

우수성의 추구를 통한

골판지포장 산업의 이미지 제고 ④

조합 정보기술팀 제공

골판지산업의 과거와 현재의 경향을 파악하고 미래의 골판지산업이 나아가야 할 길을 찾아보고자, 그것에 대한 기초작업으로 강원대 제지공학과 조병목 교수에게 Brunton Group 사(Tony Pinnington 저)에서 발간한 "The Corrugated Industry - In Pursuit of Excellence"을 번역의뢰하여 본지에 연재한 후 골판지포장 종사자 및 우리조합 편집위원회등의 검토를 거친후 단행본으로 출간코자 합니다. 연재하는 동안 골판지산업에 필요한 많은 참고 자료를 독자분들께서 제공하여 주셨으면 합니다(편집자 주).

6장. 코루게이터 습부-편면

골형성

습부는 골심지와 다양한 층의 라이너를 조합하여 골판지를 제조하는 공정의 핵심 부분이다. 우리는 이 부분 장치들의 다양한 종류와 기능, 요구되는 서비스와 종이, 전분, 물, 증기 등을 이용한 골판지 제조 공정을 상세하게 다루었다. 전분 접착제와 골 물의 코루게이터 습부에서의 이들 기능의 중요성을 보다 자세히 기술하였으며 이러한 사항에 대한 최소한의 기초적인 이해의 필요성을 언급하였다.

이 장의 목적은 각종 기기들이 어떻게 작용하며, 그리고 원료, 작업 공정 등에 대해 명백하고 광범위한 이해를 돕는 한편 새로운 장치의 구매와 서비스에는 어떠한 것이 요구되는가에 대한 안내를 하는 것이다.

그리고 이러한 장치들과 편면 골판지 제조 시 이 장치들의 기능에 대해 고찰을 하였다.

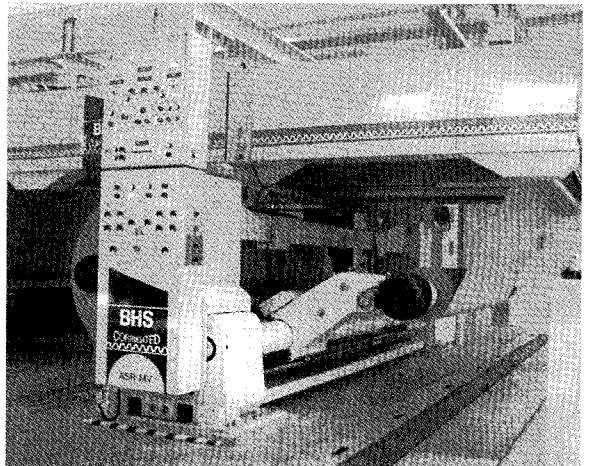
릴 스탠드(reelstand)와 종이의 인장 조절

릴 스탠드나 밀 롤 스탠드(mill roll stand)는 바닥에 있는 종이의 새로운 릴(reel)을 집어 올리는 기능을 하며 이 릴을 기계 장치에 공급하기 위해 제동 장력을 가해주고 하부는 사용한 릴이나 빈 코어를 바닥으로 되돌리는 기

능을 갖는 기계장치이다.

이 기능은 매우 간단하지만 사용자의 목적에 알맞은 릴 스탠드를 설계하고 선택하는 데는 다음과 같은 다양한 인자들을 고려해야 한다.

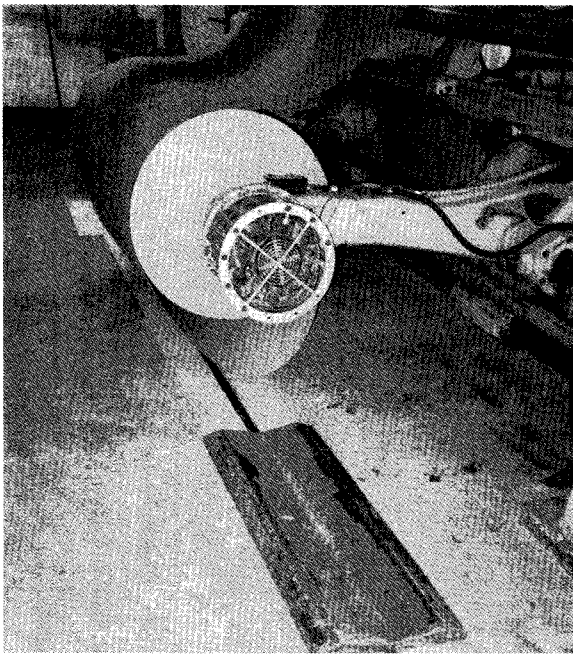
- 픽업(pick-up)하기 위한 릴의 설치
- 릴과 릴 코어의 상태
- 릴의 잡음과 제동 인장력의 적용
- 구동 중과 스플라이스(splice)를 통과하는 동안의 종이의 장력 조절
- 구동 중 릴의 수평상태 유지
- 지필을 위한 측면 조정 설비
- 다 쓴 릴과 코어의 배출



▶ 위쪽에 스플라이스가 위치하고 홈의 공급 컨베이어를갖춘 릴 스탠드

릴의 공급

릴 창고(reel store)로부터의 자동 릴 통제에 대한 내용은 '원료의 취급과 추적' 장에 자세히 기술하였다. 실제로 릴을 저장고로부터 코루게이터로 옮기는 수단은 지게 차나 컨베이어, 수송 차량, 자동 유도 차량(AGV) 등을 포함해 매우 다양하다. 하지만 거의 대부분의 공장에서는 릴을 릴 스탠드에 설치하기 위해 트롤리(trolley)를 이용한다.



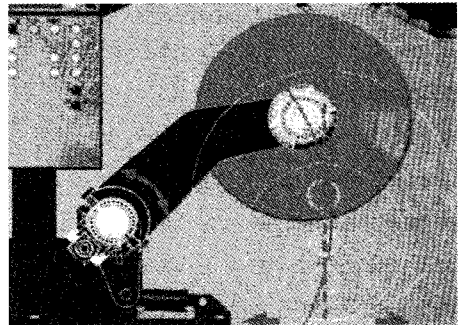
▶ 릴 수송용 트롤리(trolley)

릴 스탠드의 픽업 암(pick-up arm)은 릴을 트롤리 위에서 집어 올리는 것이 가능하도록 위로 이동한다. 릴의 위치는 작업자에 의해 결정되는데 릴 스탠드 픽업 암은 이러한 조작이 가능하고 릴과 자체의 손상을 막아주기에 충분한 폭으로 벌어질 필요가 있다.

