

소면공정(IV)

2.3 침포(card clothing)

2.3.1 침포의 선택

소면기의 모든 구성요소 가운데 침포가 소면기의 생산품질 및 생산성에 가장 큰 영향을 미치는 인자이다. 예를 들어 그 동안 새로운 형태의 침포가 개발됨으로써 소면기의 생산속도는 5kg/h 수준에서 오늘날의 80kg/h 수준으로 향상되어 왔다. 물론 새로운 형태의 침포가 이와 같은 생산성의 증가를 가져온 유일한 요소는 아니지만 가장 크게 기여를 한 것만은 사실이다.

불행하게도 그 동안 어떠한 만능 침포(universal clothing)의 개발 가능성 때문에 이들 침포의 개발에 지속적으로 많은 대가를 치뤄와야만 했다. 오늘날 방적공장에서는 사용 가능한 수많은 침포 가운데서 가장 좋은 침포를 고르기 위해 까다로운 선택을 하여야만 한다. 소면기 침포의 선택기준을 알아보면 다음과 같다.

- 소면기의 타입과 형태
- 실린더의 회전속도
- 생산속도
- 처리되는 원료의 양
- 원료의 종류(천연섬유 또는 합성섬유)
- 원료의 품질특성(주로 섬도, 섬유장, 잡물 함유량 등)
- 전반적인 요구 품질수준
- 침포의 가격
- 침포 공급업자의 서비스 상태

작업조건은 공장간뿐만 아니라 같은 공장내에서도 다를 수 있어 적절한

절충이 필요하다.

2.3.2 침포의 분류

오늘날 단섬유 방적공장뿐만 아니라 침포가 사용되는 모든 분야를 고려한다면 수많은 종류의 침포가 시판되고 있지만, 이들을 분류하면 크게 다음과 같은 세가지 그룹으로 나눌 수 있다.

① 플렉시블 침포(flexible clothing)

이들은 탄성이 있는 다층직 배킹(multiple-plycloth backing)에 고정되어 있는 원형 또는 타원형 와이어(wire)의 훅(hook)을 가지고 있다. 개개의 훅은 U자 모양으로 구부러져 있으며, 굽힘 하중(bending load)이 주어지면 굽어지고 이 하중이 제거되면 다시 원래의 상태로 되는 니이(knee)를 가지고 있다. 오늘날 단섬유 방적공장에서 이와 같은 침포는 단지 소면기의 플랫(lat)에서나 찾아볼 수 있다.

② 세미리지드(semi-rigid ; 반경식)침포

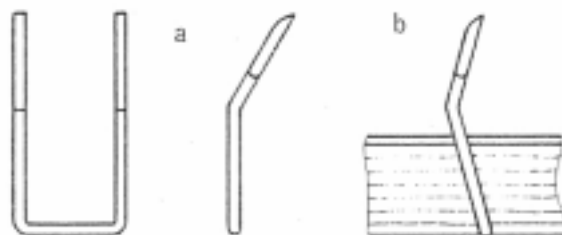
여기에서는 뾰족한 끝을 가지고 있는 평편하거나 둥근 형태의 와이어가 플렉시블 침포의 경우보다 탄성이 더욱 작은 배킹에 고정되어 있다. 이들 배킹은 플렉시블 침포의 배킹보다 겹수가 더 많으며, 직물과 플라스틱층으로 이루어진 다층구조를 가지고 있다. 평편한 와이어는 니이(knee)를 가지고 있지 않으나 둥근 와이어는 니이를 가지고 있을 수 있다. 이들 와이어는 굽혀지지 않으며 어쩌면 발포물질(foamed material)일 수도 있는 직물의 층 속에 깊이 고정되어 있어 실제 사용중에도 빠지지 않게 된다. 따라서, 이들 침포는 플렉시블 침포에 비하여 굽힘 하중에 의한 굽힘의 정도가 아주 작다. 이들 침포 역시 소면기의 플랫에서만 찾아볼 수 있다.

