

산업용섬유의 기술개발동향-04

<Thermal Bonding 부직포의 제조기술 동향>

1. 서 언

Thermal Bond 방식이란 섬유의 열가소성을 이용하여 섬유끼리를 융착시키는 것. 혹은 융착섬유(Binder fiber)를 혼합하여 융착고정하는 방법이다.

부직포제조에 있어서 Web의 접착방식으로서 Resin Bond 방식, Needle punching 방식이 수년 전 까지는 주류를 이루었었다. 그러나 최근 들어 Thermal Bond 방식의 제조설비, 열융착섬유의 연구개발의 진전, 현재로서는 Chemical Bond 방식과 어깨를 나란히 할 정도가 되었다.

이 Thermal Bond 방식 중에는 Heat calender 방식, 열풍방식, 초음파방식, 적외선방식 등이 있지만, 이들 중에서도 Heat calender 방식이 주류가 되어있다.

또 이 수년래에서 Thermal Bond 방식이 급신장한 이유로서는 제조설비, 섬유의 개발도 그러하지만 Resin Bond 방식에서 얻어지지 않는 특성(태)이 얻어지는 것. 생산효율의 up(생산의 고속화 및 접착 energy의 절감), 섬유끼리의 접착 때문에, 안전 위생면에서의 배려 등 현격하게 적게 끝낼 수 있다는 점 등도 간과할 수 없는 이점이다.

2. Thermal Bond 부직포의 제조기술

2-1 제조기술의 종류 및 설비

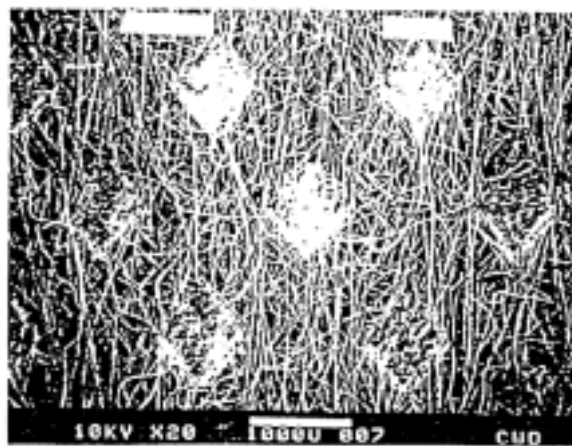
현재 알려져 있는 Thermal Bond방식으로서 다음과 같이 분류가 가능하다.

- ① Heat calender Roll방식
- ② 열풍방식(Hot air through)
- ③ 초음파방식

④ 그 외의 방식

⑤ 이상의 방식을 조합시킨 방식

이들 중에서 가장 보급되어있는 것이 Heat calender Roll방식이고 다음이 열풍방식으로 이 2가지 방식이 주류를 점하고 있다. 주요한 방식의 접착부분의 확대 사진을 나타내면 사진1과 같다.



<사진 1> Emboss Pattern(부분접착부분 확대사진)

2-1-1. Heat calender Roll방식

Thermal Bond 방식에서 가장 널리 사용되는 방법으로, 일반적으로는 $10\sim 200\text{g/m}^2$ 정도의 박물부직포의 생산에 채용되고 있다. 이 방식은 복수본(2~4본) Roll을 평행으로 설치하고, 이 Roll사이에 Web을 통과시켜 Roll과의 접촉에 의하여 Web에 열을 전달하고, 동시에 가압하여 섬유를 열융착하여 만드는 방법이다. 여기서 중요한 것은 Roll표면 온도의 균일성과 Roll의 폭방향에 있어서 압력의 균일성이다.

Calender Roll의 가열방식으로서는 다음 4종류가 있다.

① 열매순환방식

② 열매밀봉유전가열 방식

③ 전기 Heater가열방식

④ 증기가열방식

방법으로서는 ① ②의 방식이 주류이지만 ①의 경우 열매Boiler 설비 등의 부대설비가 필요하고, 또, 그를 위한 maintenance도 필요하게 된다는 문제가 있고, ②의 방식의 경우는 Roll 1본별의 단가가 높게 된다는 문제가 있다.

