

Spunbond 및 Meltblown 부직포의 제조기술 동향(1)

1. 서언

1998년도 일본의 부직포 생산량은 약 32만 톤으로 추정되고 있으며 또 과거 수년간의 연간 성장률은 평균 10% 이상을 보이고 있다. 이것은 부직포의 뛰어난 가격경쟁력이나 성능적 특성에 기인하는 것 외에도, 일본 섬유산업의 구조적 변화에도 기여하고 있기 때문이다. 또한 부직포의 제조방법은 종류가 많고, 각 제조기술도 아주 크게 발전하고 있다고 해도 과언이 아니며 현재, 가장 주목을 받고 있는 부직포 제조법은 스펠본드(spunbond), 멜트블로운(meltblown), 스펠레이스(spunlace)법 등이다. 일본의 섬유산업의 비율이 크다는 점이며 1997년 일본화학 섬유협회의 통계에 따르면 전체 섬유소비량의 약 43%를 차지하고 있고, 이 비율은 앞으로 급속히 확대될 것으로 예측되고 있다. 이와 같이 일본의 산업자재용 섬유 수요의 증가는 급속하게 진행되고 있으며 이에 따른 부직포의 소비량도 확대되고 있다.

여기서는 일본의 스펠본드 및 멜트블로운 부직포의 기술 및 용도개발의 동향에 대해 논하기로 하며 이들 부직포의 제조방법에 관한 내용은 일본부직포연합회에서 발행되는 「부직포의 기초지식」(1997년)에서 인용하였다.

2. 스펠본드 및 멜트블로운 부직포의 제조

2-1. 스펠본드 및 멜트블로운 부직포의 정의

일반적인 부직포의 정의를 살펴보면 다음과 같다.

(1) ISO의 정의

「섬유를 마찰, 접착 또는 융착에 의해 제조된, 방향성이 있고 랜덤하게 배향된 섬유로 된 시트, 웹 또는 Pad이고, 종이, 직물, 편물, tough한 제품, 결

합용 실 또는 필라멘트를 사용한 스티치본드(stitchbond) 제품 혹은 습식축융 기계에 의한 펄트(felt)제품 등이 니들펀칭된 제품과 무관하게 사용된다. 천연 또는 합성섬유, 단섬유, 필라멘트 또는 폴리머로부터 제조된 것도 있다.」고 되어 있지만, 종이와 습식부직포를 구별하기 위해 다음과 같은 해석을 붙이고 있다. 즉, 직경에 대한 길이의 비가 300 이상인 섬유(화학적 약한 식물성 섬유를 제외하고)가 질량비 50% 이상, 혹은 밀도가 40g/cm^2 이하의 경우는, 30% 이상인 것을 부직포라 한다.

(2) ASTM의 정의

「기계적, 열적, 화학적 또는 용제접착에 의해, 섬유, 실 또는 필라멘트를 접착 또는 상호 결합시키는 방법에 의해 만든 시트 혹은 웹 구조」를 부직포라고 한다.

(3) JIS의 정의

섬유부분의 용어에 의하면 「제작하지 않고 각종 방법에 의해 섬유를 시트 상으로 만든 포」로 되어있다. 스펠본드 부직포의 정의는 「폴리머의 용융 또는 용해에 의해 노즐로부터 방사된 연속섬유(필라멘트) 움직이는 conveyer상에 적층시켜, 1종류 또는 2종류 이상의 결합기술로 제조한 부직포」이고, 멜트블로운 부직포의 정의는 「폴리머를 고속열풍 가스 흐름 중에 방하여 섬유상으로 냉각한 후, 움직이는 conveyer상에 집적해 1종류 또는 2종류 이상의 결합기술로 만든 부직포」라고 되어 있다.

