최신 슬리터와 롤 포장 라인

목 차

1. 머리말
2. 2형식으로 된 슬리터의 특징과 변천
3. 최신 고성능 자동 슬리터
4. 재단 권취 포장 FA 라인
5. 맺음말

1. 머리말

필름 제조·가공업계에 각개 독립 권취(Take up) 방식 슬리터가 사용되기 시작한 지 벌써 4반세기가 지났다.

맨처음에 나타난 이 방식으로 된 것은 공통 터치 롤러 형식이었다. 그 후 권취 롤의 품질 향상을 도모함과 동시에 운전의 안전도를 높일 목적으로 개별 터치 롤러 형식으로 된 것이 개발되었다. 현재는 고성능 슬리터의 대부분이 후자 형식을 이용하고 있다.

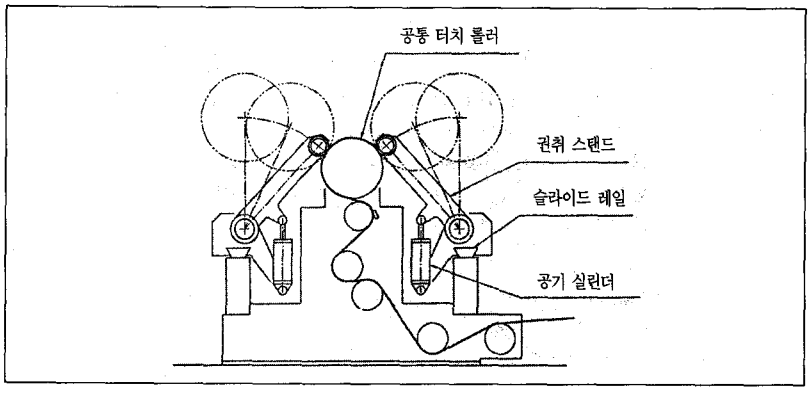
이 글에서는 이들 각 형식의 특징과 변천에 대해 설명한다. 다음에는 최근 개발된 것으로 가동률을 비약적으로 향상시킨 개별 터치 롤러 형식으로 된 자동 슬리터에 대해 설명하고, 다시 이 슬리터와 자동 포장기로 구성되는 FA(Factory Automation) 라인에 대해 그 개요를 소개한다.

2. 2형식으로 된 슬리터의 특징과 변천

〔그림 1〕에서는 공통 터치 롤러 형식으로 된 슬리터의 개요와 특징을 나타낸다.

원반 롤러에서부터 되감긴 넓은 폭의 필름은 슬릿 나이프(Slit knife)에 의해 소정의 폭과 수로 재단되어 공통 터치 롤러 위로 옮겨진다. 공통 터치 롤러는 고속 운전과 고접압(高

〔그림 1〕 공통 터치 롤러형 각개 독립 권취 방식



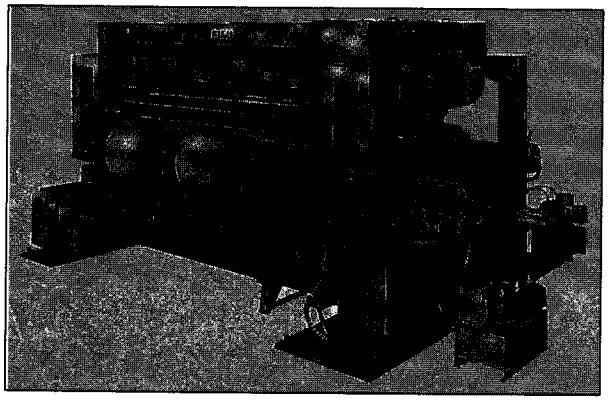
接壓)에 충분히 대응할 수 있는 강성으로써 적극 구동된다. 공통 터치 롤러의 폭 방향으로 터치 롤러를 끼우는 것처럼(그림에서는 좌우로) 권취 스탠드가 재단대의 수만큼 번갈아 엇비슷하게 배열되어 있다. 공통 터치 롤러 위로 옮겨진 재단대는 번갈아 좌우에 있는 권취 스탠드의 권심에 감긴다.

각 권취 스탠드의 권심에는 개별로 설치된 토크 발생기(최근에는 일반적으로 전동기가 사용된다)에 의해 센터 토크가 주어지는 구조로 되어 있다. 또 권취 롤은 각 권취 스탠드에 개별로 설치된 공기 실린더에 의해 각각 개별적으로 공통 터치 롤러에 접촉하도록 가압되어 있다. 따라서 이 권취 방식은 각 권취 롤에 대해 개별적으로 터치 롤러에서 전달되는 표면 구동과 권심에서 전달되는 중심·표면 동시 구동형 권취 방식이다.

