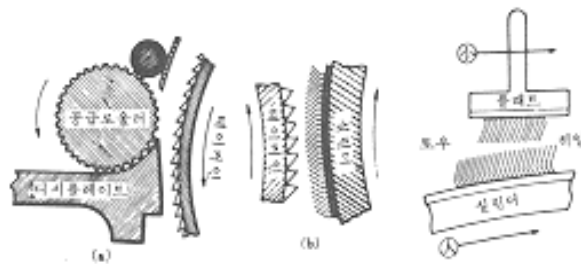
- | | |
|-----------------|-------------|
| 1. 파이들 백 | 2. 랩 롤러 |
| 3. 디시 플레이트 | 4. 피드 롤러 |
| 5. 테이커인 롤러 | 6. 모트 나이프 |
| 7. 테이커인 언더케이싱 | |
| 8. 테이커인 커버 | 9. 실린더 |
| 10. 팬더 | 11. 호울더 스탠드 |
| 12. 호울더 스탠드 치이크 | |
| 13. 모트 나이프 롤러 | 14. 핀 |

다. 실린더 부

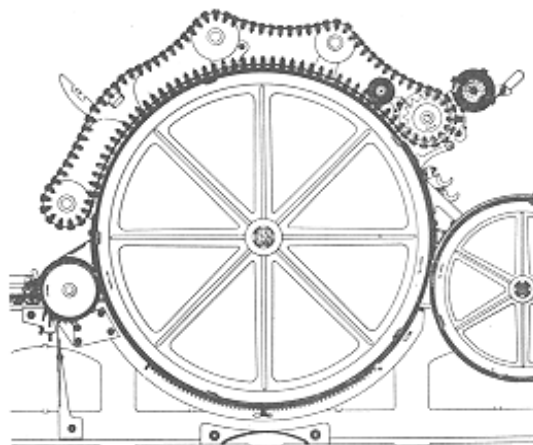
테이커 인으로부터 실린더 표면에 이행된 섬유는 실린더에 의해서 약 2000ft/min의 속도를 갖는데 이들은 40~50개의 플레이트작용을 받는다.

이 때 플레이트의 속도는 약 3inch/min이며 실린더와 같은 방향의 운동을 한다. 실린더상의 섬유는 실린더 회전에 의한 원심력과 기류 및 섬유가 갖고 있는 탄성 때문에 위로 치솟게 된다.

그러므로 이틈사이로 치솟아 올라간 섬유가 다음의 위치에서 플레이트와 실린더 사이의 소면작용을 원활히 받기 위해서는 토우엔드히일(toe and heel)의 관계가 필요하다.



<그림 11> 침포간의 관계



<그림 12> 실린더 부분

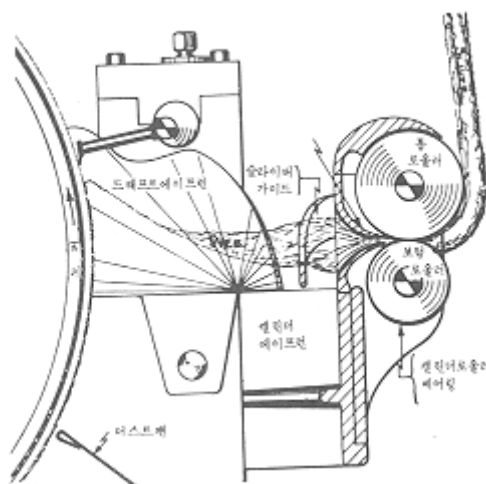
그림 12에서 보는 바와 같이 실린더를 중심으로 각종벨트, 시이트, 그리고 스크린(실린더 언더케이싱)이 설치되고 그 위에 플레이트와 그 플레이트를 지지해서 실린더와의 간격을 유지하기 위한 여러 가지 브래킷이 설치된다.

라. 도퍼 부

실린더와 도퍼의 침의 대향관계는 포인트 투 포인트이지만 실린더의 표면속도가 도퍼의 표면속도보다 월등히 크고 실린더의 원심력과 기류작용 때문에 이곳에서는 축적작용(accumulation action)이 일어나서 실린더 상의 섬유가 도어로 이행된다. 도퍼로 이행된 코움(또는 플라이 코움)의 작용에 의해 웹으로 만들어 진다.

웹은 트럼펫의 구멍을 지나서 슬라이버로 되어 도퍼 캘린더 롤러를 지나 간다(그림 13).

트럼펫 구멍의 크기는 슬라이버 캔에 따라 조절해야 하나 캔의 수용을 늘리기 위해서 다소 좁게 쓰고 있으며 그 한 예를 보면 표 3과 같다.



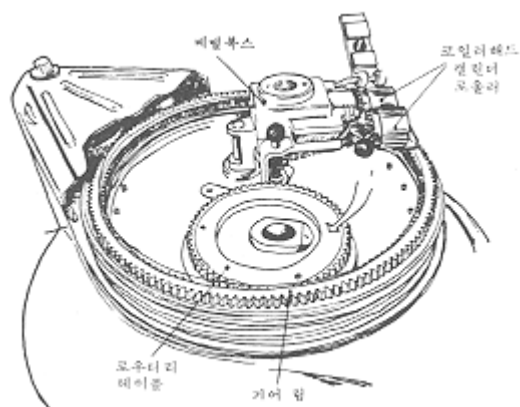
<그림 13> 도퍼 캘린더 롤러 부분

<표 3> 트럼펫의 직경

슬라이버 무게 (gram/yard)	도퍼 트럼펫
30미만	4.8mm($\frac{3}{16}$ ")
30~40	5.6mm($\frac{7}{32}$ ")
40~50	6.4mm($\frac{1}{4}$ ")
50~60	7.9mm($\frac{5}{16}$ ")
60~70	9.5mm($\frac{3}{8}$ ")
70이상	11.1mm($\frac{7}{16}$ ")

마. 코일러 부분

캘린더 롤러로 부터의 슬라이버는 코일러 리드(coiler lid)를 통해 트럼펫을 거쳐 캔에 질서있게 감기게 된다.



<그림 14> 플래니터리 코일러 헤드

캔에 슬라이버를 담는 방법은 코일의 직경을 캔의 반경보다 크게하는 오버센터코일링(over center coiling)방식과 반경보다 작게하는 언더센터코일링(under center coiling)방식이 있다.

다음의 그림 14는 플래니터리 코일러의 헤드 부분이다.

바. 자동정지장치

소면기에 금속침포를 사용해서 고속화됨에 따라서 작업의 안전을 위하여 기계의 각부에 자동정지 장치를 채용하게 되었고 최신의 고속 소면기의 경우 자동정지 장치는 필수적인 것으로 되고 있다.

이 장치에는 기계적 방식과 전기적방식 그리고 이들을 조합한 방식이 있는 최신에는 이들의 조합방법을 많이 쓰고 있다. 다음의 표 4는 자동정지 장치의 예이다.

<표 4> 자동정지 장치의 예

각 부	기 능
피드롤러 부분	랩절단, 랩두께 불균일, 랩소비
도퍼부분	도퍼에 섬유이행
캘린더 롤러부분	슬라이버절단, 슬라이버감김
코일러 캘린더 롤러부분	슬라이버감김, 튜브막힘
만관 및 예고	오토카운터 채용
안전 커버	도어를 열면 정지