2-2. 스펠본드 부직포의 제조법

a) 원료

섬유상이 아닌 건식 폴리머(미립상) 수지가 사용되며 폴리머 메이커의 공장에서 탱크로리 또는 플렉시블·콘테이너(플레콘)로 운반된다. 처음 계량한

후, 저장고(silo)에 넣고 필요에 따라 압출기의 hopper에 운송되며 전부 공기 운송에 의한다. 여러 가지 용도에 필요한 조제는 미리 혼합하지만, 보통 방사직전에 혼합되고 설비는 혼방방사설비와 같은 구조이다. 소재에 따라 수분의 영향을 받는 폴리머(폴리에스테르 또는 나일론)에는 건식공정이 필요하고, 저장고에서 압출기의 hopper에 이를 때까지 연속 또는 불연속 건식공정을 채택하고 있지만 폴리프로필렌 등과 같은 소수성 폴리머에는 해당되지 않는다.

b) 웹 형성

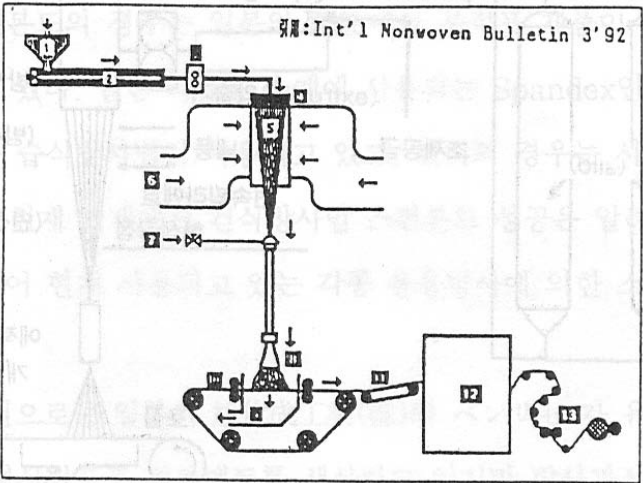
건식에서는 단섬유가 사용되었지만, 연속사(필라멘트) 부직포 생산 방식은 듀폰사에 의해 시작되었으며 화학섬유 생산방식에는 다음 3가지 방법이 있다.

- ① 용융방사법 – 원료를 열로 용융시켜 노즐로 방사한다.
- ② 건식방사법 – 원료를 용제로 용해시켜 노즐로 방사한 다음 기류에 의해 용재를 회수한다.
- ③ 습식방사법 – 원료를 용제시켜 방사한 다음 응고욕의 용액에서 노즐에 의해 방사시킨다.

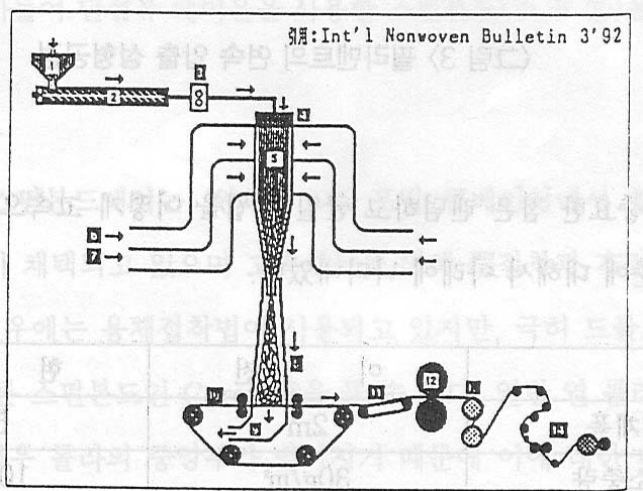
합성섬유의 용융방사법으로서는 방사시에 충분한 연신이 되지 않고, 후가공에서 연신기를 사용해 필요한 후가공을 하고 있다. 이를 위해 중간제품의 저장장소에도 필요하고 2공정보다도 1공정에서의 부직포의 제조방법이 고려되었다고 생각된다. 현재 폴리에스테르 다음으로 폴리프로필렌의 스펀본드 제조법의 개발도 계속되고 있다.

스펀본드 방사법으로, 미국의 듀폰사와는 다르게 독일에서는 Docan 스펀본드 기계를 판매하고 있다. 이 기계는 세계에서 7개 사가 도입하고 있지만, 각각 개조해서 사용되고 있으며 그 외에 최근 독일에서 Reifenhauzer사가 Reicofil 스펀본드 기계인 Full-Turn-Key(전기를 작동하면 정상 가동할 수 있

음.) 기계의 판매를 시작하고 있다. 이 2개 사의 차이점은 필라멘트의 연신방법에 있으며 비교를 위해 <그림 1>과 <그림 2>에 나타내었다.