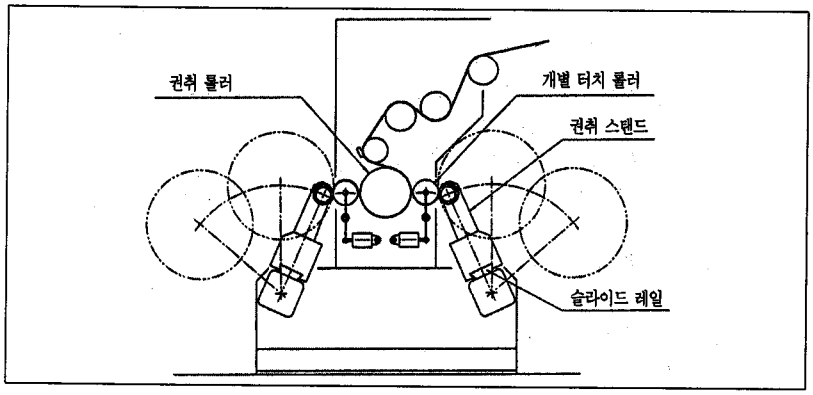
이 형식은 원칙적으로 중심·표면 동시 구동 권취 방식이므로 처리할 수 있는 필름의 종류나 특성에 제한을 받는다. 또 권취 롤과 터치 롤러의 접압을 제어함에 있어 권취 스탠드와 권취 롤의 중량 그리고 센터 토크가 접압에 미치는 영향을 가미하여 실시할 필요가 있고, 낮은 접압으로 고정밀한 운전이 요구될 경우에는 저절로 한계가 있으며, 또 운전의 안전성이 결여되는 단점을 갖는다. 이같은 결점을 개선하기 위해 예를 들면 제어 회로 안에 복잡한 비선형 연산 회로를 조립하여 공기 실린더의 출력에 다양한 보정을 가하는 등의 방책이 취해지거나 하는데 여기에도 한계가 있다.

이에 대해 보정 수단에 의하지 않고 기계 구조를 기본적으로 바꿈으로써 이 문제를 근본적으로 해결한 것이 개별 톱 형식이다. 이 형식은 1970년대 후반부터 80년대 초두에 걸쳐 개발이 실시되었다.

〔사진1〕 개별 터치 롤러 형식으로 된 슬리터



〔그림2〕 개별 터치 롤러형 각개 독립 권취 방식



〔그림 2〕에서는 개별 터치 롤러 형식으로 된 슬리터의 개요를 나타낸다.

원반 롤에서부터 되감긴 폭넓은 필름은 슬릿 나이프에 의해 소정의 폭과 수로 재단되어 권취 롤러 위로 옮겨진다. 권취 롤러는 원반 필름의 전체 폭 이상이나 되는 면 길이를 가져 적극 구동되는 구조로 되어 있다.

개별 터치 롤러는 각 면 길이가 각 재단대의 폭에 대응하므로 권취 롤러의 축 방향으로 권취 롤러를 끼우듯이(그림에서는 좌우로) 재단대의 수만큼 번갈아 엇비슷하게 배열되어 있다. 그리고 이 터치 롤러 하나에 대해 1조(Set)의 권취 스탠드가 대응하고 있다. 권취 롤러 위로 옮겨진 재단대는 각각에 대응한 개별 터치 롤러가 떠맡게 되고, 이에 대응하는 권취 스탠드의 권심에 감긴다.

〔그림 3〕에서는 한 쌍의 개별 터치 롤러와 권취 스탠드를 들어 올려 이 형식의 특징을 나타낸다. 터치 롤러는 암(Arm)을 사이에 두고 피벗의 주위로 회동(回動)할 수 있는 구조로 되어 있다. 또 공기 실린더는 터치 롤러를 권취 롤러에 접촉시키기 위한 것이다. 권취 스탠드는 축 방향으로 이동할 수 있는 슬라이드 레일 위에 설치되어 있다. 슬라이드 레일은 그

중심축의 주위로 유압 서보 실린더에 의해 회동할 수 있는 구조로 되어 있다.

권취를 개시할 때, 권취 스탠드는 터치 롤러 암이 직립되게 하는 위치에 설정된다. 권취가 진행되더라도 터치 롤러 암의 자세가 계속 직립을 유지하도록, 권취 스탠드는 그 위치를 권취 직경의 증대 변화에 따라 이동(후퇴)하도록 서보 제어된다.