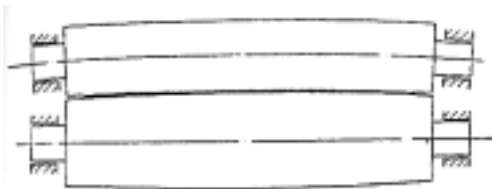
다음으로 calender로 가압하는 경우 Roll의 ‘휨’(Bending)이 문제가 되지만 방지책으로서는 다음의 4가지가 있다.

① 고정 Crown 방식(그림 1)

② Roll축 교차방식(그림 2)

③ Roll Bending방식(그림 3)

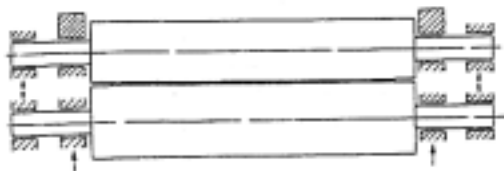
④ Roll 유압방식(그림 4)



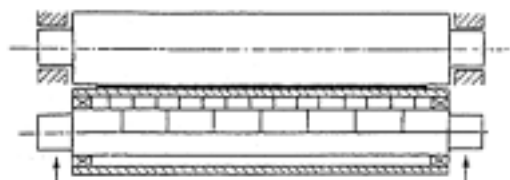
<그림 1>



<그림 2>



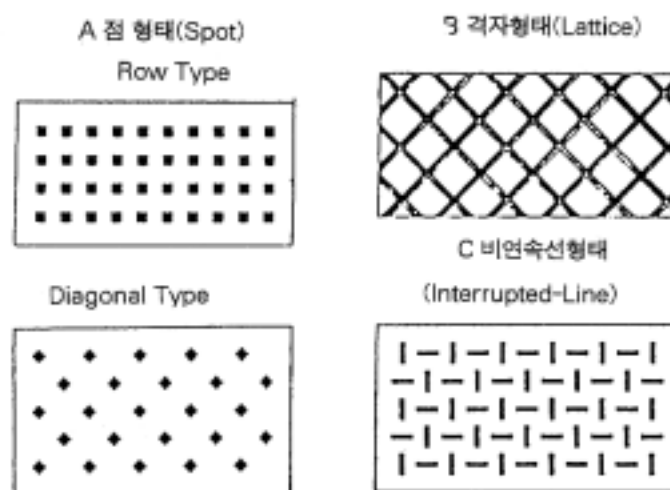
<그림 3>



<그림 4>

①은 가장 간편한 방법이지만 일정압력의 조건에서만 사용할 수 있다는 제약이 있다. ②는 Roll축을 교차하여 휨(Bending)을 cover하는 방법이지만 중양부와 이부의 Roll 양단부에서 원주속도가 다르고, 양단부에서 web이 늘어난다는 문제가 있다. ③은 Roll에 역moment를 걸어 휨을 시정하는 방법이지만 커다란 힘이 가해지기 때문에 Roll Dia 및 기계본체를 크게 할 필요가 있다는 문제가 있다. ④는 Roll 내부로부터 유압을 가해 Roll의 휨을 시정하는 방법으로, 사용온도에 제한이 있고, 설비가 복잡하게 되고 장치가격도 비싸게 된다는 문제점이 있다. 접착방식으로는 Smooth Roll을 사용한 합면접착 방식과 조각Roll을 사용하는 부분접착방식으로 나뉘어진다.

부분접착의 경우는 Steel끼리의 조합, 또는 Steel과 탄성Roll의 조합이 있다. 부분접착의 경우의 접착면적은 일반적으로 6~25%의 범위이다. 또 조각 Roll의 Emboss Pattern은 그림5와 같은 종류가 있고 이것에 의하여 부직포의 특성이 좌우된다. 또 조각 Roll의 표면의 마모를 방지하기 위하여, 조각 후 Roll 표면의 경화처리도 행하여지는 것이 많다.



