

플랫 소면기(flat card)에 있어서 공기의 흐름

1. 서 언

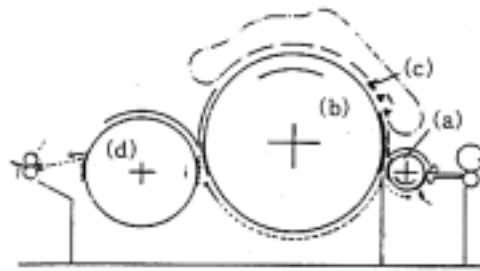
먼저 플랫 소면기(flat card)의 발명에서 현재에 이르기까지의 발전단계를 역사적으로 관찰해 보기로 한다. 1748년 Lewis Paul에 의해 회전식 소면기가 처음 만들어진 이래 현재의 플랫 소면기와 가장 가까운 형태로 만들어진 것은 1850년 Evan Light에 의해서이다. 그 이후 지금까지 여러 종류의 연구와 조사가 행해져 소면기 각 부분에 대해 여러가지 개량을 하려는 시도가 있어 왔다. 이 가운데에는 소면기의 소면작용에 있어 공기의 흐름이 주는 효과가 아주 유효하다고 하는 긍정적인 입장과 그다지 효과적이지 않다고 하는 부정적인 입장의 두가지로 나누어져 왔다. 그러나 대부분은 긍정적으로 보고 있으며 이에 속하는 사람들로 Strang, Bogdan, Niitsu, Nozaki, Yamawaki, Kida 등이 있다. 또한 부정적인 입장을 나타내는 사람들로 Merenyi, Miller, Brown, Rusca 등을 지목할 수 있지만 단지 이들은 소수파일 뿐이다. 긍정적인 입장을 취하는 연구자인 Strang은 1949년 이래 경계층 이론을 소면작용에 적용하여 공기역학적 작용이 개성에 미치는 효과를 검토하였다. 마찬가지로 Bogdan은 소면기 각 부분에서 기류가 슬라이버의 품질에 미치는 영향을 상세하게 연구하였다. 카드 와이어 표면에서 일어나는 경계층에 관한 연구로는 Yamawaki, Kida에 의한 것이 있으며, 어느 것이나 공기역학적 작용이 소면작용에 중요한 역할을 한다고 밝히고 있다. 이런 것과는 별도로 플랫 소면기의 테이커인부에서 섬유괴의 분해와 제진에 효과가 있는 모트 나이프부분, 언더케이싱부분의 기류를 해석한 것으로는 Niitsu, Nozaki 및 Moriyama의 상세한 연구가 있다. 이상과 같이 플랫 소면기에서는 섬유에 대해 기계역학적 작용과 동시에 공기역학적 작용도 크게 작용하는 것으로 생각되면, 이 두 가지

작용의 공현도도 소면기의 운전속도에 따라 크게 변화하는 것으로 추측된다. 여기서는 지금까지 행해져 온 공기의 흐름에 관한 연구를 소면기 각 부분에 대해 해설하고, 비록 실현하기는 어려우나 기류의 영향이 없는 소면작용의 고안 방법에 대해서 논술해 보기로 한다. 또한 고속화에 의해 공기의 흐름이 소면작용에 미치는 영향과 공기의 흐름을 제어하는 새로운 장치에 대해서도 언급하고자 한다.

2. 소면작용이 공기에 주는 영향

가. 소면기 각 부분에 있어서 공기의 영향

플랫 소면기의 개략적인 구조를 <그림 1>에 나타냈다.



<그림 1> 플랫 소면기

(a) 테이커인 로울러 (b) 실린더 (c) 플랫 (d) 도퍼

플랫 소면기는 그림에 나타난 것처럼 (a)테이커인부, (b)실린더부, (c)플랫부, (d)도퍼부로 나누어져 있다. 작용별로 보면 테이커인부에서는 대략적인 섬유 분해 및 제진, 실린더부와 플랫부에서는 다시 세밀한 섬유분해 및 제진과 동시에 섬유의 평행화가 행해지고, 실린더와 도퍼 사이에서는 섬유의 집적, 도퍼 앞쪽에서는 섬유의 집속이 이루어진다. 여기에서는 섬유의 통과 순서에 따라 앞서 말한 내용을 기초로 소면기 각 부분에 대해 공기역학적 작용을

개략적으로 설명하고자 한다. 또한 여기에 실린 실험결과 중에는 실제 기계에 의한 것과 칫수나 운동속도는 실제 기계의 운전조건보다 작지만 공기의 기본적인 유동상태를 추정하기 위한 모델 실험에 의한 것도 포함하고 있다.