픽업 암들은 코어의 높이로 낮아져 코어를 잡아주는 손잡이 부분(chucks)이 양쪽 끝에서 들어가게 된다. 여기에는 세 가지의 잠재적 문제점들이 있다. 우선 릴이 트롤리 위에서 평행하지 않게 위치될 수 있다. 트롤리의 위 부분은 일반적으로 릴이 굴러 떨어지는 것을 방지하기

위해 평평한 판 위에 판의 전 길이에 걸쳐 두 개의 버팀 부분이 돌출 되어 있다. 이 돌출 부분들(lips)은 릴이 평행을 유지할 수 있을 만큼 짝 조이지는 못한다. 이는 다음의 잠재적 문제, 즉 릴이 트롤리 위에 비스듬하게 놓여질 수 있기 때문이다.

픽업 암은 아래 그림에 설명된 대로 전통적인 릴 스탠드의 중앙부에 고정되어 설치되어 있기 때문에 호(號)를 그리며 움직인다. 릴은 일반적인 최대 직경인 1500 mm에서부터 약 130mm의 코어 직경에 이르기까지 그 어떠한 직경도 가질 수 있다. 따라서 작업자는 코어가 척크(chuck)와 수평이 되도록 트롤리의 위에 수평이 되도록 돌출 부분 사이에서 릴을 앞이나 뒤로 움직여 주어야 할 필요가 있다. 이것은 릴의 직경이 작을 경우에는 쉬운 작업이다.

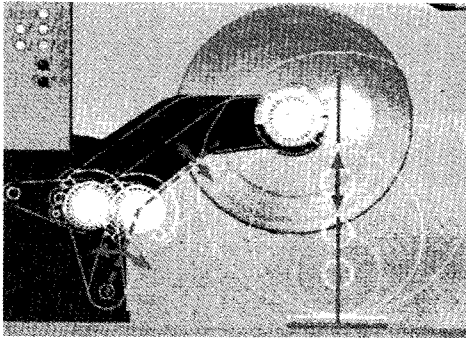


▶ 다양한 릴 직경에 대한 고정 피봇 픽업 암의 호(號)

장력 제동 장치는 일반적으로 척크(chuck)와 같은 축 위에 위치한다. 만약 집어 올릴 릴의 직경이 제동 장치 조합의 바깥 직경보다 작다면 픽업 암은 각각의 개별적인 릴을 잡아 올릴 수 있을 정도로 충분히 낮아지기 어렵다. 따라서 릴의 사용은 모두 거의 끝나가는 릴이 완전하게 구동이 되고 기계 장치에 재 공급되지 않도록 통제되어야 한다.

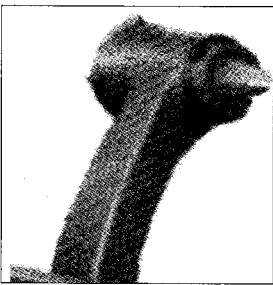
현재 몇몇의 공급자들은 두 개의 지레 받침점을 가지며 각각의 리프트 암마다 마디를 가지고 릴의 양 끝 부분에서 독립적으로 코어를 찾는 것이 가능한 시스템을 사용하는 릴 스탠드를 제시하고 있다. 과도한 기계적 작업

과 전자 제어는 보다 고비용을 의미하지만 이러한 것들은 구형의 장치를 개조하거나 한정된 공간의 경우에는 불필요하게 늘어나는 조작 시스템이나 통제에 드는 비용을 절감시켜 준다. 이러한 스탠드들은 또한 원뿔형의 릴이나 마모된 릴을 보정해 줄 수도 있다.



▶ 관절을 가지는 픽업 암은 모든 릴 직경의 릴 중심에 대하여 수직으로 움직일 수 있으며 또한 변형된 릴들을 적합하게 조절할 수 있다.

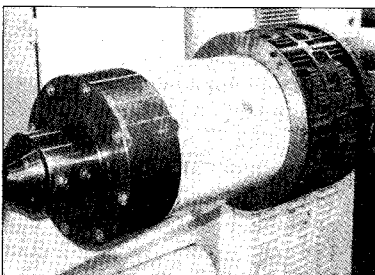
릴의 잡음



초기의 축이 없는 릴 스탠드에는 썩기 원뿔이 릴을 잡는데 사용되었다. 이 장치들은 상당한 양의 죄는 힘이 가해지면 릴이 구동됨에 따라 코어의 끝 부분이 파괴되는 경향이 발생하기 시작한 이

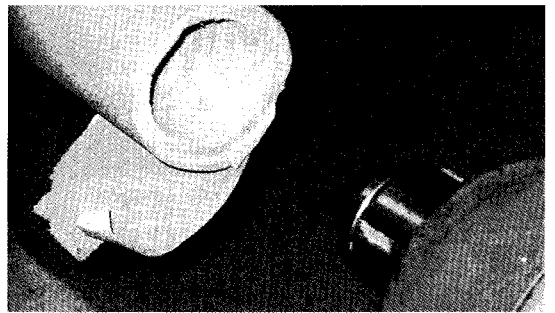
래 잘 사용되지 않고 있다.

만약 죄는 힘이 약하면 이것들은 코어 안으로 미끄러져 들어가는 경향이 있으며 제동력이 가해짐에 따라 장치가 바깥쪽으로 나오게 된다.



▶ 포지티브 그립 척크 (positive grip chuck)

확장 척크(expanding chuck)는 오늘날에는 표준적인 장치로 되어가고 있다. 이 장치들에는 안쪽의 구멍이나 릴 코어의 끝 부분의 보다 넓은 면적을 고정시킬 수 있는 확장 썩기나 개방된 구조의 금속판 등을 사용하는 다양한 종류의 설계가 존재한다. 이러한 확장 척크는 장치들이 오작동 하거나 코어의 양쪽 끝 부분이 마모되는 것을 줄였지만 몇몇의 코어 제조업자들은 이 장치들의 품질을 낮춤으로서 이익을 얻으려고 노력하고 있다.



▶ 손상된 코어의 사진

적어도 코어의 내부 와인딩(winding)은 양질의 크라프트 종이여야 하며 구매자들은 이점에 주목해야한다. 모든 100% 페지로 만든 종이 코어는 장치 밖으로 빠져나오거나 파열되는 문제점이 발생한다. 또한 구멍의 직경은 명확하게 지정되어야 하며 척크의 직경에 알맞도록 편차가 ±2 mm 이상 되어서는 안된다는 것이 중요하다. 계단형 척크를 사용하여 두 개의 코어 직경에 적합하도록 하려는 시도는 적합하지 않은 것으로 밝혀졌다. 척크가 길어지고 픽업 암이 벌어지는 간격이 제한되기 때문에 코루게이터의 최대 작업 폭이 감소되었고 또한 코어와 접촉하는 척크의 접촉 길이도 이에 맞추어 동시에 감소하였다.