<그림 5> Emboss-Pattern

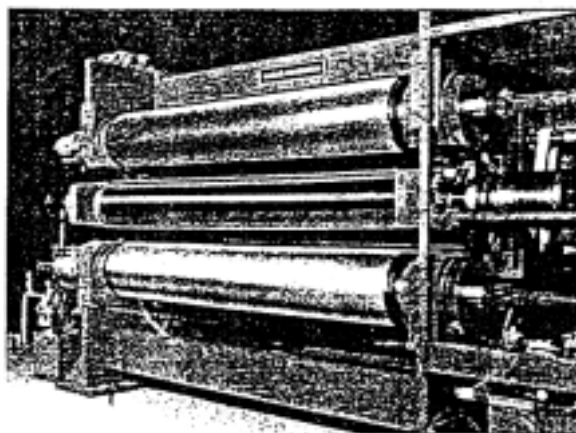
<표 1> Thermal bond 부직포심지 Emboss-pattern(Spot Type)

Type	Row	Diagonal	Row	Row	Row	Row	Diagonal
Point수 (warp weft/in ₂)	20×20	8×8	21×21	16×12	20×20	16×12	13×13
Size (mm×mm)	0.4×0.4	0.65× 0.65	0.3×0.3	0.4×0.8	0.5×0.5	0.4×0.7	Φ0.4
접착면적 비율(%)	10	8.5	6	9.5	10	8.5	8.5
형 태	■	◆	■	■■	■	■■	●

Calender방식의 문제점은 섬유점착 현상으로, 점착에 의하여 일어나는 문제점으로는 섬유의 Roll면에서의 점착에 의한 감겨 붙음, 섬유융착물이 축적성장하고서 부직포에의 재부착 현상, 부분적 구멍뚫림, 모우 등이 있다. 통상 이들의 점착과 수축을 방지하기 위하여 Calender Roll의 출구에 1~2본의 냉각 Roll에 의해 냉각한다.

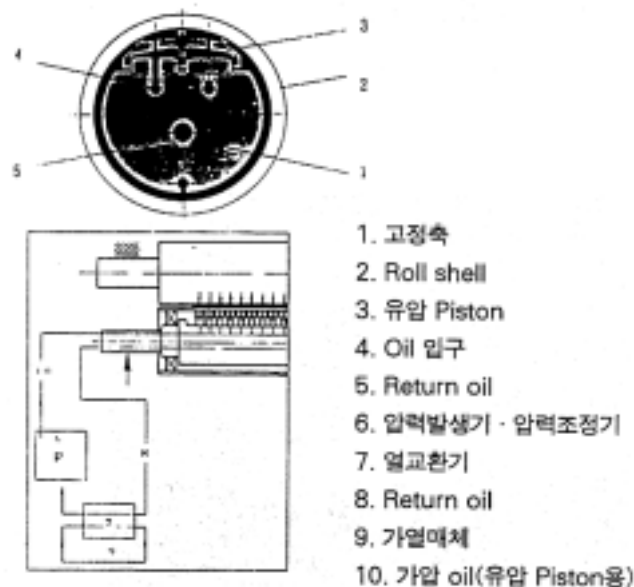
Calender Maker의 각 기계의 특성은 다음과 같다.

㉠ Ramisch Kleinnefers사(獨) Thermo-Hydrein Calender(사진2)



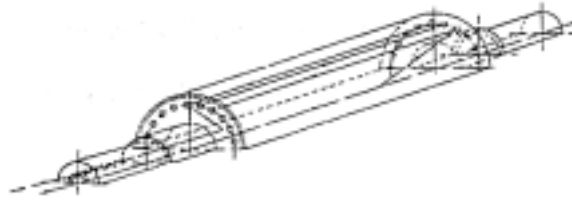
<사진 2>

이 기종은 Roll의 힘을 Roll 내부로 연속적으로 배열된 유압의 piston으로 교정하는 방식으로, Roll전폭에 대하여 균일한 압력이 얻어진다(그림 6). 또 piston과 Roll사이에는 기름 층이 항상 존재하고 이 기름 층을 끼우고 압력을 주기 때문에 piston과 Roll의 마모 염려는 없다. 게다가 이 방식에서는 Roll의 Nip부분에서만 압력이 가해지기 때문에 Roll의 내후를 얇게 할 수 있다. Piston의 가압 Roll의 Oil은 열매체로서 작용함과 동시에 Bearing의 윤활제로서도 작용하는 것이다.