③ 메탈릭 침포(metallic clothing)

이들은 연속적인 형태이며, 펀칭(punching)작업과 유사한 작업으로 가능한 작은 간격을 두고 톱니(tooth)로 절단한, 배킹이 필요없고 혼자 자립하는 형태의 평편한 와이어(flat wire)구조이다. 예를 들어 데이커인에서와 같이 비교적 큰 톱니일 경우에는 이것을 톱니 모양의 침포(saw-tooth clothing)라고 부른다(톱니 모양의 침포와 메탈릭 침포는 같은 것을 의미하는 용어이다). 오늘날 데이커인, 메인 실린더 및 도퍼는 예외없이 메탈릭 침포로 이루어져 있다.

2.3.3 플렉시블 침포<그림 108>

기초 재질은 연속적인 좁은 폭의 밴드(메인 실린더용은 51mm)로 되어 있거나, 5개(플렉시블 침포)나 7개(세미리지드 침포) 또는 경화제로 결합시킨 보다 더 많은 여러 겹으로 구성된 폭넓은 밴드(플랫의 길이와 동일)의 형태로 이루어져 있다. 단면이 둥글거나 타원형인 와이어의 양 훅(double hook)은 이 재질 속에 깊숙히 박혀 있으며, 이들 훅의 다리(leg)에는 니이(knee)가 있고 발(foot)은 크로스 바아(cross bar)로 되어 있다. 여기에서 니이(knee)는 다리가 뒤로 굽혀질 때 훅이 외부로 너무 많이 돌출되지 않도록 하는 데 필요하며, 따라서 침포 사이의 좁은 공간 내에서 작동이 가능하게 된다. 침포의 침투성을 더욱 좋게 하기 위해서는 대개 포인트(point)의 양면을 연삭(측면연마)해주며, 이런 과정을 통해 침포는 더욱 단단해지기도 한다. 플랫에서 포인트의 밀도(point density)는 240~250point/in의 범위이다.

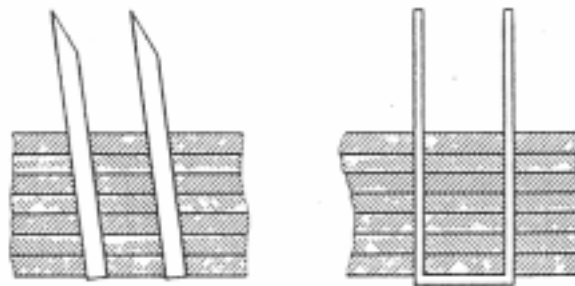


<그림 108> 플렉시블 침포(flexible clothing)

2.3.4 세미리지드(semi-rigid) 침포 <그림 109>

이들 침포는 구조면에서 플렉시블 침포와 유사하다. 그러나 이들은 더욱 많은 직물층(어쩌면 이 역시 발포물질)을 가지고 있고, 니이(knee)가 없는 평 와이어(flat wire)의 혹을 가지고 있거나 니이가 있거나 또는 없는 상태의 보강된 둥근 와이어(round wire)의 혹을 가지고 있다. 플렉시블 침포와 비교해 볼 때 이들 침포는 섬유로 막히지 않는 장점이 있으며, 따라서 제거되는 플랫 스트리핑(flat stripping)의 양이 적다.

그 외에도 이들 침포는 플렉시블 침포에서와 같이 자주 磨針을 할 필요가 없다. 최소한 평와이어에서만은 개개의 磨針이 포인트의 재질을 닳게 하여 작업표면(working surface)을 점차 넓게 하는 작용을 하여 횃수를 거듭할수록 침포의 침투력을 떨어지게 한다. 평 와이어 침포는 측면연마 없이 단지 한번 또는 두 번의 마침이 가능하고 측면연마를 할 경우에는 4회까지 가능하다.