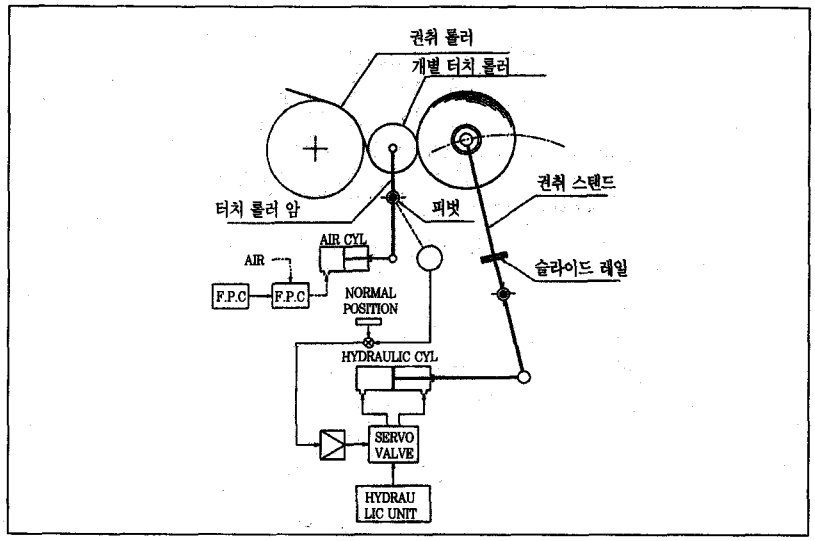
이같이 터치 롤러 암의 자세가 끊임없이 직립하도록 제어함으로써 터치 롤러 자체의 무게와 장력이 터치 롤러에 미치는 작용력은 거의 완전히 피벗에 흡수되어 접압에 영향을 주지 않는다. 따라서 공기 실린더의 추력은 거의 100% 접압에만 작용하므로 공통 터치 롤러 형식으로 된 경우와 같이 복잡한 보정은 할 필요가 전혀 없게 된다. 아울러 개별 터치 롤러의 중량은 권취 롤이나 권취 스탠드의 중량에 비해 훨씬 작으므로 터치 롤러 암을 포함한 진자계의 질량은 공통 터치 롤러 형식인 경우의 진자계 질량에 비해 매우 작다.

이같은 점에서 볼 때 이 형식은 낮은 접압에서도 고감도 · 고정밀도로 접압 제어할 수 있는 뛰어난 성능을 발휘한다.

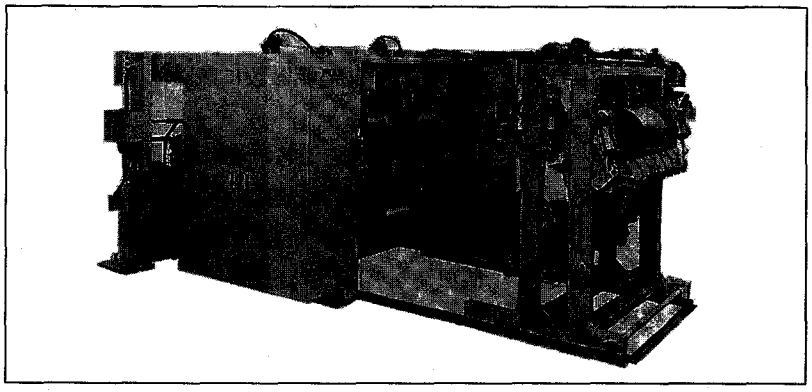
권취 스탠드의 이동을 회동형에서 수평면 내의 직동형(直動型)으로 변경하는 등 부분적인 개량이 추가되거나, 또는 기계 구성 유닛을 배열하거나 조합하는 데 여러가지의 전개를 볼 수 있지만(사진 2 참조), 기본적으로 이런 형식으로 된 것이 오늘날 고성능 슬리터의 주류로 되어 있다.

3. 최신 고성능 자동 슬리터

(그림3) 개별 터치 롤러 형식의 시스템도



(사진2) 터치 롤러 형식이 발전한 슬리터



앞 항에서 설명한 변천을 더듬어 현재는 고품질 권취 롤을 얻기 위한 슬리터의 이상적인 기본 방식으로서 개별 터치 롤러형 각개 독립 권취 방식이 일반적으로 인정되기에 이르렀다. 대표적인 슬리터 메이커에서는 이 방식을 기본으로 각각의 설계 사상에 의거한 특색있는 제품을 개발하여 많은 슬리터가 실용에 기여되고 있다.