미래의 척크 설계에 대한 새로운 시도는 코어가 제 위치에 도착하게 되면 코어를 고정시키기 위해 강한 스프링에 의해 철판들이 앞으로 이동되어 공기의 작용에 의해 실제 접촉되도록 하는 것이 있다. 이 방법은 사용된 릴이나 코어 부분을 쉽게 제거시키는 데 이점이 있다.

척크 고리에 의한 측면에서의 고정은 릴이 구동할 때

내부 와인딩의 모서리가 손상되지 않도록 코어 위에서 이루어져야 한다.

구동 중이거나 스플라이스(splice) 통과시의 종이 장력 조절

종이의 장력을 조절하기 위해 양쪽 척크에 토크(torque)를 가해주는 가장 일반적인 제동 장치는 공기압에 의한 디스크 제동 장치나 전기에 의한 제동 장치가 사용된다. 분명히 같은 정도의 종이의 장력을 부여하기 위해서는 큰 직경의 릴에 투입되는 토크는 반 정도의 직경의 릴에 필요한 토크에 비해 두 배정도의 힘이 가해져야 한다. 작업이 진행되는 동안 균일한 장력이 가해지도록 하기 위한 가장 효과적인 방법은 편면기나 접착 장치와 같은 중요한 공정 장치에 들어가기 전이나 예비 가열기나 예비 조습 장치 드럼과 같이 각각의 운전 셋팅에 따라 인장력에 영향을 미칠 수 있는 다양한 장치들을 통과한 후 실제 장력을 측정하는 것이다. 측정된 장력은 설정 값과 비교하고 필요에 따라 자동 조정한다. 또한 스플라이서 내에 장력 조절 장치를 설치해야 하는데 이 장치는 이후에 스플라이서 부분에서 설명할 제동력을 조절하는 역할을 한다.

장력 측정 장치는 일반적으로 전기적인 신호로 표시되며 이 신호는 릴 스탠드 제동 장치에서 공기압의 변화로 변환되어야 한다.

구동하는 동안의 릴 수평상태 유지

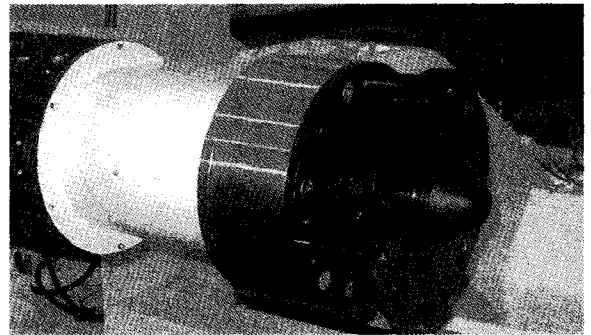
릴의 크기나 코루게이터의 폭에 따라 다르지만 종이 릴은 일반적으로 최대 3에서 4톤 사이의 무게를 가지며 최종 단계에 가서는 몇 킬로그램 정도로 감소된다. 릴 스탠드는 릴의 양쪽 끝 부분의 픽업 암에 같은 정도의 무게가 실리고 균등하게 편향되도록 알맞게 설계되어야 하며 적당히 튼튼하여야 한다. 만약 예를 들어 한 쪽 끝 부분만이 높거나 낮으면 무거운 하중이 치우쳐 횡방향으로 강한 뒤틀림이 발생하게 된다.

지밀 측면 정렬 장치

골심지와 라이너가 편면기를 통과할 때 정렬이 이루어지고 하부의 라이너가 접착 장치의 편면 지밀에서 정렬될 수 있도록 하기 위해 오프셋 장치들이 릴 스탠드에 설치되어야 한다. 이 장치가 인력에 의해 조작 될 때마다 조작자들이 다음 릴이 적재될 때 정상 상태로 되돌리는 것을 잊을 위험이 있다. 따라서 보다 우수한 기계 장치는 조작자가 새로운 릴이나 새로운 폭의 릴이 적재될 때 작업을 철회하거나 기계 장치가 중앙으로 되돌아가도록 예비 조작할 때 자동으로 통제 할 수 있는 성능을 가지고 있다.

릴(part reel)이나 코어의 제거

많은 수동 작업과 의사소통의 저해, 적지 않은 안전 및 건강상의 문제 등이 척크로부터 파트 릴이나 다 쓴 코어를 제거하는 작업 시에 자주 발생한다. 최근의 추진 링들이 이러한 문제에 대한 답이 되고 있으며 작업자에 의한 개입 없이 완전히 자동으로 릴의 교환이 가능하도록 해 준다.



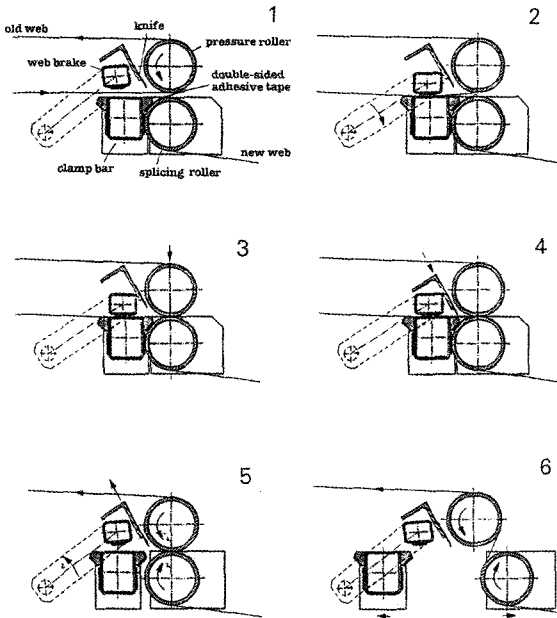
▶ 추진 링(pusher ring)은 손상 없이 척크에서 코어나 사용된 릴의 일부분을 제거한다.

스플라이서(Splicers)

이 장치들은 그 이름이 뜻하는 것처럼 기계 장치가 운행되는 동안 이전의 종지와 새로운 종지를 결합시켜 준다. 이 장치들은 원래는 '플라이 스플라이서(Flying Splicer)'라는 매우 고차원적인 이름으로 소개되었으며

매우 숙련되고 자부심을 가지고 있는 작업자들이 이전의 장치들로도 가능하도록 해야한다는 강한 요구에 답하기 위해 개발되었다. 이 당시의 스플라이서는 알맞은 신뢰성을 가지고 있었다.

현대의 스플라이서는 스플라이스의 작업 공정 시 순간적으로 반응하는 장력에 대해 전기적 제어를 하고 있다. 이 방법은 두 개의 제동 장치의 집합을 제어하는데 하나는 배출되는 종이에 사용되는 것이고 다른 하나는 새로운 릴에 사용되는 것이다. 전형적인 스플라이스의 작업 순서를 밑의 그림에 표시하였다..