<그림 109> 세미리지드(semi-rigid) 침포

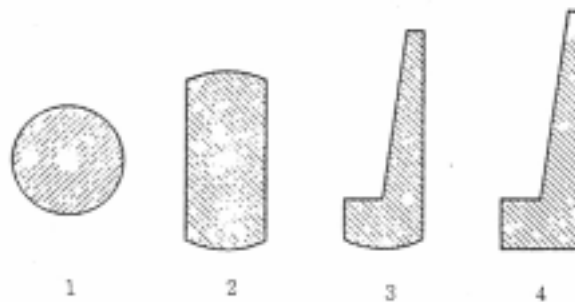
2.3.5 메탈릭 침포(metallic clothing)

2.3.5.1 메탈릭 침포의 제조

기초가 되는 재질은 원형의 와이어이며, 여러 단계의 壓延工程을 거쳐 요

구하는 단면으로 만든다<그림 110>. 요구하는 단면으로 만든 이들 와이어는 절단기를 통과시킨다. 여기에서 고정밀도의 切削工具는 두 톱니 사이의 모양에 따라서 절단 후에 남게 되는 톱니 사이를 하나씩 하나씩 정확히 절단하게 된다. 여기에서 치수의 변동한계를 극히 작게 유지하는 것이 매우 중요하다.

이와 같은 절단 다음에 바로 이들 와이어를 불꽃에 통과시킨 후 담근질액에 담그는 방식으로 담금질을 하게 된다. 여기에서도 역시 높은 기준의 균일한 처리가 요구되며, 일정한 경도가 얻어지게 된다. 섬세한 침포의 경우, 톱니 포인트(point)의 두께는 아주 예민한 면도날보다도 더욱 가는 0.05 ~ 0.06mm 정도밖에 되지 않는다는 점을 생각하면 작업의 수준을 짐작할 수 있다.



<그림 110> 메탈릭 침포에서 와이어의 단면 형성

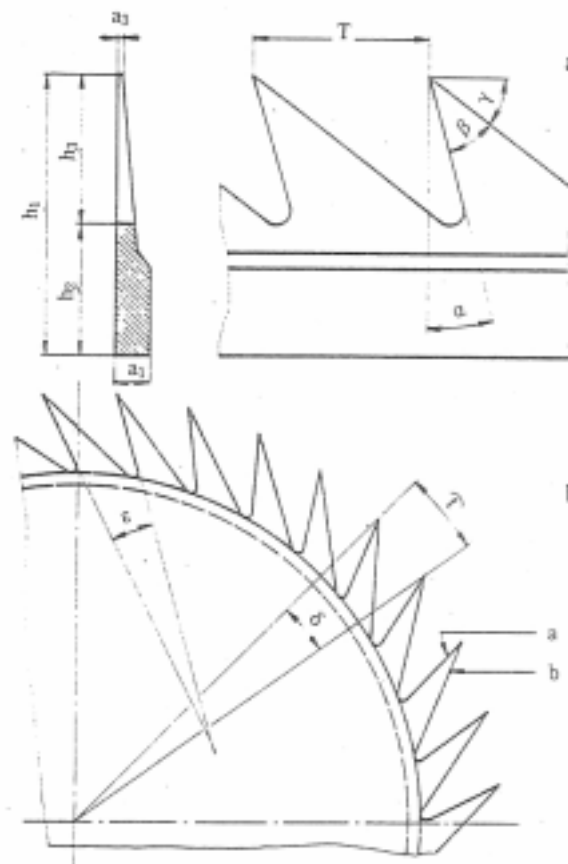
2.3.5.2 침포의 기하학

B. Wolf씨는 메탈릭 침포를 위치에 따라 다음과 같이 구분하고 있다. <그림 111>

지금부터 침포의 일부 중요한 요소와 치수에 대해 간략하게 언급해 보기

로 한다.