그러나 한편에서는 이 기본 방식이 실기에 구체적으로 적용되는 방법이나 생산성에 대해 사용자가 반드시 상당한 만족을 갖는다고는 말할 수 없다. 예를 들면 롤을 바꿔 감을 때나 로트(Lot)를 변경할 때, 필연적으로 발생하는 정지 시간이 슬리터의 생산성을 크게 저해하고 있는 점이 만족을 얻어내지 못하고 있는 대표적인 사례로 들 수 있다.

그래서 최근 사용자 수요의 동향을 가능한 한 넓은 관점에서 다시 파악하고, 이것을 집약하여 개선하여야 할 테마를 아래와 같이 정하여 개별 터치 롤러형 각개 독립 권취 방식으로 된 새로운 모델을 개발하기로 하

였다.

① 생산 효율(가동률)의 대폭적인 향상

② 고성능 · 고품질과 단순 구조의 양립

③ 인간공학적 설계에 의한 작업성 향상

④ CIM(Computer Intergrated Manufacturing)화, FA화에 대응

⑤ 설치 면적의 절감 및 간단하고 경제적인 설치 공사

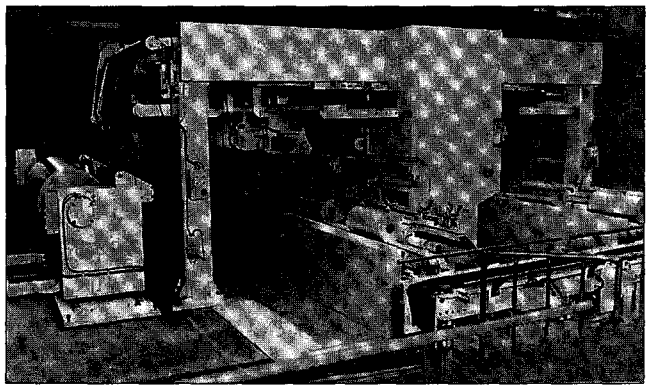
⑥ 손쉬운 보수 점검

〔사진 3〕은 위에 말한 테마에 의거하여 개발한 최신 고성능 자동 슬리터의 전모를 나타낸 것이다. 종전의 고성능기에 비해 단순한 모양을 하고 있으나 필름 감기, 재단, 재단대의 권취, 자동 준비 교체 기능, 완전 자동형 교체 기능 등의 내용을 포함하고 있어 종전에 사용하던 기능을 초월하는 기능을 구비하였다.

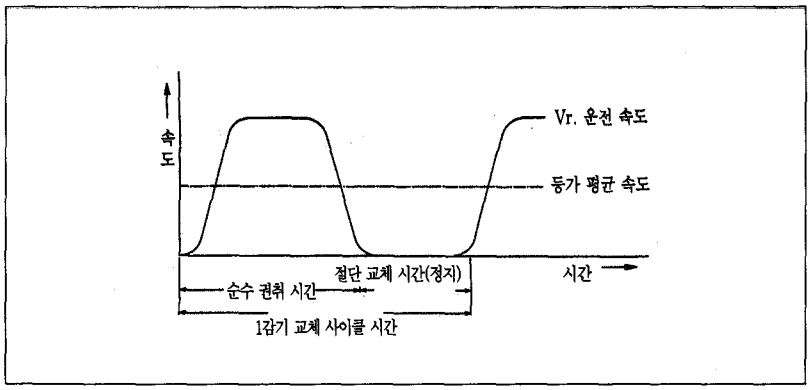
즉 감기 스탠드에서부터 반복된 필름은 본체 상부 프레임부를 통과하여 중앙 프레임부에서 재단된다. 재단대는 중앙 프레임을 사이에 둔 앞뒤(사진에서는 좌우) 권취 스탠드에서 당겨 감겨진다. 재단대의 폭과 수에 대응하는 슬릿 나이프의 위치와 권취 스탠드의 위치는 적응하는 코드 번호를 입력하기만 하면 자동으로 장착된다. 〔사진 3〕에서 2개의 롤이 실려 있는 장치는 뒤에 말하는 절단 교체를 전자동으로 실시하기 위한 것으로 본 기에서 가장 큰 특징의 하나이다.