1) 피드 플레이트와 테이커인 롤러 사이

피드 플레이트의 선단에서는 테이커인 롤러의 회전에 따라 선단 가까이에 서부터 역기류가 존재하고, 이 역기류가 공급되는 섬유군을 흐트러뜨리고 테이커인 롤러에 의한 개섬과 뜯어내는 작용을 보조하여 효과가 있는 것으로 생각되고 있다.

2) 테이커인과 모트 나이프(언더케이싱을 포함) 부근

테이커인 롤러에서 섬유괴는 모트 나이프에 의해 불순물을 분리하는 작용과 기계적인 타격작용을 받는다. 그러나 Moriyama의 연구에서는 테이커인 롤러 주변에서의 제진작용을 기류의 작용을 주체로 하는 분급기구의 측면에서 설명하고 있다. 원리적으로 여기서의 분급기구는 원심기류, 완곡기류 및 상승기류에 의해 구성되었고, 원심력, 동력, 관성력 및 부력의 작용에 의해서면섬유와 헝잡물은 가방섬유, 단섬유, 열매찌꺼기, 잎 찌꺼기, 미성숙 섬유 등으로 분급 및 분리되고 있다. 분급이라고 하는 본래 의미는,

① 입자 같은 물질을 크기, 기능, 색과 같이 확립된 기준으로 분리 또는 종류별로 나누는 것,

② 여러가지 크기를 갖는 입자의 혼합물(예를 들어 모래나 자갈) 가운데 큰 입자를 낮은 쪽으로 가게 하여 각층으로 분별하는 것을 말한다.

따라서 여기서 사용하고 있는 분급이라는 것은 유체(공기) 중에 있는 분립체를 원심력, 침강속도 등의 차에 의해서 입자의 직경이나 속도가 다른 복수

개의 군으로 분리하는 조작을 가리킨다. 이외에 Niitsu, Nozaki의 연구가 있는데, 특수하게 설계된 열선풍속계를 써서 실제 소면기와 모형 소면기에 대해 테이커인 롤러 주변의 기류를 직접 측정하여 이를 기초로 테이커인 주위의 기류 상태를 명확히 하고 있다. 이 실험에서는 테이커인에서의 기류가 개선풍작용에 미치는 영향을 조사하고, 테이커인 하부에서의 기류와 부스러기, 린트 등의 낙하경로와의 관계에 대해 상세하게 조사하고 있다. 이러한 열선풍속계를 사용한 실험에서는 아주 약한 풍속까지도 포함하여 광범위한 유속을 삼차원적인 풍향과 함께 동시에 측정하며, 더욱이 아주 좁은 부분의 기류까지도 측정할 수 있게 되어 있다. 즉 실제 사용되는 소면기의 테이커인 하부에 기류를 실제로 측정하여 이 데이터를 나타내고, 모형 소면기에서는 테이커인의 와이어 치열 사이의 기류도 측정하여 경계층의 발달에 관한 분석을 하고 있다. 다른 보고서에는 실제 소면기의 테이커인부에서 면섬유괴의 개선풍작용을 면밀하게 조사하고 있다. 이 보고서에서는 개선풍작용에 영향이 있다고 생각되는 요소에 대해 여러가지로 변화시켜 그 분포를 조사하고, 결과적으로 테이커인에서의 기류가 슬라이버 중의 이물밀도에 미치는 영향에 대해 검토하고 있다. 또 다른 보고서에는 테이커인부에서의 부스러기, 린트의 낙하경로에 대한 연구가 있고, 테이커인 롤러를 이탈한 개체가 각각의 자유낙하 종말속도에 따라 테이커인 수반기류 중에서 도달하는 운전경로를 추정하여 모트 나이프와 언더케이싱의 부착위치와 테이커인의 회전수가 부스러기나 린트의 낙하량에 미치는 영향을 조사하고 있다. 구체적으로는 가넷 와이어의 치선을 이탈한 불순물과 린트가 테이커인 주위의 기류 속에서 어떤 운동을 하는가를 조사하고, 모트 나이프와 언더케이싱의 부착조건이 이들 낙하에 어떤 영향을 미치는가를 검토하고 있다. 이상 설명한 것은 테이커인에서의 기류에 관한 연구 가운데 일부이고, 이외에도 비교적 많은 연구가 행해지고 있

다. 소면기의 다른 부분과 비교하여 테이커인을 대상으로 이런 연구가 널리 행해져 온 이유는 테이커인부는 비교적 공간이 넓어 기류의 측정이 쉽다는 잇점이 있으며, 또 하나의 큰 이유로서는 소면작용의 최초 부분으로서 가장 중요한 역할을 하는 것으로 생각되기 때문이다. 테이커인에서는 기계적인 작용과 함께 공기에 의한 작용도 크게 영향을 미치고 있어 공기역학적 작용을 고려하지 않고서는 이 부분의 소면작용은 논할 수 없다.