번호	명 칭	기호	비 고
1	基部의 幅	a_1	mm
2	끝밑에서의 톱니 두께	a_2	mm
3	끝(tip)부분에서의 톱니 두께	a_3	mm
4	전체 높이	h_1	mm
5	基部의 높이	h_2	mm
6	톱니의 두께	h_3	mm
7	톱니의 피치	T	와이어를 똑바로 펴고 측 정했을 때 연속적인 두 톱 니 사이의 간격
8	梳綫角度	α	와이어를 똑바로 펴고 측 정했을 때 톱니의 基部로 부터의 垂直線과 앞날(lea- ding edge) 사이의 각도
9	톱니 꼭지점의 각도	β	톱니의 앞날과 뒷날사이의 각도



<그림 111> 메탈릭 침포의 각도와 기타 치수

2.3.5.3 침포의 가장 중요한 작동요소

① 포인트 밀도(단위 표면적당 포인트 수)

포인트 밀도는 소면작용에 아주 크게 영향을 미치게 된다. 그러나 포인트의 수와 실린더의 회전속도는 같이 고려해야만 한다. 중요한 것은 단순히 전체적인 포인트 수만이 아니라 단위 시간당 이용할 수 있는 포인트의 수, 즉 포인트 밀도와 표면 이동속도의 곱이다. 따라서, 낮은 포인트 밀도는 부분적으로는 보다 높은 실린더의 회전수에 의해 보상할 수 있다(전반적인 결과는 일부 품질을 저해할 수 있기 때문에 이것이 언제나 가능한 것은 아니다).

또한, 메인 실린더와 도퍼 침포의 밀도는 서로 조화를 이루어야 한다는 점을 명심해야 한다. 일반적으로 일정한 수준까지는 포인트의 밀도가 증가할수록 소면효과가 더욱 좋아진다. 그와 같은 최적의 수준 이상으로 포인트 밀도가 증가하면 부정적인 영향을 미치게 된다. 이와 같은 최적의 수준은 처리받은 원료에 따라 크게 다르다. 굵은 섬유는 보다 더 적은 수의 포인트를 필요로 하고 또한 소면기에서 더욱 많은 공간을 차지한다. 보다 가는 섬유의 경우는 동일한 원료처리량일 경우, 더욱 많은 수의 섬유가 존재하기 때문에 포인트가 더욱 많은 침포로 처리해야만 한다. 포인트의 밀도는 in^2 또는 cm^2 당의 포인트 수로 표시하며 다음과 같이 계산할 수 있다.

$$\text{포인트수}/\text{in}^2 = 645/(\text{기부의 폭}(\text{mm}) \times \text{피치}(\text{mm}))$$

$$\text{포인트 수}/\text{cm}^2 = 100/\text{기부의 폭}(\text{mm}) \times \text{피치}(\text{mm})$$

$$\text{포인트 수}/\text{cm}^2 = (\text{포인트 수}/\text{in}^2)/645$$

② 基部の 幅(a_1)

이것은 포인트 밀도에 영향을 미친다. 기부의 폭이 더욱 좁으면, 실린더상에 더욱 많은 회전수의 와이어를 감을 수 있고 따라서 포인트의 밀도가 더

욱 커지게 된다.

③ 침포의 높이(h_1)

오늘날 실린더상의 메탈릭 침포의 높이는 2mm에서 3mm 사이로 다양하다. 이들 침포의 높이는 매우 균일해야 한다. 어떤 주어진 톱니의 소면각도에서 높이가 보다 짧은 톱니의 경우가 차지하는 공간이 더욱 작기 때문에 침포의 높이 역시 포인트의 밀도에 영향을 미치게 된다. 보다 짧은 톱니를 사용할 경우에 소면작용 도중에 침포 사이로 빠지는 섬유의 양이 적으며, 전반적으로 카딩 표면에서 보다 좋은 소면효과를 얻을 수 있다. 또한, 짧은 톱니를 가진 침포의 경우에는 침포 사이에 잡물 입자로 메워지는 경향도 적다.