또 그림에서 볼 때 권취 스탠드가 상부 프레임에서 드리워지게 가설되어 있음을 알 수 있다. 이같은 구성으로 함으로써 기계의 하부를 매우 산뜻하게 하였으므로 운전자는 모든 것을 바닥 위에서 작업할 수 있어 피로 경감과 작업의 안전성 향상을 도모할 수 있었다. 더욱이 전체 구조를 단순하고 또 바닥면에 설치하는 구조로 하였으므로 설치 면적이 작아도 되고, 피트의 시공을 요하지 않으므로 기초 공사비를 절약할 수 있으며, 또 필요에 따라서는 2층 이상으로 설치할 수 있음과 아울러 옮겨 설치하기도 용이해졌다.

〔사진3〕 최신형 고성능 자동 슬리터



〔그림4〕 등가 평균 속도와 운전 속도



본 기계는 원칙적으로 컴퓨터 지령에 따라 운전된다. 운전 조건은 코드화되어 있어 자동으로 설정되므로 운전자의 개인차가 없이 재현성이 뛰어나다. 따라서 품질이 안정된 권취 롤을 손실없이 얻을 수 있다. 또 본 기계의 컴퓨터는 외부와의 통신 기능을 갖추고 있으므로 생산 관리용 호스트 컴퓨터와 통신함으로써 공장의 CIM화에 대응하는 점, 그리고 전후 기계 장치와 유기적으로 연결함으로써 공장의 FA화에 대응할 수 있다.

앞에서 말한 개발 테마에 대응하는 본 기계 특징의 개요는 위에서 말한 대로이다. 본 기계를 개발함에 있어 가장 중시한 테마는 생산 효율의 대폭적인 향상으로, 기대했던 대로 그 결과를 얻을 수 있었다. 이것에 대해서는 아래에서 조금 설명하고 넘어가기로 한다.

보통 슬리터는 상당한 고속으로 운전된다. 그러나 실제로 처리할 수 있는 양(감겨진 길이)과 이에 걸린 시간에서 등가 평균 속도를 역산하면 운전 속도보다 매우 낮아진다. 왜냐하면 롤이 감겨 올라갈 때마다 기계

를 정지하고 재단대의 절단 교체를 하여야 하는 점과 재단 폭이나 그 수를 변경함에 있어 기계를 정지하고 준비작업 교체를 하여야 하기 때문이다. 〔그림 4〕에서는 절단 감기 교체에 기인하는 등가 평균 속도와 운전 속도의 관계를 나타낸다. 여기서는 등가 평균 속도의 운전 속도에 대한 비율을 생산효율이라고 부르기로 하는데, 생산 효율을 높이려면 위에서 말한 기계의 정지 시간을 짧게 할 필요가 있다.

권취 스탠드에서 정해진 길이 감기를 끝내고, 기계가 정지하고 난 다음에 이루어지는 절단 교체 작업(동작)의 내용은 다음과 같이 4가지로 분류된다.

① 재단대의 구로 절단

② 권취 롤을 권취 스탠드에서 새로 감기

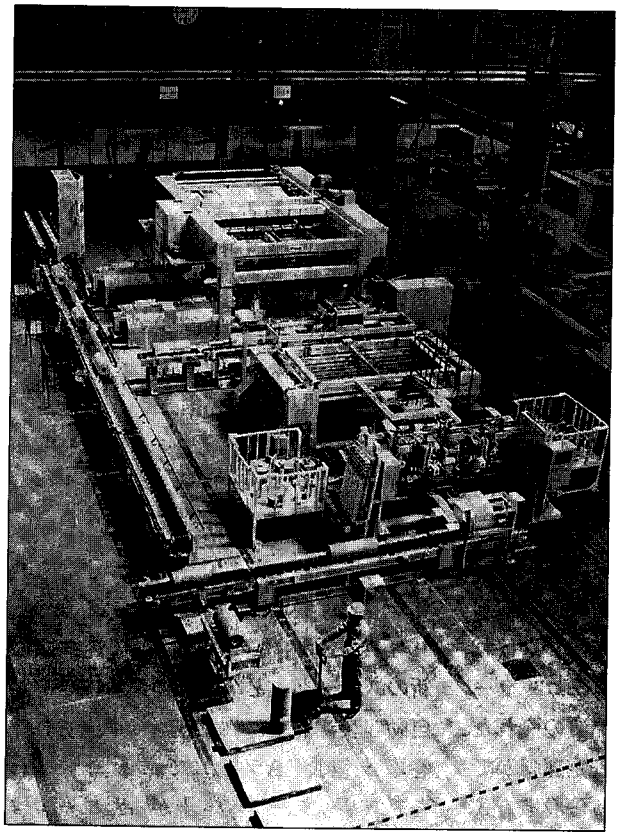
③ 권취 스탠드에 새 권심을 장착한다.