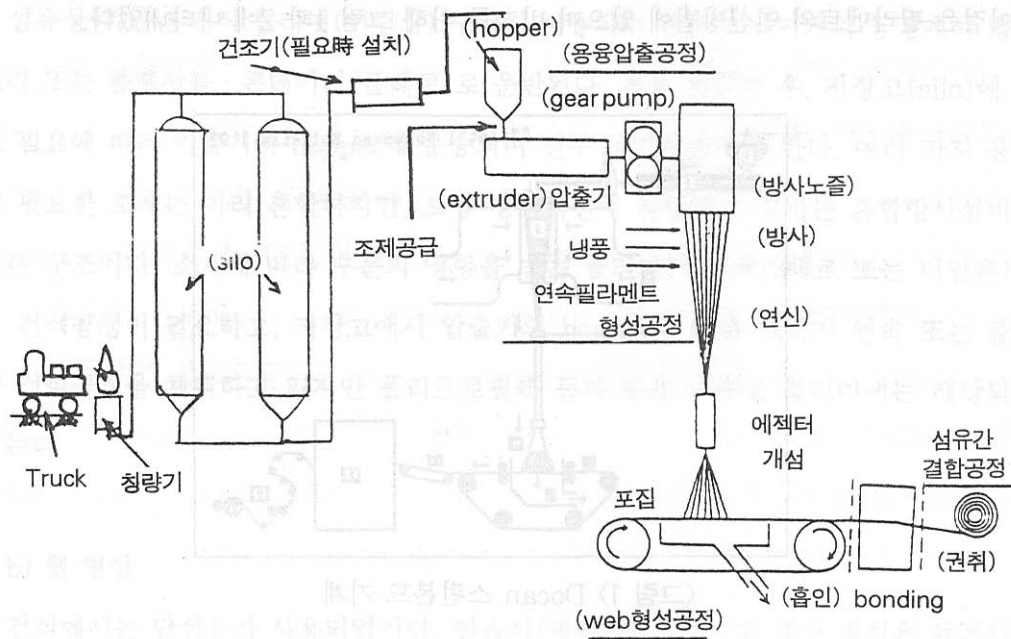


<그림 1> Docan 스펀본드 기계



<그림 2> Reicofil 스펀본드 기계

일반적으로 널리 사용되고 있는 고압공기에 의한 필라멘트 연신방식을 <그림 3>에 나타내었다.



<그림 3> 필라멘트의 연속 압출 성형공정

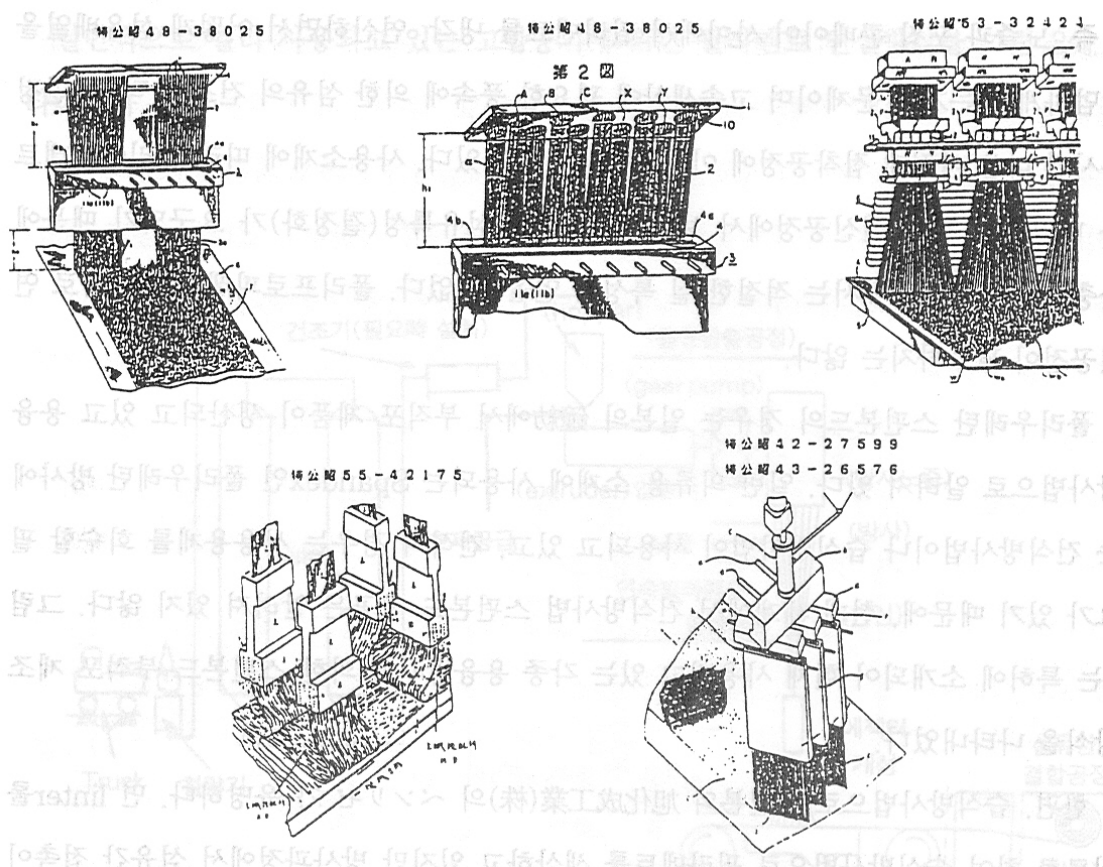
스펀본드법의 중요한 점은 랜덤하고 균일한 웹을 어떻게 고속으로 생산하는가에 있으며 그 기술 수준에 대해서 아래에 나타내었다.