<그림 6> Thermo-Hydrairein기구

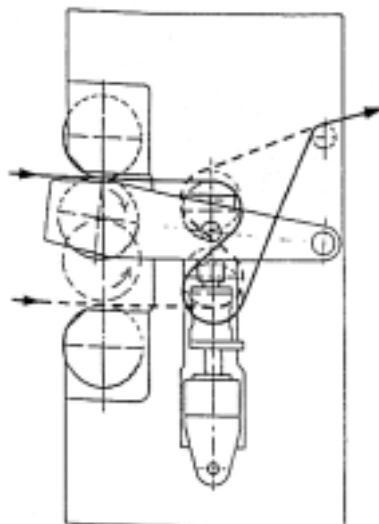
유압회로는 4~6 zone으로 나뉘어지고 기름의 순환속도가 빠르기 때문에 Roll표면으로의 열 전달을 빠르게 할 수 있다. 조각 Roll은 원주에 따라서 작은 구멍을 뚫은 Roll을 사용하고 있고, Oil은 이 구멍을 통하여 Roll 표면 가까이를 흐르기 때문에 표면온도의 정도를 유지할 수 있게 된다.(그림 7)



<그림 7> 조각 Roll 구조

Roll 표면온도는 250°C까지 가능하고 온도정도는 $\pm 1^{\circ}\text{C}$, 압력범위는 15~150N/mm, 처리속도는 max. 200m/min이다.

기본 Type은 2본 Roll이지만, 3본 Roll type도 있고 이 경우 정 가운데의 Roll이 Thermo-Hydrein Roll, 상하 Roll이 조각 Roll로 되어 있고 Thermo-Hydrein Roll을 180° 회전시킴에 의하여, 상하 어느 쪽의 Nip도 사용할 수가 있고, 수분으로 조각 Pattern을 바꾸는 것이 가능하다.(그림 8)



<그림 8> Thermo-Hydrein 3본 Roll-Calender

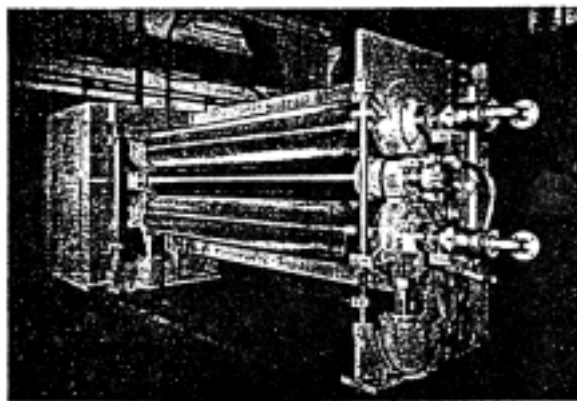
② Kuster 사(獨)의 Hot-S-Roll(Swimming Roll) calender(사진3)

중공Roll의 내부로부터 유압을 걸어줌에 의하여 Roll을 변형시켜 Crown(관 톱니)을 붙이는 방식이다.

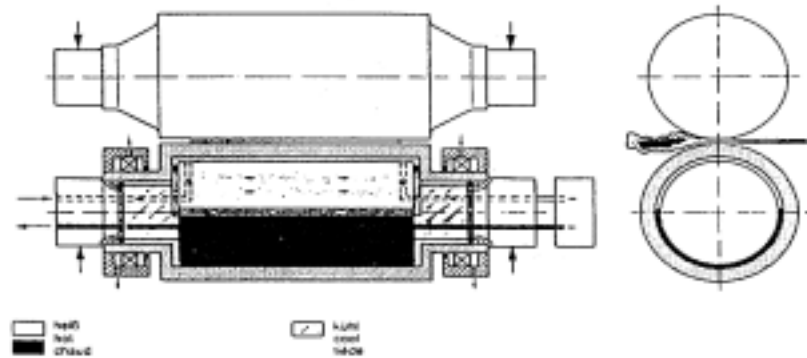
이것은 중공 Roll의 내부가 seal에 의하여 2구분 되어있고 유압을 그 한 쪽의 공간에 가함에 의하여 Roll Shell을 그 방향으로 가압하는 것이다. 양측의 축수부에 가하는 압력과 중공 Roll의 내부의 유압을 조절함에 의하여 Roll의 휨을 제어할 수가 있다. Oil의 계통은 가열용과 냉각용이 있고 가열 oil은 열매체 및 유압용으로서 작용하고 냉각용 oil은 Bearing의 냉각용 및 윤활제로서 작용한다(그림 9).