Splicing Sequence

▶ 스플라이싱(splicing) 순서

- 우선 운전자는 새로운 릴의 사각형 부분 앞쪽 모서리를 자르고 양면의 슬라이싱 테이프를 붙인 후 깔끔한 슬라이스를 위해 뒷받침을 제거하고 접착 부분을 다듬는다.
- 스플라이스의 시작은 코어의 직경에 대해 자동적으로 예를 들어 스플라이스의 연계 작동 시스템에 의

하거나 운전자가 단추를 누르는 인력에 의해 이루어진다.

- 배출 릴은 제동되고 종이를 죄어 새로 준비된 모서리가 그 위에 눌러지도록 해준다.
- 배출 종이는 스플라이스 정착 부분 모서리에서 잘려진다.
- 한편 페스톤 스톡(festoon stock)은 작업 운행 속도로 기계 장치에 공급된다.
- 새 종이는 스플라이스의 결합부에서부터 위쪽으로 기계 장치의 운행 속도에 이를 때까지 가속되며 이러한 힘을 이완시키기 위해 잔존하는 페스톤 스톡(festoon stock)에 의해 완화된다.

이러한 요소들에 대한 제어는 장력 제어 시스템, 브레이크 패드, 칼날, 절단용 받침대, 롤들의 평행, 체인과 베어링의 윤활 유지에 높은 정확성을 기해야하며 이러한 작업을 행하는데 있어 매우 중요한 요소이다.

미래의 첨단 스플라이서는 매우 빠른 종이의 연결 속도를 가지게 될 것이다.

예비 가열기와 조습장치

만약 종이의 온도를 미리 높인다면 온도 에너지가 종이 자체에 존재하게 되므로 상당한 수준의 에너지가 끈을 형성할 때나 접착될 때 절약될 것이다. 이러한 원리를 실행하는 가장 실용적이고 효과적인 방법은 높은 전도성을 가지는 첼제 드럼을 직접 접촉시키는 것이다.

높은 온도는 표면의 공극을 열어주어 전분 현탁액이 종이 표면으로 침투하기 쉽게 해주며 또한 종이 결합의 연속성을 높여준다.

예비 가열기

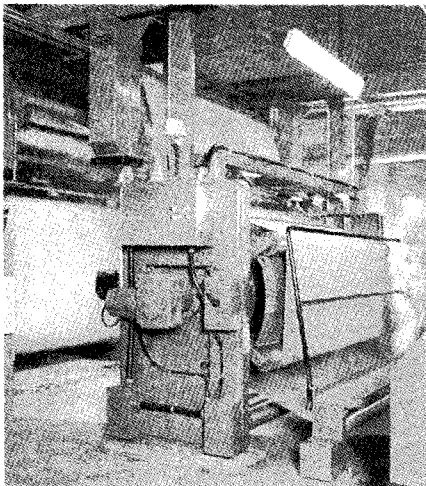
습부에는 일반적으로 여러 개의 예비 가열기가 있는데 이중 몇몇은 독립적으로 설치되고 몇몇은 편면기, 접착 장치, 양면기의 입구 등에 설치된다. 이들은 종이 웹의 편면으로부터 수분을 제거할 수 있다.

독립적으로 설치되는 장치들은 종이의 무게나 예상되는 운행 속도에 따라 900 mm에서 1000 mm의 직경을 가지는 드럼과 종이의 이동 속도나 기계 장치들의 속도에 따라 투입 열량을 다양화 할 수 있는 조절 가능한 랩 암(wrap arm)을 갖고 있다.

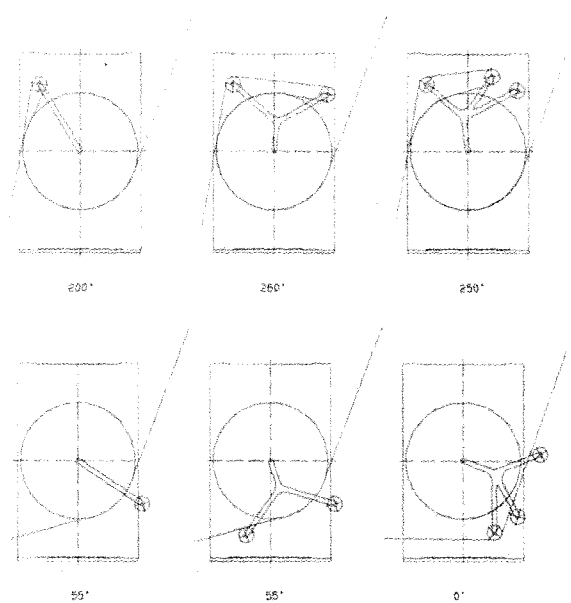
최근의 장치들에서 예비 가열기 드럼은 일반적으로 종이에 영향을 미치는 장력이나 예비 공급에 따라 약간 높거나 낮은 속도로 운행 되도록 해주는 장치를 이용하여 전체 운행 속도에 맞추어 구동된다. 일반적으로 약간 낮은 속도는 예비 가열기에 유용하며 구동 또한 초기의 종이 결합을 도와주는데 효과적이다. 현재 사용되는 예비 가열기는 이전의 수많은 제어가 불가능했던 요소들을 감소시킴으로서 와프(warp)를 줄이는 중요한 장치가 되고 있다.

(냉각된 예비 가열기에서 시험이 이루어질 때까지 종이의 마찰이 드럼에 유용한 부가적 열을 가해준다고 주장되지만 실험결과 종이는 어떠한 열의 상승도 확인 할 수 없었다.)

랩 암은 매우 중요하며 조절 암 위의 이중 랩 롤은 매우 광범위한 감음 각도를 갖게 해준다. 이 암은 대부분의 예비 가열기 드럼에 적어도 약 270°의 감음 각도 조절을 가능하게 해준다.



▶ 0~250° 까지 다양한 감음 각도 범위를 마련해주는 독립 예비 가열기와 감음롤(wrap roll)의 배치



위의 그림에 나타난 또 다른 중요한 설계, 특히 접착 장치 이전의 열을 지어 설치된 예비 가열기(stock preheaters)는 열을 지어진 것을 떼어내지 않고도 드럼 베어링을 교체할 수 있다. 대부분의 최신 장치들은 랩 암과 연계되어 속도를 내게 된다. 특정한 종이에 적당한 감음이 밝혀지면 장치의 물리적 감음의 한계의 지배를 받는 드럼 속도에 관계없이 종이에 일정시간 접촉할 수 있도록 해주는 자동 장치를 설치할 수 있다.