3) 테이커인과 실린더 사이

통상 테이커인 롤러는 실린더 표면속도의 1/2 정도의 속도로 회전한다. 테이커인 롤러와 실린더가 가장 접근한 점(게이지 점) 부근을 생각하면, 섬유의 입구측에서는 테이커인에 있는 기류가 흡인 속작용을 받으나 출구측에서는 압출작용을 받는다. 따라서 실제로는 실린더와 테이커인 롤러로부터 기류의 합류점에서 소용돌이가 발생할 것이다. 즉 유입측에서는 테이커인측으로 역류의 소용돌이가 보여져 유출측에서는 소용돌이를 동반하여 테이커인 롤러로부터 실린더의 표면으로 기류가 흡인되는 경향을 보인다. 이 기류에 의해 테이커인 롤러에 있는 섬유괴는 실린더의 고속수반기류에 의해 끌려들어가고, 이 작용이 테이커인으로부터 실린더에 접근함에 따라 실린더측의 보다 고속의 기류에 의해 흡인되고 가속됨과 동시에 소용돌이에 의해 어느 정도 교란작용을 받는 것으로 추측된다. 또 이 실린더에 의한 테이커인 롤러의 가네트 와이어에 대해 끌려 들어가는 작용은 비교적 커서 가네트 와이어의 치부분에까지 미치는 것으로 추정된다. 물론 이론 공기적 작용과 동시에 실린더 와이어의 기계적인 개섬작용에 의해 테이커인 롤러에 있는 섬유가 실린더로 이행하게 된다. 여기서 테이커인의 회전수를 증가시켜 실린더 표면속도와 차를 작게 하면, 테이커인으로부터 실린더로 충분히 섬유가 보내지지

않는다고 하는 실험결과도 있어 테이커인 실린더 사이의 기류가 실린더에 의해 섬유를 포착하는 일에 보조적이긴하나 효과적으로 작용하는 것으로 볼 수 있다.

4) 실린더와 도퍼 사이

실린더 와이어에 포착된 섬유괴는 플랫에 의해 기계적인 개섬 및 제진작용을 받음과 동시에 공기역학적인 보조작용을 받는다. 실린더와 플랫 사이의 공간을 자세히 검토하면, 플랫 와이어는 비연속적으로 연결된 관계로 실린더와 플랫 사이에서 기류의 유동상태에 가장 큰 변화를 주는 것은 플랫 바의 연결부에 존재하는 와이어의 간격이 없는 부분일 것으로 생각된다. Kida의 연구에 의하면, 모형 소면기에 대해 연기흐름을 이용한 실험에서 이러한 플랫의 틈 부분에 소용돌이가 발생하는 것이 확인되고 있다. 이 실험은 모델 실험으로서 칫수 및 운동속도는 실제 기계보다 작지만 공기의 기본적인 유동상태를 추정하기에는 충분하다. 이와 같이 플랫의 틈 부분에 소용돌이가 발생하는 것은 실린더 표면에 있는 플랫 바마다 간헐적으로 공기에 의해 섬유의 교란작용이 일어나고 있다는 가능성을 나타낸다. 따라서 이런 상태에서부터 추정하면, 플랫 상호 간에 생기는 소용돌이에 의해 실린더 표면에 있는 공기는 흐트러지고, 이로 인해 실린더에서 섬유의 확장 폭이 커지기 때문에 실린더의 메탈릭 와이어와 플랫 침포 사이의 기계적인 개섬 및 제진작용을 공기적인 작용이 보다 효과적으로 한다고 생각되고 있다. 그러나 이 보고서에는 그 효과에 대한 정량적인 테이터는 나와 있지 않다. 위에서 기술한 것처럼 플랫과 실린더 사이는 세팅 게이지가 극단적으로 좁아서 이 부근의 기류는 그 풍속을 측정하려 해도 실제 기계에 대해서 직접 측정하는 것은 곤란하며 이론적으로 연구해도 그 구조가 아주 복잡하기 때문에 해명하기가

어렵다.