④ 새 권심에 재단대의 가로 절단 끝을 감기

생산 효율 향상의 견지에서 본 기계의 가장 큰 특징은 비교적 간단한 장비로 위에 적은 절단 교체에 관한 4항목의 내용을 완전 자동화하여 이 같은 일련의 동작을 하는 데 요하는 정지 시간을 종전 기계에 비해 현저하게 단축한 점에 있다. 이와 관련하여 본 기계(유효 작용 폭 2400mm)에서 절단 교체에 필요한 정지 시간은 절단 폭과 수에 관계없이 1분 30초 이내이다.

지금까지 중장비를 갖춘 특수 용도의 것을 제외하고 본 기계 이외에 절단 교체를 완전 자동화한 개별 터치 롤러형 각개 독립 권취 방식의 슬리터를 다른 데서 본 적이 없다. 위에 언급한 4항목에 대해 부분적으로 기계화한 것은 많이 볼 수 있지만 어느 것이나 운전자의 수작업을 일부 혹은 전부에 걸쳐 필수로 삼는다.

〔사진4〕 권취 · 포장 FA라인



이와 관련하여 본 기계와 유효 기능 폭을 갖고 위에서 말한 항목중 재단대의 가로 절단과 권취 롤에 새로 감기를 기계화한 것에서는 숙련된 운전자가 혼자 400mm 폭×6조(條)의 재단대를 절단 교체 작업하려면 평균 정지 시간이 약 8분 걸린다는 조사 결과가 나와 있다.

아래에서는 이 데이터를 종전 기계에 대한 절단 교체에 요하는 정지 시간으로 삼고 본 기계(새로 개발한 모델)와 종전 기계인 경우에 등가 평균 속도와 생산 효율을 사례적으로 시산(試算)하여 비교 검토해 본다. 한편 운전 조건의 사례는 다음과 같다.

대상 필름 : CPP, 두께 25 mm

운전조건 : 운전 속도

Vr 400m/min

가속 구배 Ac 10m/min/sec

권취 길이 L 2000m/roll

위의 조건에서 감는 데 필요한 순수 시간은 본 기계와 종전 기계 모두 6분이 된다. 권취 1사이클에 소요되는 시간은,

기동(권취 개시)→만권(滿卷) 정지→절단 교체→재기동 개시 의 동안에 걸리는 시간이기 때문에 본 기계와 종전 기계의 1사이클 시간은 각각 다음과 같다.

본 기계 : Tn=6.0+1.5=7.5min

종전 기계 : Tn=6.0+8.0=14.0min

또 1사이클당 등가 평균 속도는 다

음과 같다

본 기계 : Vmn=L÷Tn
=267m/min

종전 기계 : Vmn=L÷Te
=143m/min

따라서 각각 1사이클당 생산 효율은 다음과 같다.

본 기계 : En=(Vmn÷Vr)×100
=67%

종전 기계 : Ee=(Vme÷Vr)×100
=36%

즉 본 기계의 생산 효율은 종전 기계의 약 2배에 상당한다. 이와 관련하여 종전 기계의 등가 평균 속도를 올리기 위해 다른 조건은 바꾸지 않고 운전 속도만을 600m/min으로 올려 시산하면 종전 기계의 등가 평균 속도는 156m/min이 된다. 요컨대 운전 속도를 50% 올리더라도 등가 평균 속도는 10%밖에 오르지 않는다. 이 점에서 밝혀지듯이 슬리터의 생산성 향상에 정지 시간의 단축이 얼마나 크게 바뀌어 있는가를 알 수 있을 것이다.

다음에는 재단폭을 변경함에 따르는 준비 교체에 대해 설명한다. 종전 기계의 재단 폭을 변경함에 따르는 준비 교체 항목은 다음의 4항목이다.