	이 전	현 재
기계폭	2m	5m
최소중량	30g/m ²	10g/m ²
생산속도	100m/분	300m/분

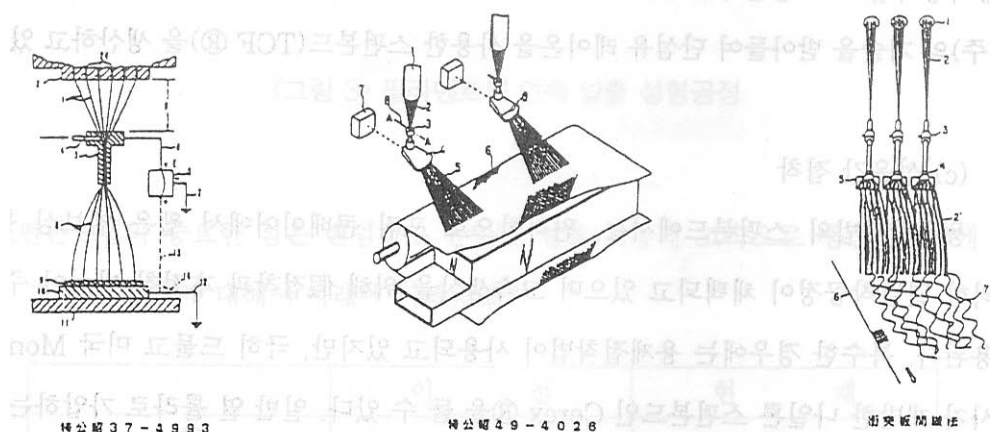
즉, 노즐과 포집 콘베이어 사이에서 필라멘트를 냉각, 연신하면서 어떻게 섬유배열을 랜덤하게 하는가가 문제이며 고속생산에 필요한 풍속에 의한 섬유의 건조를 막고, 안정화시킨 다음 어떻게 정착공정에 이송하는가에 달려있다. 사용소재에 따라 폴리에스테르나 나일론의 경우 연신공정에서 보다 더욱 정규 섬유특성(결정화)이 요구되기 때문에 불충분한 연신공정에서는 적절한

실 특성을 얻을 수 없다. 폴리프로필렌에서는 따로 연신공정이 필요하지 않다.

폴리우레탄 스펀본드의 경우는 일본의 종방(鐘紡)에서 부직포 제품이 생산되고 있고 용융방사법으로 알려져 있다. 일반 의류용 소재에 사용되는 Spandex인 폴리우레탄 방사에는 건식방사법이나 습식방사법이 사용되고 있고, 건식의 경우는 사용용제를 회수할 필요가 있기 때문에, 현재 세계에서 건식방사법 스펀본드 성공은 알려져 있지 않다. <그림 4>는 특허에 소개되어 현재 사용되고 있는 각종 용융방사에 의한 스펀본드 부직포 제조방식을 나타내었다.