조습장치

이 장치들은 처음에는 일시적으로 리그닌에 의한 결합을 약화시킴으로서 가소성을 부여하여 보다 높은 뿔뿔이도를 가지는 활엽수를 이용한 반화학 골심지를 만들려는 목적으로 열을 갖은 증기를 가하기 위해 사용되었다. 이 증기는 또한 롤의 마모를 줄이고 두 개의 골 롤 사이의 복잡한 구조를 통과할 때 잘 미끄러지게 해주기 위해 미세하게 조절되었다. 조습 장치의 증기는 익스텐디드 닙 프레스(extended nip press) 부분이나 반화학의 경우의 작용과 같은 효과를 내기 위해 상당한 양의 전분 사이즈제를 처리하는 초지기에서 제조되는 경우를 제외하고는 대

부분의 폐지를 이용한 골심지에는 그리 필요하지 않다는 것이 밝혀졌다. 우수한 결합을 위해 증기와 열은 접착제를 더 잘 받아들여 접착력이 높은 표면을 제조할 수 있도록 해준다.

예비 가열기와 조습장치 모두는 와프 제어에 매우 중요한 장치이지만 앞의 장에서도 언급했듯이 이 장치들은 둘 다 코루게이터에 투입되는 종이의 수분에 의한 선상의 줄무늬인 웨스트릭(wet streak)을 감소시키기보다는 오히려 더 악화시킨다. 특히 증기의 경우 만약 종이에 포함되어 있는 수분의 양이 얼마인지를 알아낼 수 없다면 이 문제의 해결은 어려워진다.

이 문제에 대한 가장 좋은 해결 방법은 증기를 가해줄 필요가 없는 적절한 수분 함량을 가지는 적절한 종이를 사용하는 것이다. 하지만 반화학 펄프 종이나 크라프트 라이너의 경우 예비 조절 장치의 증기는 항상 필요하다.

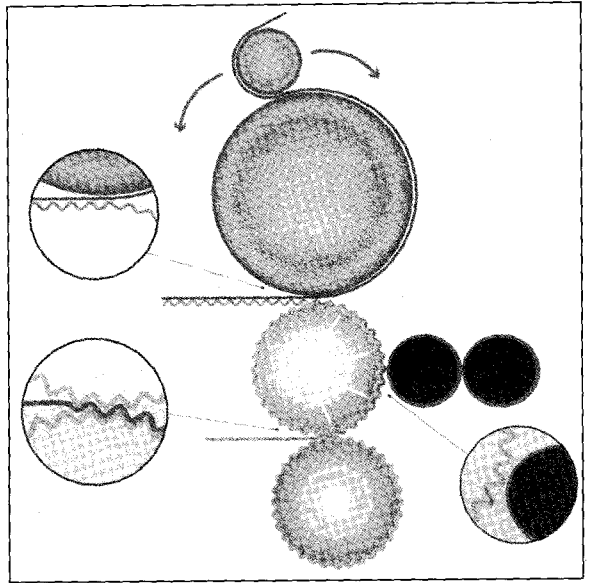
편면기

편면기는 코루게이터의 가장 중요한 부분이다. 또한 이 장치의 모든 공정은 최종적인 판지의 품질을 결정하는 주된 공정이다. 이 편면기의 공정은 기본적으로 두 개의 종이를 사용하는데 하나는 라이너이고 하나는 골심지이다. 이것은 요구되는 골의 형태로 골이 제조된 후 편면 판지의 연속적인 지필을 만들기 위해 라이너에 접착제를 가하게 된다. 이 작업은 골이 만들어진 판지를 제조하는데 있어 첫 번째 과정이다. 하지만 비록 충분히 자동화되어 있기는 하지만 편면기는 아직도 운전자의 기술과 경험을 필요로 하는 접착 장치, 브릿지 조절, 양면기 등의 장치들과 결합되어 있다.

편면기는 다음의 다섯 개의 롤로 이루어진다.

- 두 개의 가열 골 롤, 두 롤이 접촉하는 부분 사이에서 가해지는 압력으로 종이 통과하면서 골이 형성된다.
- 예비 가열기와 같은 역할을 하며 페이스(facer)나 라이너에 압력을 가하여 골 꼭대기에 접착선을 형성하는 것을 주기능으로 하는 하나의 가열 압력 롤

- 골 꼭대기에 접착제의 흐름을 전이시켜주는 접착제 적용 롤
- 적용 롤로부터 접착제의 과도한 양을 닦아내고 정밀하게 조절되는 롤 위의 일정한 두께 이상의 필름 잔여량을 제거해주는 닥터 롤(doctor roll)



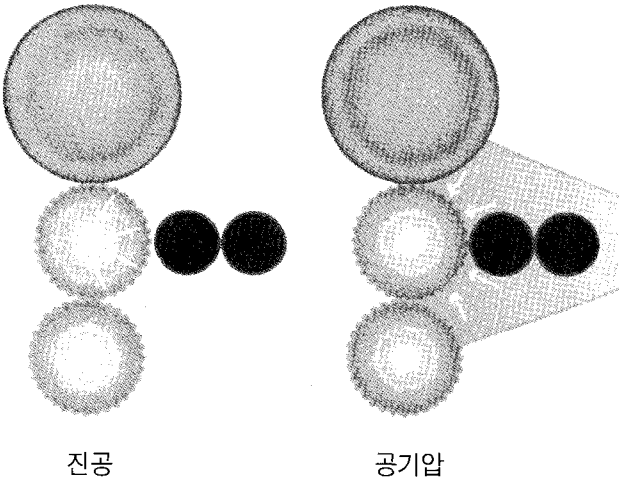
▶ 기본적인 편면기의 개략도

골 롤은 매우 정밀하고 소모되기 쉬운 장치로 종이의 마찰로 인한 손상을 막아주어야 하는데 그 방법에 대해서는 이후의 장에서 설명하겠다. 이 롤들은 가능하면 잘 부착되고 고정된 골심지가 균일하고 연속적으로 설계된 형태대로 성형되도록 하기 위해 증기를 이용해 180℃의 표면 온도까지 가열한다. 이 작업을 행하는 데는 그리 많은 시간이 소모되지 않는다. 예를 들어 375 mm의 직경을 가지는 롤의 경우 골 형태를 만들어주는 복잡한 구조 사이에서 300 m/min의 속도를 가지며 압력 롤과의 접촉시간은 약 118 millisecond이다.

성형된 골심지는 속도가 높아지며 울리는 소리를 내는 경향을 피하기 위해 위쪽의 골 롤에 단단하게 고정시키는데 접착제 적용 롤의 위와 밑에서 진공력이나 공기압을 가해준다.

압력 롤과 위쪽의 골 롤 사이의 접촉선의 결합은 매우 중요하다. 접촉의 압력은 일정해야하며 접촉선은 수평의 직선이어야 하는데 만약 그렇지 않으면 평탄한 면의 판지가 만들어질 수 없다. 이것이 하단의 골 롤을 미세하게 크라운(crown)을 해줘야 하는 중요한 이유이다.