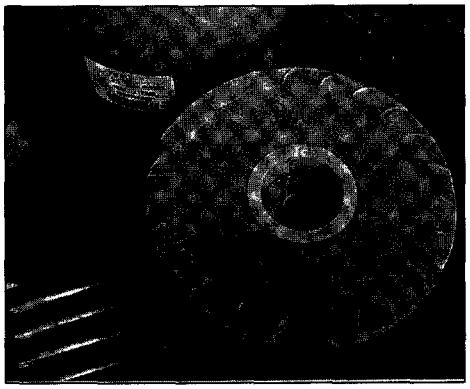
① 슬릿 나이프의 위치 변경
② 권취 스탠드의 위치 변경
③ 터치 롤러 암 유닛의 위치 변경
④ 터치 롤러의 조립 교체(변경한 후에는 재단 폭에 대응한 면 길이의 터치 롤러로 교환한다)

비교적 고성능인 종전 기계에서는 터치 롤러의 조립 교체를 제외한 각 항목의 위치 설정에 대해 그 일부 혹은 전부에 대한 자동화가 실시되고 있다. 그러나 터치 롤러의 조립 교체에 대해서는 암의 위치를 설정하기 전에 이미 장착되어 있는 터치 롤러를 수작업으로 암에서 떼어내고 암의 위치를 설정한 후에 새로운 재단대폭에 대응하는 터치 롤러를 수작업으로 다시 장착하는 것이 일반적이다.

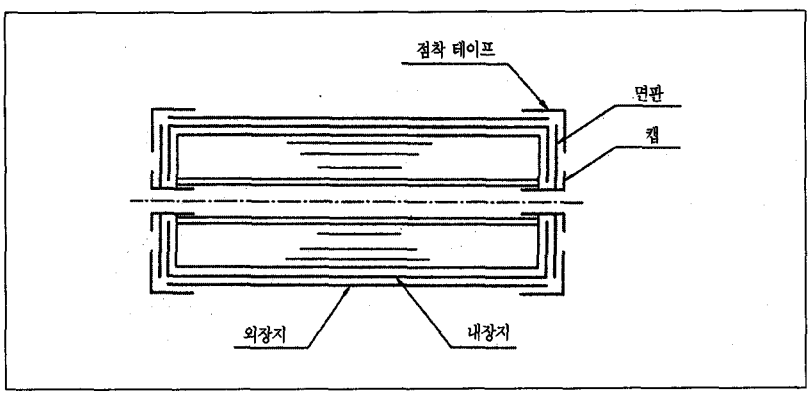
이 작업은 슬리터 내에서 실시할 필요가 있으므로 운전자에게 불안정한 자세를 강요하게 되고, 특히 재단폭이 넓은 경우에는 혼자서 작업하기가 곤란해진다.

이같은 불편을 해소하기 위해 기외(機外)에 터치 롤러용 스토리지(Storage)를 만들어 유닛을 이 위치로 이동하여 터치 롤러의 조립 교체를 자동 혹은 수작업으로 실시하는 방식 등이 제안되어 있는데, 여분의 가동 시간과 스페이스를 요하고, 게다가 비용이 많이 들게 된다.

〔사진5〕 포장 형태의 외관



〔그림5〕 포장 형태 단면도



아무튼 종전기계에서는 재단 폭의 변경에 대응하여 터치 롤러 그 자체의 조립 교체를 전제로 한 방식으로 되어 있다. 이 작업에 드는 시간은 재단 수의 변화가 적은 경우에도 십여 분을 요하고, 재단 수의 변화가 많고 재단 폭이 넓은 경우에는 수십 분에 이르는 것도 있어 작업 효율의 향상을 저해하는 큰 요인으로 되어 있었다.

생산성 향상의 견지에서 본 기계의 또 하나 큰 특징은 매우 특수한 재단 폭의 조합 변경인 경우를 제외하고 터치 롤러의 조립 교체를 할 필요가 없는 신규 개발된 시스템(하드와 소프트)이 적용되어 있는 점이다.

즉 재단 폭을 변경함에 있어 종전

기계에서는 터치 롤러의 조립 교체 실시를 전제로 하여 하드와 소프트가 구축되어 있던 것에 대해 터치 롤러의 조립 교체를 하지 않는 것을 전제로 하여 이들이 구축되어 있다.

시스템의 기본적인 사고방식은 기계에 장비되어 있는 터치 롤러를 기준으로 하고, 소정의 재단 폭과 수에 대응하여 권취 스탠드와 슬릿 나이프의 위치를 자동으로 설정하게 한 것이다. 재단 폭과 수의 조합에 따라서는 권취 스탠드와 슬릿 나이프의 위치를 설정한 후에 터치 롤러 유닛의 위치를 약간 이동할 필요가 있는데(터치 롤러의 조립 교체는 아니다), 이 경우에도 이에 요하는 시간은 1~2분이다. 따라서 종전 기계에 비해 준비 작업을 변경하는 데 걸리는 기계의 정지 시간은 비약적으로 단축된다. 또 당연히 필요한 터치 롤러의 수는 원칙적으로 기계에 장비되어 있는 수(보통 최대 재단 수)이면 되고, 종전 기계가 필요로 한 수에 비해 아주 적어도 된다.