5) 실린더와 도퍼 사이

실린더와 도퍼 사이에서 공기의 유입은 비교적 부드럽게 행해지고 실린더의 메탈릭 와이어에 있는 섬유의 일부분은 도퍼의 와이어에 의해 기계적으로 포착된다. 실린더에서 도퍼로 섬유가 이행되는 비율을 이행률이라 부르며, 도퍼와 실린더가 가장 근접한 점(게이지 점)을 지나 공기가 유출하는 쪽에서는 실린더 쪽으로 기류의 역류가 있음을 확인할 수 있다. 이러한 공기의 거동은 섬유의 이행과는 완전히 역으로 작용하게 되어 기류에 의한 작용이 실린더에서 도퍼로 섬유가 이행되는 것을 방해하는 것처럼 생각된다. 소면작용이라는 점에서 이행률이 높은 쪽이 바람직하다고 하면, 이부분을 개량해서 보조적인 공기류를 적극적으로 작용시키는 방법 등을 취하여 이행률을 높이는 방법도 생각할 수 있다. 그러나 실린더로부터 도퍼로의 섬유의 이행률은 너무 높아도 슬라이버의 굵기 불균일, 섬유의 배열도 등에 영향을 줄 가능성이 있고, 역으로 너무 낮아도 오버 카딩이 되어 슬라이버 품질의 저하에 관계되므로 적절한 범위로 한정시킬 필요가 있다. 따라서 실린더 도퍼 사이의 게이지점 아래에 있는 기류에 대해서는 앞으로 상세한 연구가 필요하다고 본다.

나. 기류의 영향을 추정하는 방법(시안)

앞에서 설명한 것처럼 소면작용은 기계역학적 작용과 공기역학적 작용이 불가분의 형태로 작용하고, 더구나 이들 작용의 공헌비율도 정확히 파악되지 않고 있다. 그래서 소면작용에 공기가 거의 작용하지 않거나 또는 공기력의 영향을 무시할 수 있는 상태로 가정하여, 초저속의 소면과 진공에서의 소면

을 생각하였다. 특히 진공에서의 소면은 실현가능성이 극히 희박하지만 일단 이론적으로 생각한 방법을 논술하였다.

1) 초저속의 소면

이것은 실제 생산을 한다는 관점에서는 전혀 무의미하고 공기의 영향도 전혀 없지는 않으나 소면기에서 공기의 영향을 가능한 적게 하기 위하여 특히 소규모로 실험한 것이다. 이 경우 소면기의 운전속도를 극단으로 떨어뜨려 50in(1.27m)실린더의 회전수를 5~10rpm으로 하고 공급 롤러, 테이커인, 플랫폼, 도퍼 등의 각 표면속도비는 통상 운전하는 경우와 같게 하였다. 이 시행은 실험기간도 짧고 상세한 분석도 하지 못했으나 결과적으로 슬라이버의 수율, 뉘, 섬유배열등에 그다지 큰 차가 나타나지 않았고, 겨우 테이커인 아래의 낙물, 플랫폼 설 등에 다소 변화가 나타난 정도로 기억되고 있다. 그러나 이 실험은 본격적인 것이 아니고 단순하게 시행한 것에 지나지 않기 때문에 결론이라고 할 수 없으며, 이 경우와 같이 소면작용 중에 공기역학적인 것이 거의 작용하지 않아도 일단 외관적으로는 슬라이버의 형태를 갖게 할 수 있다. 덧붙여 말하자면 통상 생산에 이용되는 소면기가 저속으로 운전하거나 정지할 때 그만큼 품질이 떨어진 것이 생산되는 것은 아니다. 이런 점에서 어느 정도 이상의 운전속도는 바람직하지만 공기에 의한 작용이 절대 불가결의 것이라고 말할 수는 없다. 그러나 최근에 나온 고속소면기의 경우처럼 실린더가 저속으로 운전할 때는 도퍼가 기동하지 않아 슬라이버를 생산할 수 없도록 한 경우도 있어 소면기 전체로 볼 경우, 적어도 테이커인부에 있는 기류의 영향은 무시할 수 없는 것으로 생각된다.