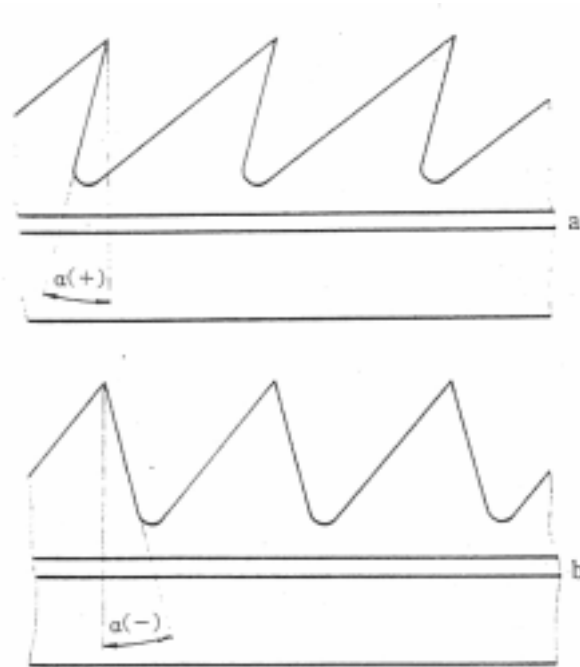
④ 톱니의 피치(pitch ; T)

침포의 밀도는 또한 톱니의 끝에서 끝까지의 간격으로도 나타낼 수 있다.

⑤ 소면각도(carding angle ; α)

이 소면각도가 톱닝서 가장 중요한 각도이다. 이 각도에 의해 침포의 침투력, 섬유의 파지력 등이 결정된다. 이 각도는 수직선으로부터 톱니의 선단면의 기울기로 나타낸다. 이 각도는 플러스 부호(+) (그림 112의 α)나 마이너스 부호(-)(b)를 붙여 나타내거나 중간 값으로 표시한다. 만약, 톱니의 선단면이 수직선(0)에 놓이게 되면, 그 각도는 중간값이 된다. 마이너스 각도를 가지는 침포는 일부 합성섬유를 처리하는 공정의 테이커인에만 사용된다. 이와 같은 형태의 톱니에 의해서는 섬유들이 약하게 파지되기 때문에 실린더쪽에 섬유를 보다 용이하게 건내주게 되며, 이들 침포에서는 매워짐 현상이 덜 일어난다. 보통 소면각도는 다음의 범위에 들게 된다.

- 테이커인 : $+5^{\circ} \sim -10^{\circ}$ (-15°)
- 실린더 : $+12^{\circ} \sim +27^{\circ}$
- 도퍼 : $+20^{\circ} \sim +40^{\circ}$

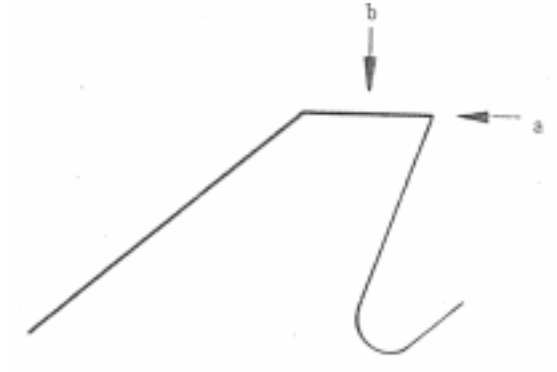


<그림 112> 플러스(a) 및 마이너스(b)의 소면각도

⑥ 톱니의 포인트(tooth point)

소면작용은 톱니의 끝(tip)에서 이루어지기 때문에 포인트의 형성은 매우 중요하다<그림 113>. 최적의 소면조건을 부여하기 위해서 이들 포인트는 바늘과 같은 모양이 되어서는 안되고 그 끝부분에 표면(b)을 형성해야 한다. 이 표면은 가능한한 매우 작아야 한다. 섬유 보유력을 부여하기 위해서 이 표면의 앞쪽은 날카로운 끝(a)을 형성해야 한다. 불행하게도 원료를 처리하는 중에 이 끝은 조금씩 무디어져 가기 때문에 톱니의 포인트는 때때로 재연마 해주어야 한다. 재연마 도중에 이 끝부분(a)이 무너져서는 안되기 때문에 주