종이가 이동하기 시작할 때의 실제적인 폭으로 평탄한 접촉선을 만들어주기 위해 압력 롤의 끝 부분과 하단의 골 롤에 충분한 압력을 공급해주어야 한다. 위쪽의 골 롤이 접촉제 적용 롤과의 접촉선이 변형되지 않게 하기 위해 기계 장치의 설계 시 신중을 기해야하며 또한 이는 접촉제가 폭 방향으로 균일하게 발라지도록 완벽한 직선을 이루어야 한다.



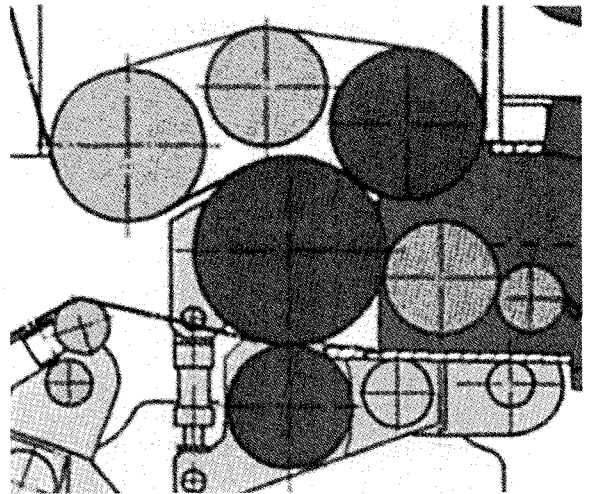
▶ 골 성형/접착 메커니즘에서의 핑거레스(fingerless) 원리에 대한 모식도

위 그림의 세 롤(두개의 골 롤과 하나의 압력 롤)들은 일반적으로 유압 실린더들을 이용하여 위와 아래에서 가압된다. 이것들은 외부의 물체가 갑자기 롤들을 통과할 때의 완충 작용을 하기 위해 질소와 같은 가스를 이용하는 수동의 완충장치를 설치하여 이러한 경우를 방지하거나 피해를 최소화해야한다.

편면기의 모든 압력 롤의 바람직하지 못한 성질에는 자연적인 주파수 범위에서의 공명이 있다. 이 공명은 압력 롤과 골 롤간의 접촉에 의해 진동이 발생하는 진동 주

파수가 기계 장치의 자연적인 진동 주파수와 일치함에 따라 일어난다. 이것은 골의 형태를 변화시킬 수 있지만 항상 100-300 m/min의 속도 사이에서 일어나며 낮은 속도에서는 230-250 m의 속도보다 2-3배 가량 더 일어난다. 이 기계 장치는 만약 주어지는 판지의 자연적인 속도가 떨어진다면 기계 장치는 진동의 범위의 약간 위나 아래의 속도로 운행되어야 한다. 그렇지 않으면 소음을 발생시켜 불안정한 작업 환경을 만들고 판지의 생산시 결합을 발생시킨다.

최근의 발전에서, 특히 고속의 기계 장치에서 압력 롤이 작업상 그리고 환경상의 결점이 문제가 되기 시작한 이래 제거되어왔다.(「최근 20세기의 골판지의 발전」(장 참조) 따라서 최근의 주된 롤의 구성은 밑의 그림에 나타난 것과 같다.



▶ 압력 롤 대신에 압력 벨트를 갖고 있는 편면기

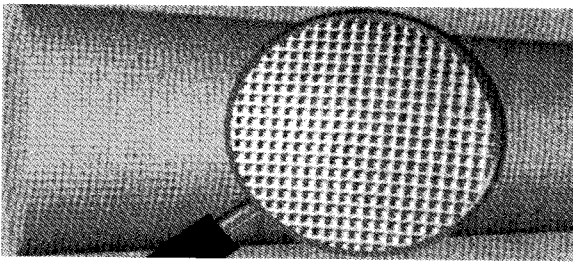
이러한 기계 장치들은 압력 롤을 대신해 다음과 같이 다양한 이점을 제공해 준다.

- 골 꼭대기들은 두 개의 라이너 모두와 접촉하고 압력 롤 경우의 순간적인 접촉보다 오래 열을 가하게 된다.
- 종이의 구조는 더 이상 압력 롤과 골 롤의 골 꼭대기의 접촉의 높은 압력에 의해 손상되지 않게 되며 또한 판지와 상자의 품질이 향상된다.

- 이러한 접촉에서 보다 적은 진동이 발생하게 되므로 방음 장치가 필요 없고 종이의 진동에 의한 끊김을 발생시키는 치명적인 공명 속도가 발생하지 않게 된다.
- 골 롤의 손상도는 감소되며 치명적인 문제의 발생이 감소되기 때문에 수명이 연장된다.
- 편면 판지는 보다 건조가 잘 되고 더 결합이 잘된 상태로 브릿지(bridge) 위에 공급 된다.
- 이론적인 판지의 두께가 유지된다.
- 워시보드(washbord)가 생길 가능성이 적다.
- 내부의 라이너는 매우 우수한 인쇄적성의 표면을 갖는다.

접착제 적용 롤

접착제 적용 롤은 일반적으로 골 꼭대기로의 청결한 이동을 위해 조절된 접착제 필름을 단단하게 고정시키기 위하여 표면 처리를 한다.

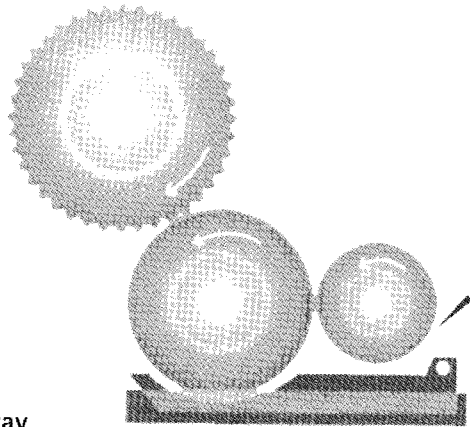


▶ 셀(cell)의 형태로 조각된 접착제 적용 롤

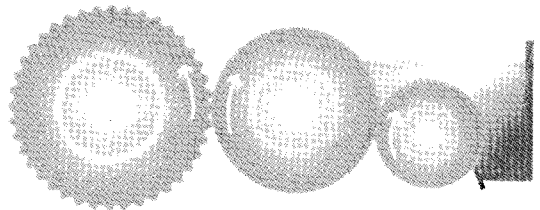
전형적인 표면은 cm 당 10-12개의 셀을 가지며 크롬이나 스테인리스 스틸과 같은 철회로 강화된다. cm 당 16-18개의 셀을 가지는 미세하게 조각된 형태는 필름이 투입되는 양을 줄이기 위해 미세한 골을 가지는 판지에 사용된다. 만약 접착 롤과 골 롤 사이에 간격이 존재한다면 0.1 mm 이하로 정확하게 낮추어지도록 조절해야 하며 꾸준히 이 두 롤 사이의 실제적인 간격을 측정하는 것이 이상적이다. 조절 모터를 이용하는 방법은 쉽지만 충분하지는 않으며 전달 과정에서 매우 많은 잠재적 문제점을 가지고 있다.

