

Slitter-Rewinder에 대한 이해(3)

문명수/만안기계(주) 대표

목차

<ul style="list-style-type: none"> 1. 서론 2. 설비의 기본 구성 3. 설비의 종류(형식) 4. 권출부(Unwinding unit) <ul style="list-style-type: none"> 4-1. 장력제어의 종류 4-2. 장력제어용 기기 4-3. 원단의 Path 방법 4-4. Frame 4-5. Unloading 장치 4-6. Core Chucking 장치 4-7. Side-lay 및 Oscilation 4-8. Web adjusting 장치 5. Take-up 및 Roll unit <ul style="list-style-type: none"> 5-1. 본체 Frame 5-2. Transport roll 5-3. Nip roll 5-4. Guide roll 5-5. Expander roll 6. 절단부(Slitting unit) <ul style="list-style-type: none"> 6-1. Razor cutting 방식 6-2. Shear cutting 방식 6-3. Score cutting 방식 	<ul style="list-style-type: none"> 6-4. Block knife 방식 6-5. 기타 Cutting 방식 6-6. Edge trimming 처리방법 <ul style="list-style-type: none"> 7. 중심구동권취(Center winding) 방식 <ul style="list-style-type: none"> 7-1. 용도 및 구성 7-2. 장력제어 7-3. 구동장치 7-4. 권취 Roll의 경도 7-5. Touch Roll 8. 표면구동권취(Surface winding) 방식 <ul style="list-style-type: none"> 8-1. 용도 및 구성 8-2. 구동장치 8-3. 권취 Roll의 접압 9. Center surface 권취 방식 <ul style="list-style-type: none"> 9-1. 용도 및 구성 10. 권취방식별 실제 Model <ul style="list-style-type: none"> 10-1. FSR Model 10-2. LSE Model 10-3. HDM Model 10-4. ATS Model 11. 결론
---	---

7. 중심구동권취(Center Winding)방식

앞에서도 설명했던 바와 같이 권취부는 Slitter-Rewinder설비의 최종 공정으로 제품의 정도 및 생산성을 좌우하는 가장 중요한 Unit의 하나이다.

그러므로 소재의 종류 및 작업조

건에 따라 다양한 권취방식이 사용되고 그 권취방식에 따라서도 여러 형태의 Mechanism으로 분류할 수가 있다.

이 장에서는 중심구동권취방식의 용도 및 구성과 장력제어 방법 등 개략적인 내용을 설명하기로 하겠다.

7-1. 용도 및 구성

연포장 소재의 절단가공에는 이 중심구동 권취방식이 범용으로 사용되고 있다.

이는 이 방식이 광범위한 물성의 소재를 권취할 수 있는 범용성이 있으며 특히 ▲비교적 신율이 작은 소재 ▲후도의 편차가 어느 정도 있는 소재 ▲표면의 Slip성이 높은 것부터 낮은 것까지 ▲광범위한 두께의 소재 등에 이르기까지 사용이 가능하기 때문이다.

그러나 이 방식에는 여러 가지 제약 또한 따르게 되어 주로 권취 최대경이 500~600mm 이하의 권취제품 생산에 사용되는 것이 일반적이다.

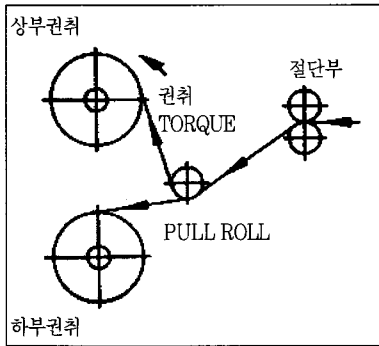
이 방식은 권심(중심)을 직접 구동해야 하므로 구동장치 및 제어부분에서 Surface Winding(표면구동) Type에 비해 상대적으로 복잡한 구조를 가지게 된다.

즉 권취경의 증가에 따라 권경연산 기능, 권취축의 회전수를 감소시키는 여러 종류의 변속기능과 적정의 장력을 유지하기 위한 Torque의 조정기능을 갖추지 않으면 안된다.

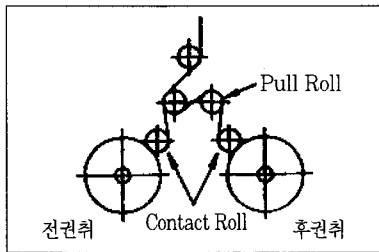
또한 소재의 물성, 권취속도 및 권취장력 등에 따라서는 Telescope현상의 방지 및 주름 혼입 등을 방지하기 위한 여러 방식의 기능들이 필요하게 된다.