온도는 250°C까지 가능하고 온도정도는 $\pm 1^{\circ}\text{C}$, 최고압력은 150N/mm이다.

2본 Roll calender외의 3본 Roll calender가 있고 이 경우 정 가운데의 Roll은 Hot-S-Roll이고, 상하의 Roll중 1본은 조각 Roll, 다른 하나는 조각 roll 혹은 Smooth roll로 되어 있고, 조각 Pattern의 교환 혹은 부분접착으로부터 전면접착의 바꿈이 수분으로 가능하게 되었다.



<사진 3> Hot-S-Roll 3본 Roll calender



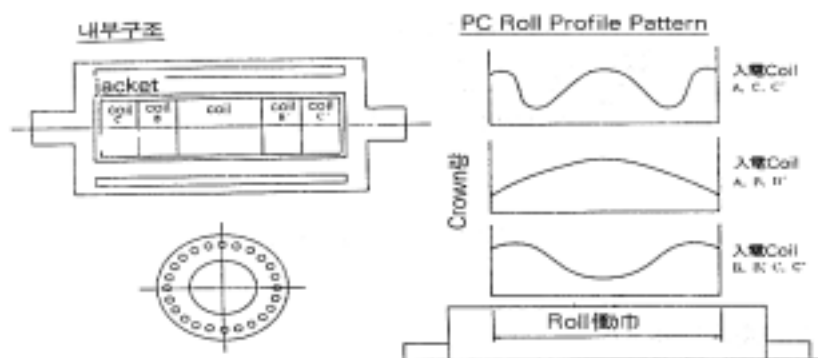
<그림 9> Hot-S-Roll 기구

㉔ Tokuden의 Jacket Roller

이것은 유전발열원리와 Heat pipe 원리를 조합한 점이 특징으로 된 것이 Jacket Roller이다.

Roll 내부에 짜넣은 유전 coil을 다분할하여 각각 독립적으로 전력을 공급함에 의하여 Roll 원주측에서 온도차를 부여한다. Roll표면 온도는 균일하게 유지하면서 Roll원주측의 온도차에 의한 열팽창차를 이용함에 의하여 Roll의 휨을 부분 보정하고 그 결과 균일한 Nip을 얻는 것이 가능하게 된다.(PC Roll 그림 10)

최고온도는 420℃, Roll 외경은 200~2000mm, Roll면장은 최고 6000mm이다.

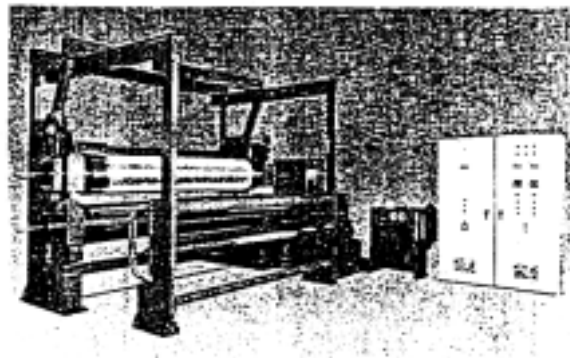


<그림 10> PC Roll 구조

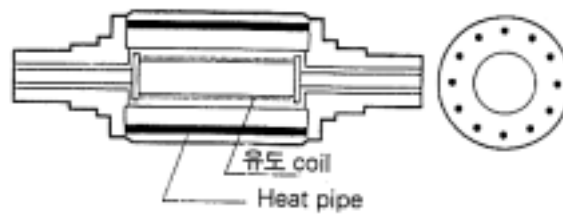
④ 유리 Roll(Uri Roll)의 IHP Roll Calender(사진 4)

이것은 Heat pipe식의 유도가열식(그림11)의 calender로 온도정도는 $\pm 1^{\circ}\text{C}$, 사용온도범위는 $60\sim 250^{\circ}\text{C}$ 이다. 고온용은 $250\sim 350^{\circ}\text{C}(\pm 2.5^{\circ}\text{C})$ 이다.

다른 Thermal Bond용 calender로서는 Comerio Ercole사, 대창철공등이 있다.



<사진 4> IHP 유도가열식 Calender



<그림 11> IHP Roll 구조