이러한 조절 과정은 접착 롤의 정교한 표면을 손상시킬 수 있는 종이의 제조 영역에서 일어날 수 있는 급속간의 접촉을 방지하기 위해 멈추어져야 한다. 몇몇의 제조업자들의 투입 롤의 끝 부분에서의 매우 큰 직경의 링들은 안전한 정지를 할 수 있게 해준다. 일반적으로 접착제의 이동을 도와주기 위해 접착 롤과 골 롤간에는 3 퍼센트 정도의 미세한 속도 차이가 존재한다.

현재에는 접착 롤과 골 롤위의 종이와 접촉을 유지한 채 작업을 할 수 있는 장치가 개발되었다. 접착 롤의 양 끝 부분의 감응성이 뛰어난 압력 감지 장치는 종이가 압력을 받기 시작하면서부터 종이의와의 접촉을 측정한다. 이 시스템은 자동적으로 종이의 두께에 대한 롤의 위치를 조절한다. 다시 말해 자체 조절 장치인 것이다.



Tray



Fountain

▶ 전분 시스템의 모식도

0.08 mm의 두께를 가지는 90 gsm이나 종종 70 gsm의 저 평량 종이의 경우 자체 조절 시스템은 가장 효과적인 선택이다.

닥터 롤(doctor roll)은 접착제 적용 롤의 접착제 필름을 측정하여 골 꼭대기의 접촉부로 이동시켜준다. 이 롤은 일반적으로 크롬으로 도금된 평탄한 표면의 롤이나 세라믹으로 도포된 평활한 롤로 시스템이 사용되는 여부에 따라 접착 롤과 다른 표면 속도를 가진다. 몇몇의 기계 장치에서는 접착 롤이 접착제의 트레이(tray) 표면에 담가짐으로서 전분을 끌어올린다. 다른 기계 장치에서는 접착 롤과 닥터 롤 사이의 접촉부 위에 많은 양의 전분이 적용되며 이는 닥터 롤을 사용하는 플렉소그래픽 인쇄 방법과 비슷하다.

또한 이 두 롤들 간의 간격은 정확하고 평행하게 0.01 mm로 조절되어야 한다.

편면기에서의 일반 B 골과 C 골 혼합의 평균 접착제 소요량은 약 4 gsm의 상업적 고품분이어야 한다. 아마도 3 gsm이 가장 가능성이 높은 것이다.

접착제 댐(glue dams)은 장치가 운행될 때 접착제가 종이 폭 바깥쪽으로 흘러나와 골 블로 이동하는 것을 막기 위해 설치되어야 한다. 이 장치들은 종이의 양쪽 모서리 부분에서 수십 mm간격으로 위치하도록 자동으로 조절되며 폭이 변화할 경우 접착제 댐은 접착제가 종의 바깥쪽으로 흘러나오지 않도록 신속하고 계획적으로 조절되어야 한다. 또 접착제의 흘림이나 접착제 적용 장치에서의 접착제 고갈 없이 신속한 폭의 교체에 대처할 수 있도록 접착제 저장통이 설계되어야 한다. 이러한 고려는 작업 속도에서 할 수 있는 폭 변화에 실제적인 한계를 가

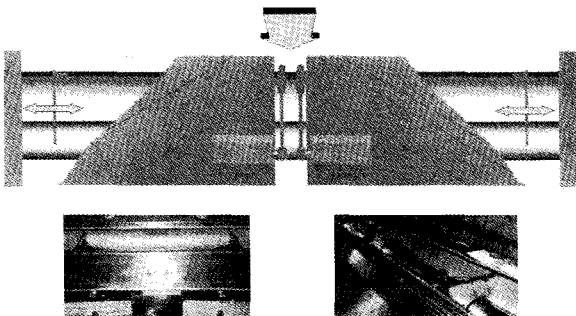
지고 있다. 하지만 이러한 한계는 트림 슈트 직경과 같은 것을 강요하는 기기의 다른 영역이다. 그러므로 만약 넓은 폭의 교체가 필요하다면 전통적인 갭 타입(gap-type) 건부 교체의 경우 각 방향마다 120 mm나 150 mm의 계획 변화가 자동적으로 복귀되어야 한다. 이 부분은 이후의 건부(dry end)장에서 자세히 설명될 것이다.

위에서 다루어진 다섯 개의 중요한 롤 외에도 편면기는 초기의 기계 장치 수명을 연장하고 종이의 흐름을 조절하기 위한 예비 가열 롤, 예비 조습 증기 공급장치와 롤, 유도 롤, 판 등을 조합하여 사용한다. 이 장치들 중 몇몇은 통합된 예비가열기에서 와프 조절이 가능하도록 움직여진다. 편면기에 독립되어 설치된 예비 가열기와 예비 조습 장치는 현대화된 코루게이터의 편면기에 포함되는 드럼에 의해 보충되는데 이는 이러한 공정들은 골 성형 시 가능한 한 열의 손실을 막아주고 지필의 지절과 파지의 발생 확률을 감소시키기 위한 최선의 방법이기 때문이다.

골심지는 골 형태로 만들어지기 때문에 골심지의 길이는 생산된 판지의 길이보다 길어야 한다. 판지 길이에 대한 종이 길이의 비율을 은 ‘테이크 업 비율(take-up ratio)’이나 ‘드로우 팩터(draw factor)’ 라고 하는데 우리는 이를 골조율이라 부른다. 골 성형시 복잡한 구조 내에서 낮은 인장력의 골심지에 가해지는 압력을 줄이기 위해 골심지는 일반적으로 테이크-업 팩터(take-factor)를 고려하며 요구되는 종이 속도와 비슷한 표면 속도로 구동되는 과속의 롤에 의해 납으로 투입된다.

▶ 편면기에서의 자동화된 신속한 접착제 댐 조절

종이 투입 방향



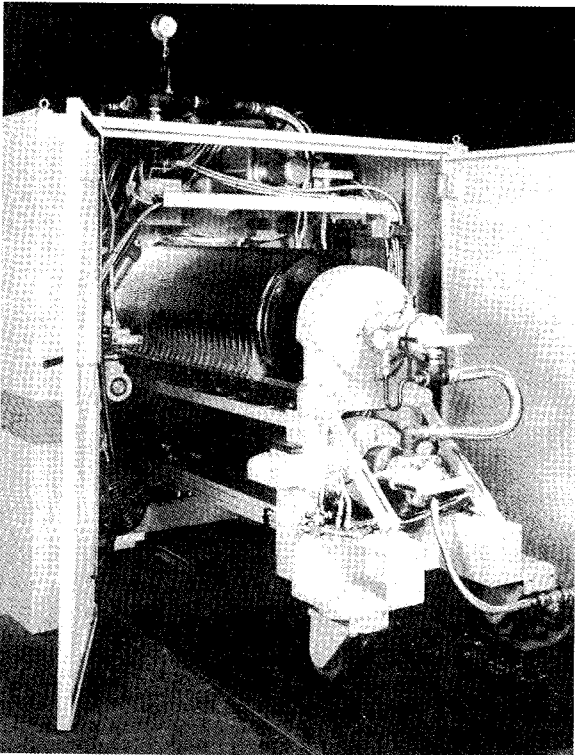
이중 및 다중 골 편면기

최근 골 프로파일의 상대적 증가와 골의 신속한 변화에 대한 필요성은 다음 편면기 형식들 중의 한 형식에 의해 기록되었다.