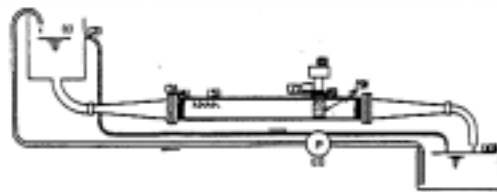
2) 진공에서의 소면

이것은 실험이 곤란하기 때문에 단순히 가정으로 다루어 본다. 즉, 소면작용 자체를 기계적인 작용과 공기적인 작용으로 분리하여 이 가운데 기계적인 작용만을 택하여 소면을 진공이나 극단적으로 공기가 희박한 조건에서 행하면 공기의 영향이 없는 소면작용을 파악할 수 있다고 생각하였다. 이 결과가 얻어지면 통상의 소면결과와의 차 때문에 공기역학적인 작용이 소면작용에서 차지하는 공헌도를 어느 정도 알 수 있다. 그러나 비록 진공에서의 소면이 가능하다고 해도 소면작용 전체에서 공기에 의한 영향을 단번에 없애버리는게 되어 현실적으로는 소면기 각부에서 상승적으로 작용한다고 생각되는 공기에 의한 영향 하나하나를 분리 해석하여 이들의 상세한 역할을 분명히 하는 것은 어려운 일이다. 게다가 이런 결과를 실제 공기 중에서 운전되는 소면기에 활용하는 것은 더욱 어렵다. 그밖에 공기 이외의 기체를 채운 장소에서 소면이 가능하다면, 이 기체의 유동특성이 공기와 다르기 때문에 흥미있는 결과가 얻어질지도 모른다. 따라서 위에서 설명한 것처럼 특수한 실험을 실제로 할 수 있다면, 소면작용의 여러가지 면에서 지금까지 알려지지 않은 새로운 사실이 많이 얻어질 것으로 기대된다.

다. 고속화와 공기의 영향

소면기의 운전속도가 증가함에 따라 공기역학적 작용이 소면작용에 미치는 영향은 클 것이다. 플랫 소면기에 있어서는 원주속도가 가장 큰 것은 실린더이다. 따라서 소면작용 중에서 공기역학적 작용이 운전속도의 증가와 함께 어떻게 변화하는가를 조사하는 데는 먼저 실린더의 메탈릭 와이어에서 공기특성을 분명히 할 필요가 있다. 이런 연구로는 종래부터 Miller, Brown, Rusea, Nagaok, Yamawaki, Kida 등이 있으나 거의 전부 실린더 원주속도를 약 20m/sec(직경 50in의 실린더로 약 300rpm)이하로 하여 연구한 경우이다. 이

이상의 속도영역에 대해서는 실린더의 메탈릭 와이어 부근에서의 흐름에 관해 두 종류의 모델 실험을 하여 그 특성을 분명히 하였다. 모델 실험의 하나는 흐름을 가시화하는 방법이고, 다른 하나는 유체마찰계수를 구하는 방법이다. 가시화방법으로는 메탈릭 와이어의 모델을 크기가 실물의 20배 정도인 투명한 플라스틱 와이어로 만들고 유체는 공기 대신에 물을 사용하는 것이다. 이것은 가시화를 위한 표시를 하기가 쉽고, 유속을 아주 작게할 수 있으며(레이놀즈의 상사측=law of simiality), 사진촬영이 쉽기 때문이다. 이 실험에서 사용한 실험장치를 <그림 2>에 나타냈다.



<그림 2> 트레이서법에 의한 흐름의 가시화장치

- | | |
|-------------------------|------------------|
| (1) 수조 | (2) 오버 플로우 |
| (3) 정류강 | (4) 정류격자 |
| (5) 투명한 플라스틱으로 된 모델 와이어 | |
| (6) 슬릿 폭 0.5mm | (7) Chopper(단속기) |
| (8) 고압 수은 램프 | (9) 카메라 |
| (10) 수조 | (11) 순환 펌프 |

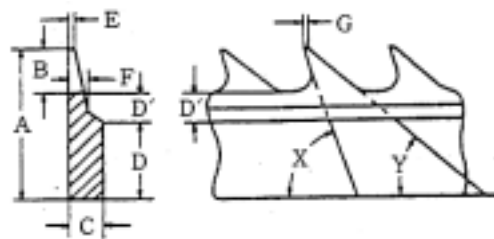
한편 메탈릭 와이어의 유체마찰계수를 구하는 실험에서는 공기와 메탈릭 와이어의 유체마찰계수 λ 와 R_e (레이놀즈수)^{주)}의 관계를 구하고, 이 관계로부터 메탈릭 와이어 주위에서의 기류의 성질변화를 검토하였다.

이러한 실험결과, 실린더에 있는 메탈릭 와이어의 형상, 칫수, 와이어 사이의 틈 깊이, 치의 높이 등이 와이어 주위에 있는 기류의 성질에 크게 영향을 미쳐 기류의 R_e 크기에 따라서 실린더의 최고 속도가 규제된다는 사실이 명

확해졌다. 그래서 고속용 실린더의 메탈릭 와이어를 개발하였으나 위의 모델 실험에서 사용한 와이어와 고속용 와이어에서의 다른 점을 <표 1>과 <그림 3>에 나타냈다.