이와 관련하여 본 기계(유효 기능 폭 2400mm, 최대 재단 수 6)의 경우, 재단대 폭의 총합이 2400~2200mm가 되는 범위에서 ▲재단대 수 2~6조 ▲재단대 폭 300~1560mm인 모든 조합의 슬릿 권취가 터치 롤러의 조립 교체를 요하지 않고 실시할 수 있다.

4. 재단 권취 · 포장 FA 라인

〔사진 4〕에 나타내는 것은 앞 절에서 말한 최신 슬리터와 최신 롤 자동 포장기 및 물류 기기로 구성되는 권취 · 포장 FA 라인이다. 즉 슬리터로 감아 올린 롤은 컨테이너에 의해 포장기로 운반되고, 원하는 형태로 포장되어 다음 공정으로 반출되도록 한 것이다.

〔사진 5〕에서는 포장 형태의 외관을, 〔그림 5〕에서는 단면의 상태를 각각 나타낸다. 즉 2종류의 평지(내장지, 외장지)로 롤의 통 부분을 이중으로 싸고, 내장지의 잉여 부분을 롤의 선단면을 따르도록 국화꽃 모양으로 접는다. 다음에는 선단면을 보호하기 위해 국화꽃 모양으로 접은 내장지의 외측에서 면판을 대고 캡으로 면판을 고정한다. 게다가 롤의 통 부분과 선단면으로 생기는 각을 강화 고착 테이프로 감아서 보강한다. 끝으로 통 부분에 롤의 상품이나 내용을 명기한 라벨을 부착한다.

이 형태로 마무리하기 위한 포장기가 취하는 일련의 동작은 모두 자동으로 실시되어 사람 손은 전혀 필요로 하지 않는다. 이 자동화 시스템을 '탠덤 대응 시스템'이라고 부른다. 즉 포장기에 완전 임의로 다른 직경, 다른 폭, 다른 질의 롤이 보내지는데 롤의 치수나 상품의 특성을 포장기 스스로가 파악한다. 이것을 구성하는 각 기능별 유닛에 그것이 필요로 하는 정보로 가공 · 전달하고, 예를들면 통에 감는 포장재(내외장 용지는 롤 모양으로 된 것이 기계에 장착되어 있다)를 적당한 길이로 절단하고, 이것을 통 부분에 감거나 면판 스토커로부터 롤 직경에 대응하는 것을 선별하고 꺼내서 이것을 선단면에 장착하는 것 등을 통하여 포장을 완료한다. 또 이들 정보를 생산관리용 호스트 컴퓨터와 교신함으로써 공장의 CIM화에 대응할 수 있다.

이 권취 · 포장 FA 라인은 1인 운전자에 의해 운전 및 관리된다.

〔사진 4〕에 나타내는 컨테이너가 상부에 뻗어 있는 것은, 여기에 종전형 슬리터를 연결할 수 있게 하기 위함이다. 종전형 슬리터에서는 비교적 큰 로트로 장척(長尺)의 필름을 감고, 새로 개발한 모델에서 비교적 작은 로트로 단척(短尺)에 대응하면 종전형 슬리터도 효과적으로 사용할 수 있게 되어 공장 전체의 생산성이 그만큼 늘어나게 된다.

5. 맺음말

대량 생산과 다량 소비형 경제가 난관에 부딪쳤다는 반성에서 이전보다도 더 다양화와 소로트화에 유연하게, 또 효율적으로 대응하는 것이 앞으로 공장을 운영해 나감에 있어 보다 한층 중요한 과제일 것이다.

어디까지나 비교하기 위한 것이기는 하나 본 기계는 다양화와 소로트화의 정도가 커지면 커질수록 종전 기계에 비해 높은 생산성을 올릴 수 있다.

다양화와 소로트화에 관한 과제 해결은 생산 공정의 하류로 내려감에 따라 발생하는 문제가 다기에 걸치고, 또 상호 관련하기 때문에 어려워진다. 그러나 복수로 전후에 연결되는 공정을 1군으로 잡고, 그중에 있는 모든 문제에 대해 종합적으로 궁리하면 해결하기가 수월하고 게다가 큰 효과를 올릴 수 있는 경우가 있다. 재단 권취 · 포장 FA 라인은 이 같은 관점에서 과제에 대응하는 것으로 종전형 슬리터까지 받아들여 유연성이 풍부한 라인을 구성할 수 있는 사례이다.

-『컨버테크』 1994.10, 日 가공기술연구회