이 방식에 있어 권취축의 배치는 [그림1]과 같이 상·하로 하는 것이 일반적이지만 권취경, 권취 Roll 중량, 권취속도 등에 따라서는 여러 형태의 제약이 따르게 되어 [그림2]에서 보는 것과 같이 전·후에 권취축을 위치하여 권취하는 방식도 일부 사용되고 있다.

[그림 1] 상·하 권취방법



[그림 2] 전·후 권취방법



7-2. 장력제어

7-2-1. 일반적 특성

권취장력의 설정기준은 소재의 권취방향의 인장강도를 기준으로 하는 것이 일반적이며 따라서 소재의 물성 여하에 따라 다양한 장력치의 변화가 가능해야만 한다.

연포장 소재에 주로 사용되고 있는 plastic film의 경우 적정의 권취장력은 단위중량(kgf)과 두께(μ) 및 단위장력(kgf/m)을 종합하여 설정하게 되며, 이러한 장력은 권취경의 증가에 따라서 단위 장력이 체감되는 이른바 Taper장력과 계속 일정한 장력을 유지

하는 정장력(주로 권출장력)이 있다.

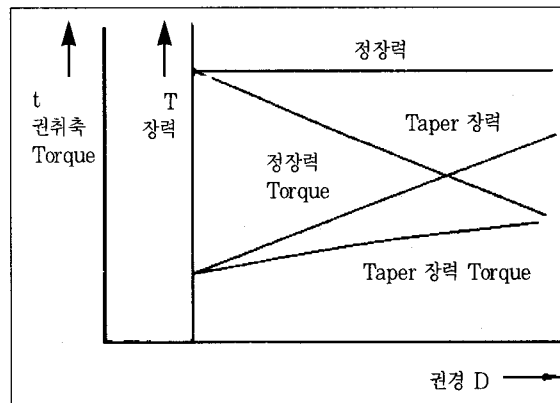
Taper장력의 특성은 소재의 물성, 두께에 따라서 곡선, 직선 또는 임의의 곡선으로 되는 경우가 있으며 중심구동 권취방식에서는 주로 Taper장력이 적용되는 것이 일반적이다.

[그림3]은 권취장력 및 권취축 Torque를 나타낸 것으로 권취 초기부터 권취의 끝까지 권경 또는 권취길이가 상관없이 일정한 장력을 유지토록 조정하는 정장력(주로 권출장력)과 권취경 및 권취길이의 증가에 따라서 장력이 체감되는 Taper장력을 나타낸 것이며, 이때의 권취축 Torque의 변화특성이 나타나 있다.

통상 권취시 소재의 권취속도 V는 일정하다고 생각해도 좋으므로 정장력 권취의 경우에는 $T=Constant$ 이므로 $N \cdot t = Constant$, 결국 정출력 특성을 갖게 되며 이 특성을 단순히 권취특성이라고 한다.

Taper 장력의 경우에는 권경 D의 증가에 따라서 권취축 회전수 N의 감소가 이루어지고 이에 대응하여 장력 T가 감소하는 특성을 보이게 된다. 이 관계는 다음과 같은 공식의 적용이 가능하다.

[그림 3] 권취장력 및 Torque



D: 권경 V: 권취속도
 T: 권취장력 N: 권취축 회전수
 t: 권취축 Torque
 즉 $N=V/\pi \cdot D$ r.p.m.
 $t=T \cdot D/2$ kgm.
 $N \cdot t=V \cdot T/2\pi$

이와 같이 중심구동 권취방식에서는 소재의 물성(인장강도, 두께, 폭) 및 권취 Roll의 형상에 따라서 여러 가지 조정기능을 구비하지 않으면 개개의 조건에 만족한 제품을 생산하는데 어려움이 따르게 된다.

만일에 권취경의 변화에 관계없이 일정한 (정)장력을 유지한다면 초기에 권취된 소재는 계속 누적된 장력에 의해 매우 단단한 권취 Roll의 상태가 되어 소재의 물성 변화는 물론 여러 가지 트러블이 예상된다.

그러나 권취장력 제어 방식과 그 기기들은 그 기본방식에 있어서는 전회에서 설명한 권출부의 장력제어 방식 및 기기들과 동일하다고 할 수 있다.

다만 2개의 권취축(Roll) 또는 수개의 권취축 각각에 대해 개별의 장력제어 기능의 부여가 이루어져야만 하고 권경변화에 따르는 Taper장력의 임의 조정 성능이 갖추어져야만 한다.

7-2-2. 권취장력제어

앞에서 설명했던 바와 같이 권취장력의 제어는 권취경의 변화에 따르는 권취축의 회전 또는 Torque의 적정한 변화(Taper)를 제어하는 것이 기본이다.