(장방형 Shadow 방식)



(환형 Shadow 방식)

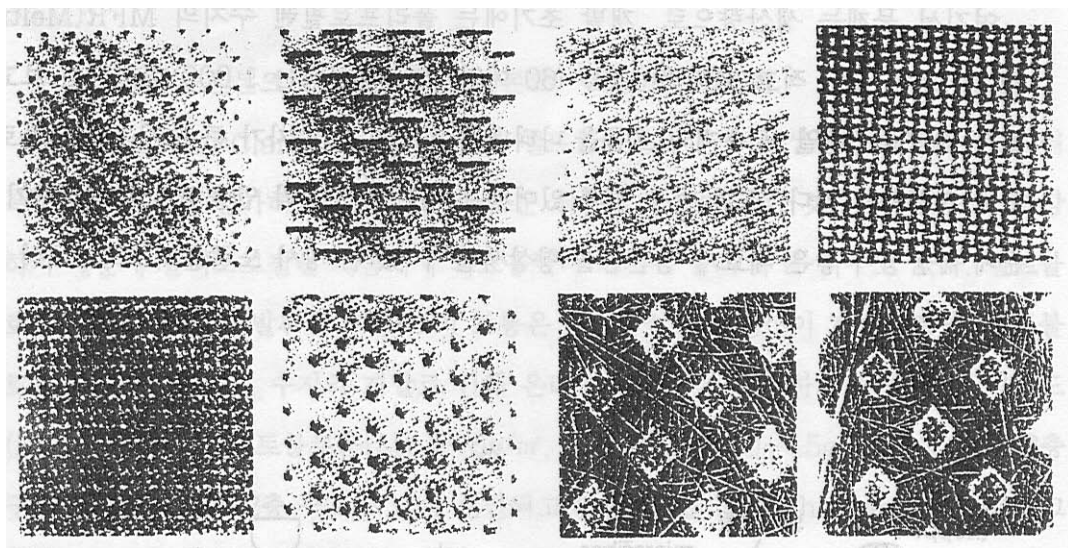
<그림 4> 스펀본드 부직포의 제조방식

한편, 습식방사법으로는 일본의 옥화성공업(旭化成工業)(주)의 벤리제가 유명하다. 면 linter를 원료로 하여 습식방사법으로 필라멘트를 생산하고 있지만 방사과정에서 섬유간 접촉이 이루어지기 때문에 접착제를 사용하지 않는 스펀본드 부직포이다. 그러나 세계적으로 이 습식방사법으로 생산되는 스펀본드 생산은 적고 이촌화학공업(二村化學工業)(주)이 미쯔비시 레이온(주)의 기술을 받아들여 단섬유 레이온을 사용한 스펀본드(TCF®)를 생산하고 있다.

c) 섬유간 접착

용융방사법의 스펀본드에서는, 원칙적으로 포집 콘베이어에서 웹은 엠보싱 롤러에 의한 열압착공정이 채택되고 있으며 고속생산을 위해 가(假)접착과 본접착 방식이 주로 사용된다. 특수한 경우에는 용제접착법이 사용되고 있지만, 극히 드물고 미국 Monsanto사가 개발한 나일론 스펀본드인 Cerex®을 들 수 있다. 일반 열 롤러로 가압하는 경우, 양단 가압을 할 경우 롤러의 중앙부가 벌어지기 때문에 이에 대한 대책으로 양변에 역밴드를 설치하거나, 롤러에 크라운을 설치하기도 한다. 그러나 두께가 얇은 경우($10\sim20\text{g/m}^2$), 보통

상하로 철재 롤라가 사용되고 있고, 공기막에서도 접촉볼량이 되기 때문에, 고온사용시의 상하롤라의 공기막을 가능한 한 줄이지 않으면 안 된다. 현재는 상하 롤라의 축을 교환하거나 1단계 롤라 내부에서 폭방향으로 작은 롤라를 다수 설치하여 유압식으로 조정하는 미세조종방식을 이용하고 있다. 엠보싱 패턴도 중요한 역할을 하며 제품의 통기성을 개량하는데도 큰 영향을 미친다. 패턴의 구멍부분과 면적비율에 따라 여러 가지 제품을 얻을 수 있지만 롤라의 교환이 아주 중요하며 참고로 엠보싱 패턴의 예를 <그림 5>에 나타내었다.



<그림 5> 엠보싱 패턴