<표 1> 실린더의 메탈릭 와이어에 대한 상세

記號 新・舊	A (mm)	B (mm)	C (mm)	D (mm)	D' (mm)	E (mm)	F (mm)	G (mm)	X (degree)	Y (degree)	M (teeth/m)	P (points/in ²)
高速用 와이어 (新)	2.8	0.5	0.63	2.15	0.15	0.08	0.3	0.05	68	40	16	645
従来用 와이어 (舊)	3.0	0.8	1.0	1.1	1.1	0.2	0.45	0.1	77	27	14	445



<그림 3> 실린더의 메탈릭 와이어 각부의 상세

<표 1>에 나타난 것처럼 칫수의 변화에 의해서 유체의 평균 깊이(수력 평균 깊이) m 의 값은 큰 폭으로 작아진다. 즉, 이 경우 m 의 값으로서, $m = (\text{흠을 포함한 와이어의 톱니 1피치당 유체가 점하는 체적}) \div (\text{흠을 포함한 와이어의 톱니 1피치당 유체가 고체에 접촉한 면적})$ 이라고 정의하고, <표 1>, <그림 3>의 실린더의 메탈릭 와이어 가운데 고속용(신)과 종래의 형태(구)의 양쪽 형태에 적용 시켜보면 B, D', E, F, G 등이 각각 상당히 감소하고 전체적으로 고속용의 m 은 대폭적으로 작아진다. 따라서 4m에서 나타난 대표치수도 작아지고 공기중에서 메탈릭 와이어의 R_e 가 감소한다.(덧붙여서 $R_e = 4m \bar{v} / r$, $\bar{v}$; 유체

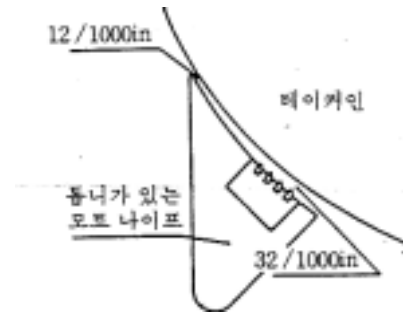
의 평균 속도, r : 유체의 동점성 계수). 이 R_e 의 감소경향에서 판단하여 실린더의 회전속도를 같게 한 경우, 공기중에서 실린더 와이어 주위에서 기류의 혼란은 고속용이 적어서 동일 R_e 라는 조건에서는 유체의 평균속도를 크게 할 수 있어 이것이 실린더의 고속회전을 가능하게 하는 것으로 판단하였다. 이것을 실제 생산 소면기에서 증명하기 위하여 고속용 메탈릭 와이어를 써서 실험하였다. 이 실험에서는 실린더, 테이커인, 도퍼, 플랫 등 소면기 각부의 표면속도비율을 일정하게 유지하면서 고속화함으로서 방출 또는 무게도 비교적 무거워 590grains/6yd가 되었다. 이 결과 실린더(50m 직경)의 회전수로 650rpm(원주속도로 약 44m/sec)까지는 양호한 품질의 슬라이버를 얻을 수 있고 생산량도 최고 130lb/hr(59kg/hr)까지 할 수 있었다. 그러나 섬유절단이 증가하여 슬라이버의 수율이 다소 감소하였다.

라. 공기의 작용을 활용하기 위한 고안

소면기 각부에 있어서 소면작용에 대한 공기의 작용을 활용하여 상태가 좋지 않은 부분을 보정하는 방법이 고찰되어 각부의 개량이 시도되고 있으므로 이를 소개한다. 그러나 이런 개조에 의한 공기류의 정량적인 변화에 대한 상세한 내용은 공표되지 않은 것이 많다.

1) 톱니가 있는 모트 나이프

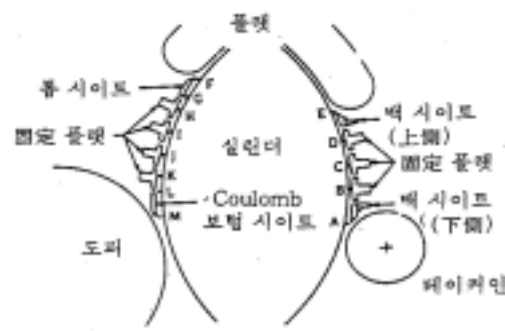
소면부분에 종래의 모트 나이프 대신에 <그림 4>에 나타난 것처럼 톱니가 있는 모트 나이프(Kanai사)가 고안되어 실제 사용하는 기계에 부착하여 실험해 본 결과, 그 효과가 확인되고 있다. 그러나 나이프 주위의 공기류의 변화 및 기계적인 작용에 대해서는 명확하게 되어 있지 않다.