물론 수개의 권취축을 개별 제어해야 할 필요성도 있게 되며 이에 따라 여러 형태의 구조나 기기들의 사용이 필요하게 되고 이를 모두 기술하기에는 다소 무리가 있다.

권취 Roll의 불량한 장력 상태는 제품의 물성변화, 보관 및 취급상의 문제 발생, 제품으로서의 가치소실 등 많은 악영향을 초래할 수 있어 Slitter-Rewinder에서는 가장 중요시하는 조건의 하나이다.

최상의 권취장력 제어는 최고의 품질을 약속할 수 있기 때문에 이를 위해 제어방식도 각 작업조건에 맞는 여러 방법중 엄선하여 사용하여야 하며 그로 인해 그 방법들은 날로 연구, 개발되어 오늘날에는 매우 정밀한 장력제어가 가능하게 되었다.

권취장력을 제어하는 방식으로는 크게 권취 Torque를 제어하는 방법과 권취 Speed를 제어하는 방법으로 나눌 수 있으며 Torque를 제어하는 방법이 중심구동권취방식에서는 좀더 일반적으로 사용되고 있다.

또한 동력공급원을 기준으로 Motor를 이용한 방법과 Powder

Clutch를 이용한 방법으로 나눌 수 있으며, 제어신호 체계를 기준으로 하면 Open Loop System과 Close Loop System으로 나눌 수 있다.

▲ Torque Control(전류제어)방법

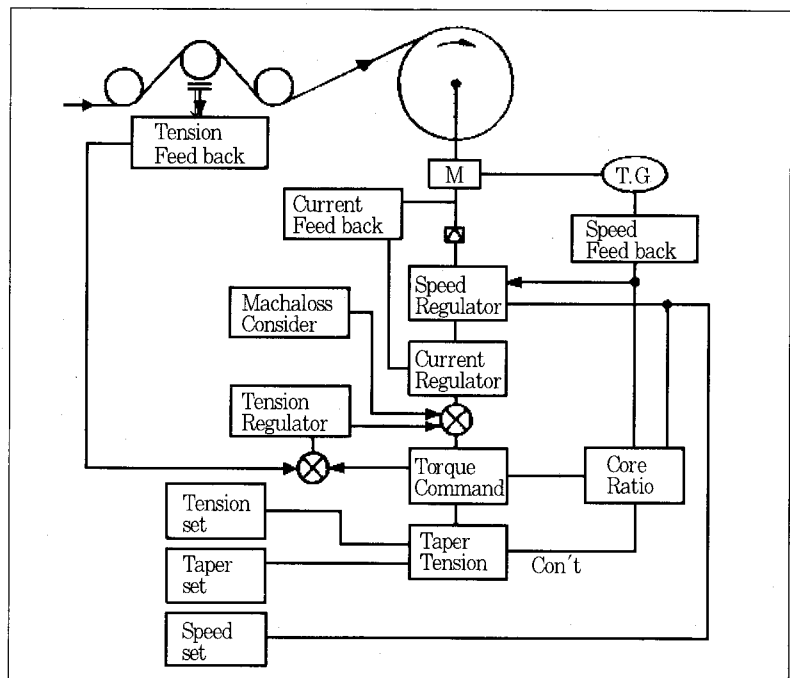
(그림4)는 Feed back 신호에 의한 Torque control방법의 한 예이다.

Motor나 Powder clutch의 경우 입력되는 전류량에 비례하여 출력축의 회전 Torque량은 증감되며 이때 출력축의 회전수(R.P.M)는 입력전류 대비 최고의 회전수를 나타낸다.

다시 말해 회전수는 입력전류에 기계적 마찰손실분을 제외한 입력력으로 출력시킬 수 있는 최고의 회전수를 나타내지만 출력축의 회전 Torque는 입력된 전류량만큼 일정하게 된다.

실제 소재의 권취작업시 출력축은 최고 회전수로 돌리고 하지만 소재에 의해 억제되며 실제 Line에서 이송된

(그림 4) Torque 제어방법



양만큼 권취되므로 Line Speed와 동일하게 된다. 이때 설정된 Torque 량에 의해 권취장력이 형성된다.

▲ Speed Control(속도제어) 방법

(그림5)는 Feed back 신호에 의한 속도제어 방법의 한 예이다.

Motor의 경우 출력 r.p.m은 임의로 조절이 가능한데 이 원리를 이용, Line Speed보다 일정량을 빠르게 권취할 때 Line Speed와 권취축의 원주속도의 편차에 의해 장력이 형성되며 편차의 과·소에 따라 장력량 또한 비례하게 된다.

Speed Control이란 위와 같은 원리를 이용하여 Line Speed와 권취축의 원주속도의 편차를 일정한 신호체계를 통해 제어하므로써 권취장력을 제어하는 방법이다.