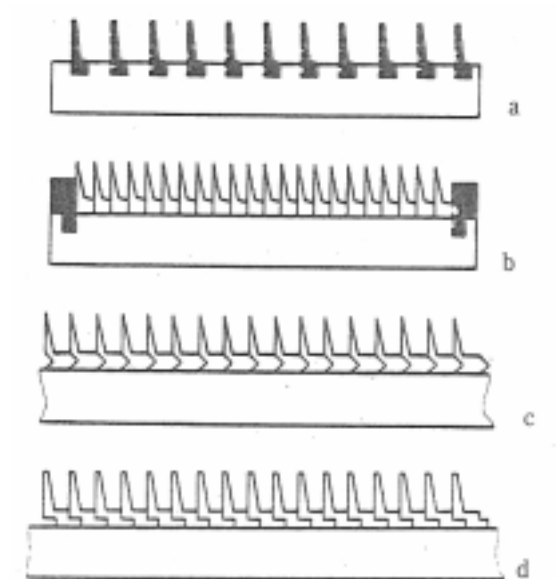
의해야 한다. 톱니는 주어진 깊이로 연마해야만 하며, 그렇지 않으면 표면(b)이 너무 커지게 되어 만족스러운 소면처리가 불가능하게 된다.



<그림 113> 톱니의 포인트(tooth point)

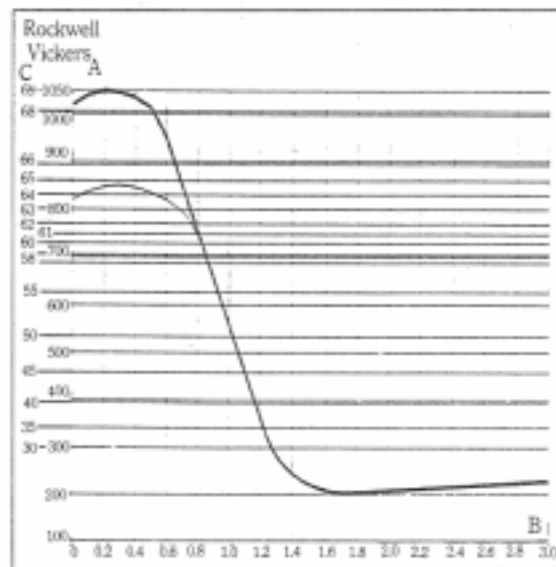
⑦ 톱니의 기부(base)

톱니에 적절한 강력을 부여하고 이들을 감아서 사용할 수 있게끔 톱니의 기부는 포인트보다 더욱 넓다. <그림 114>에서 보는 바와 같이 기부의 모양에 따라서 여러 가지로 구분할 수 있다.



<그림 114> 톱니 기부의 형태 및 드럼상에서의 설치

와이어를 설치하기 위해서는 보통의 단면(a : 테이커인용, b : 실린더용)을 가진 경우에 테이커인(a)의 표면에 파여진 홈을 따라 눌러주며 감거나 단순히 메인 실린더(b)의 평편한 실린더의 표면상에 많은 장력을 주며 감아주면 된다. (d)는 로크 와이어(locked wire)를 나타내고, (c)는 체인 와이어(chained wire)를 나타낸다. 이들 두 가지 모두 테이커인의 평탄한 표면에 사용할 수 있으며, 파여진 홈을 필요로 하지 않는다.



<그림 115> 와이어의 높이에 따른 금속의 경도

A : 경도 B : 상부로부터 톱니의 높이

⑧ 톱니의 경도(hardness)

한가지 침포로 가능한한 많은 양의 원료를 처리하기 위해서는 톱니의 포인트가 쉽게 닳아져서는 안된다. 따라서, 경도가 너무 크면 와이어가 부러지는 경향이 있기 때문에 너무 커서는 안된다 해도 어느 정도까지는 포인트의 경도가 좋을 필요가 있다. 다른 한편으로 와이어를 등근 본체에 감기 위해서 기부는 유연성을 가져야 한다. 따라서, 개개의 톱니는 끝부분(tip)이 단단해야

하고 기부는 유연해야 한다. 현대의 톱니는 <그림 115>에서 보는 바와 같은
경도구조를 가지고 있다.

2.3.5.4 침포에 관한 참고자료(Peter Wolters사 제공)

[illegible]