<그림 4> 톱니가 있는 모트 나이프와 세팅 게이지

2) 고정 플랫

<그림 5>에 나타난 것처럼 테이커인에 3개, 도퍼에 4개(Kanai사)를 부착해서 각각의 게이지가 변환 수 있도록 하여 실험한 결과, 소면효과가 향상된다는 것이 확인되었다. 여기에서도 시이트와 고정 플랫의 교환에 의한 공기류의 변화에 대해서는 명확하게 되어 있지 않다.

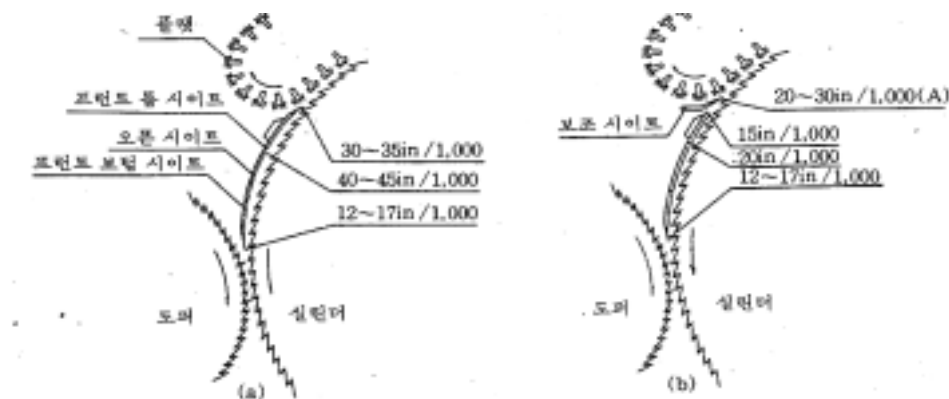


	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
I	26	12	12	12	23	38	38	-	-	-	-	38	20
II	26	18	15	12	23	38	38	-	-	-	-	38	20
III	26	26	25	12	23	38	38	-	-	-	-	38	20
IV	26	26	25	24	23	38	38	-	-	-	-	38	20
V	26	-	-	-	23	38	38	10	10	10	10	38	20
VI	26	-	-	-	23	38	38	15	15	15	15	38	20
VII	26	26	25	24	23	38	38	15	15	15	15	38	20
VIII	26	-	-	-	23	38	38	-	-	-	-	38	20

<그림 5> 고정 플랫과 실린더 사이의 세팅(단위 : 1/1,000in)

3) 보조 시이트

비교를 위해서 <그림 6>(a)에 종래 소면기의 프런트 시이트부분을, (b)에 보조 시이트(Howa사)를 부착한 시이트부분을 나타냈다. 보조 시이트는 프런트 톱 시이트와 선단을 조금 짧게 하여 플랫과의 사이에 부착시킨다. 이런 개조는 톱 시이트의 흡인력이 보조 시이트의 선단 부(A)에서는 움직이지 않도록 독립시킨 것이다. 이것에 의해서 톱 시이트와 실린더 사이의 게이지를 그림 (b)에 나타난 것처럼 그림(a)보다도 좁게 할 수 있고 이것이 오픈 시이트와 실린더 사이의 공기의 흐트러짐을 적게 하는 데 도움이 된다고 설명하고 있다. 그러나, 기류에 관한 데이터는 발표되어 있지 않다. 그래도 실제적인 면에서는 이런 개량에 의해 슬라이버의 품질이 향상되고, 플레이트 낙물이 감소되는 효과가 있는 것으로 되어 있다.