카세트 머신(cassette machine)-골 롤들은 제거가 가능한 카세트(cassette) 소(小)단위로 조립 장치에 설치되며 이는 신속한 제거와 교체, 구동을 위한 제 위치로의 고정 이 가능하다.

이 것은 적어도 하나, 일반적으로는 두 개가 필요하며 운전자들은 일부를 떼어 내거나 하나의 카세트를 한 기계 장치로부터 '독킹 에리어(docking area)'로 이동시키게 된다. 그 후 작업 진행을 위해 기계 장치에 새로운 카세트를 이동시키고 삽입하여 고정시키고 종이를 연결시키게 된다. 롤은 독킹 에리어에서 증기에 의해 미리 가열되는데 일반적으로 아직까지는 판지의 우수한 운영을 위해 기계 장치는 적당한 정도의 증기로 공회전을 해주어야 한다.

이전의 골 이동이 새로운 골 이동 속도에 도달하기 위해 정지되어야하는 평균 시간(run-to-run time)은 약 15-20분 정도 걸린다. 이 카세트 장치는 운전자가 카세트를 가지고 있는 만큼 많은 양의 골을 만들 수 있어서 진정한 다중 골 제조 장치라 할 수 있다.

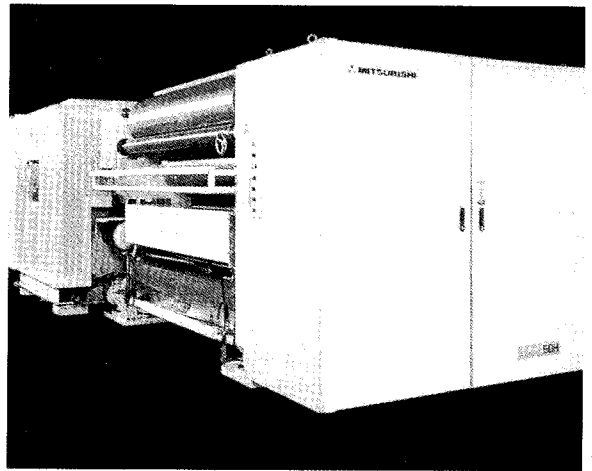


▶ 카세트(cassette) 교환 방식 편면기

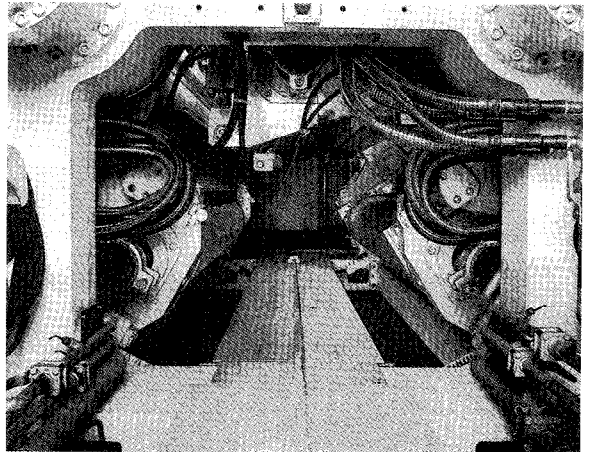
이중 골 편면기 - 이 장치는 두 개의 완전한 골 롤 셋트를 가지고 있는 편면기이다. 한 셋트로부터 다른 셋트

로의 교체는 일반적으로 푸쉬 버튼(push button)을 이용하여 인력을 거의 사용하지 않거나 가끔 사용하는 방식에 의해 이루어진다.

이 장치는 카세트 형식의 기계 장치보다 시간의 경과에 따른 마모나 찢어지는 정도가 적은 경향이 있다. 이 장치의 교체 시간(run-to-run)은 5분 이내이다. 이는 교체되기 이전에 공회전 상태의 롤의 셋트를 미리 가열시켜주는 장치로 가열을 해주기 때문이다.



▶ 두 개의 상주 골 셋트를 갖고 있는 이중 골 편면기



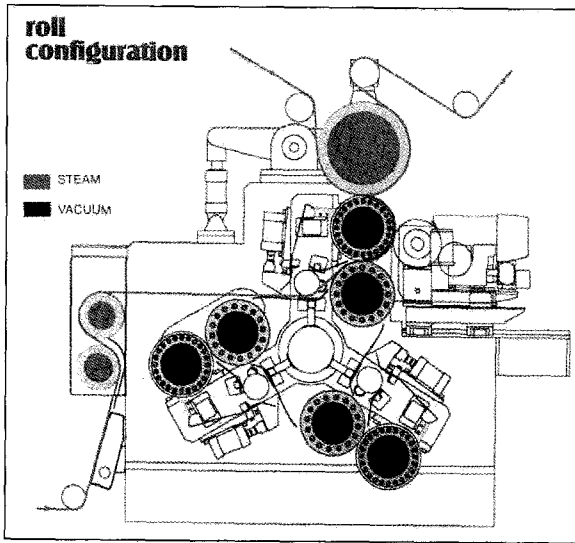
▶ 두 개의 상주 골 셋트와 카세트(cassette) 교체장치를 갖고 있는 다중 골 편면기

조합 다중 골 편면기(combination multi-flute single facer) - 이 것은 이중 골 제조 장치를 조합한 것으로 카

세트를 두 개의 상주 골 세트의 어느 것이나 작업 위치에 삽입시킬 수 있는 장치이다. 이 조합은 두 개의 가장 많이 사용되는 골들의 신속한 교체가 가능하다는 장점이 있어 진정한 다중 골 제조 능력을 가지고 있다.

기타-세 개의 상주 골 중 어떤 것들 사이에도 신속한 교체가 가능한 삼중 골 제조 장치인 MRF-Evolution에 대해 알아두어야 한다.

골 롤이나 전분 접착제 및 증기 시스템 등 모든 편면기 공정의 중요 요소들은 복잡적이며 이들은 별도의 장에서 다루어질 특별한 항목이다.



▶3개의 상주 골 프로파일을 갖고 있는 혁명적 편면기



번역 | 조병목 교수
강원대학교 산림과학대학 제지공학부