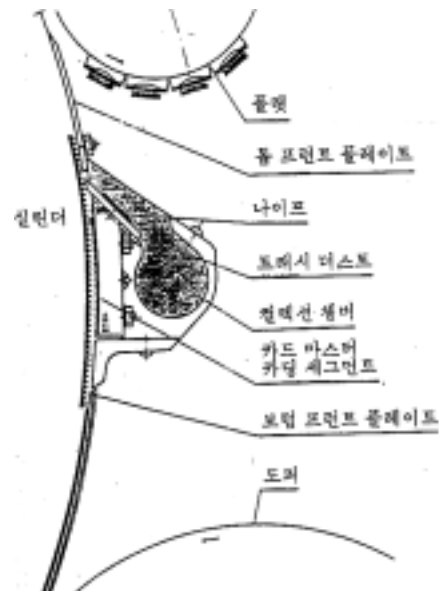


<그림 6> 보조 시이트가 없는 것(a)과 있는 것(b)의 비교

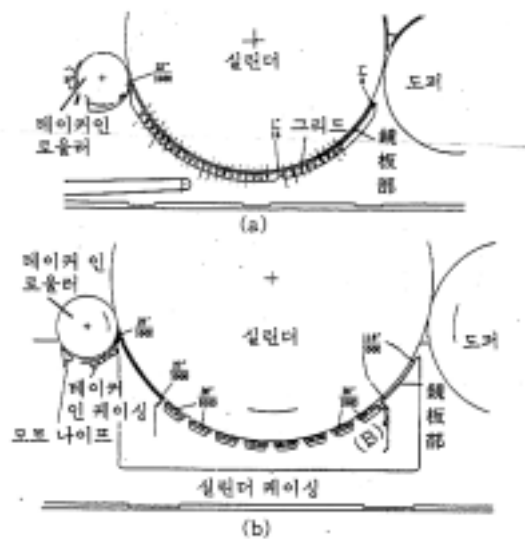
4) 트레이시 마스터(trash master)

<그림 7>에 나타난 것처럼 프런트 플레이트의 톱과 보텀 사이에 나이프 및 나이프의 작용에 동반하는 트레이시 더스트(trash dust)의 컬렉션 챔버를 설치하여 그 하부에 카딩 세그먼트를 부착하고 있다. 이런 여러가지 장치 주위

에서의 공기의 흐름에 대한 정보는 입수되어 있지 않으나 이 장치는 공기역학적, 기계역학적인 두 가지 효과를 병행하여 발휘시키도록 된 것으로 추측된다.



<그림 7> 트레이 마스터(Hollingsworth사)



<그림 8> 언더케이싱의 개량

(a) 종래의 것 (b) CM80 케이싱(Howa사)

5) 실린더 언더케이싱의 개량

비교를 위해 <그림 8>의 (a)에 종래의 케이싱, (b)에 개량된 CM80형 케이싱을 나타냈다. 주로 개량된 점은 <그림 8>의 (b)에 나타난 것처럼 경판부로 부터의 기류를 (B)점에서 한 번에 배출시켜서, 이후의 그리드(grid)는 30/1000in의 일정한 게이지를 가지고 있다는 것이다. 이러한 기류의 배출에 의해 그리드의 간격을 넓힐 수 있고, 풍면의 막힘이 없으며 불순물의 배출이 용이하게 되어 단섬유 제거효과도 향상되게 되어 있다. 이외에도 그리드의 단면형상, 표면가공 등의 특수한 고안을 해 볼 수도 있을 것이다.

3. 결 언

소면기의 소면작용에 대한 해석은 더없이 어려워서 아직도 불명확한 점이 많이 남아 있고, 이것의 대부분이 소면기 각부 주변의 공기 흐름과 밀접한 관계를 가지고 있다. 즉 소면기에서는 기계역학적인 작용과 공기역학적인 작용이 혼합되어 서로 영향을 끼쳐 소면작용을 아주 복잡하고 난해한 것으로 만든다고 말할 수 있다. 이런 상태에서 공기역학적인 것이 소면작용중에 차지하는 비율을 알기 위해서 소면기에서의 기류특성을 정량적으로 측정하고 이를 고찰할 필요가 있다. 그러나 앞서 설명한 것처럼 실제 기계에 의한 직접측정은 게이지의 협소함 등, 구조적인 요인에 의해서 불가능한 것이 많다. 따라서 모델실험의 활용이 불가결 하지만, 실제 기계와 똑 같은 상황을 파악하기에 충분한 모델을 만들 수 없다. 또 이론적인 면에서 구조가 아주 복잡하고, 게다가 공기류 뿐만 아니라 공기류중에 섬유가 혼입된 상태의 해명이 필요하게 되어 불가능에 가까운 상황이다. 이러한 관점에서 보면 소면기에서 공기의 흐름에 대해 명확하게 되어 있는 것은 극히 일부에 지나지 않는다고 말할 수 있다. 앞으로 아주 많이 남아 있는 미해결의 문제에 대해서 조금씩

해결해 가는 노력이 필요할 것으로 생각한다.

주) 레이놀즈수

수리학, 역학에서 파이프 속을 흐르는 액체의 난류관계를 나타내는 무차원의 수