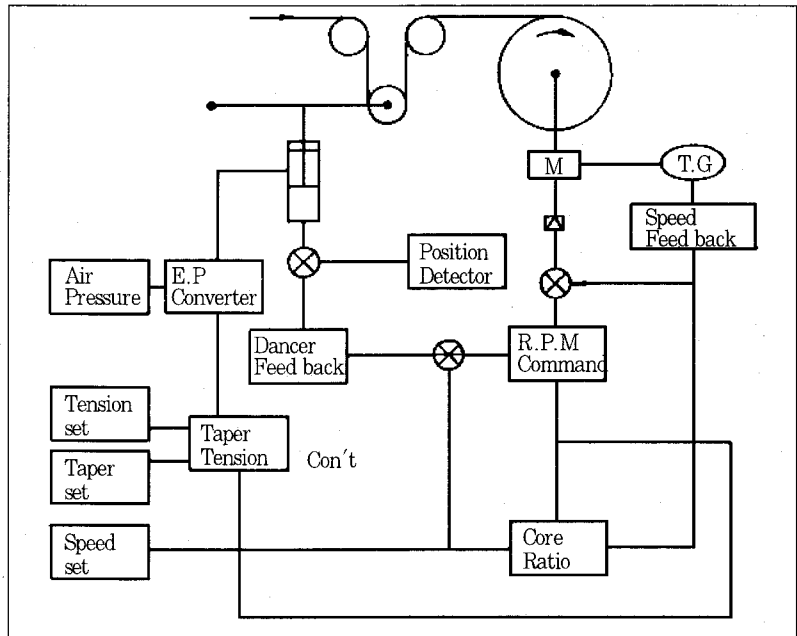
▲ 동력공급원에 따른 장력제어 방법에는 Motor를 사용하여 직접 제어하는 방식과 Powder Clutch를 사용 간접 제어하는 방식으로 나눌 수 있다.

전자의 경우에는 Motor자체가 동력을 발생하는 장치이므로 권취축과의 구동연결장치가 간단하고 정밀한 제어가 가능하여 고급 기종에서 주로 사용되는 방법이다. Tensin detector, Dia detector 및 R.P.M detector 등을 통해 Torque 또는 Speed 등을 제어하여 장력을 제어하게 된다.

후자의 경우 정밀제어 정도는 Motor에 비해 떨어지나 비교적 적은 비용으로 System의 구성이 가능하여 범용기에서 널리 사용되는 방법이다.

구동부가 Motor에 비해 복잡하고 단순히 동력을 전달하는 장치이므로 Torque 제어용으로만 사용이 가능하다. Motor와 마찬가지로 Tension detector, Dia detector 및 R.P.M

(그림 5) 속도제어방법



detector 등과 함께 System으로 구성하게 된다.

▲ 제어신호 체계에 따른 장력제어 방법으로는 Open Loof System (개루프방법)과 Close Loof System (개루프방법) 등을 꼽을 수 있다.

전자의 경우 Detector의 신호에 의하지 않고 사전 입력된 연산수식에 의하여 입력 전류량이 조절되어 권경의 증가에 따른 장력의 변화를 임의 조정 가능하며, 사전입력된 다수의 장력 Menu중 최적의 장력변화 Graph를 선택, 이상적인 권취작업이 이루어지도록 한다.

PLC를 사용하게 되므로 Control Panel이 매우 간단하나 비용이 많이 들고 물리적 마찰에 의한 Mechanical Loss분까지 고려 Data를 입력시키게 되므로 시운전 Test기간이 많이 소요되고 장시간의 공회전으로 기계적으로 안정된 상태에서 작업해야만 Mechloss변화에 의한 정밀도 변화

를 예방할 수 있다.

후자의 경우 장력량, 권경 및 R.P.M 등 장력관련 Data의 변화를 감지하는 Sensor의 신호를 받아 최초에 Setting한 조건을 유지시키기 위해 과부족량을 수정, 일정한(적정) 장력상태를 유지시키는 방법이다.

권경의 변화에 따른 장력변화를 Taper를 통해 조절이 가능하며 Sensor에 의해 동작하므로 비교적 단시간 내에 용이하게 시운전 할 수 있고 적은 비용으로 System의 구성이 가능하여 전자에 비해 상대적으로 널리 사용되는 방법이다.

Sensor의 취부 공간 확보, 임의 장력변화의 한계 및 Sensing감도차에 따르는 정밀제어의 한계가 단점으로 지적될 수 있다.

7-2-3. Differential Winding

Slitter-Rewinder설비에 있어서 Center Winding방식은 2축의 권취 방식을 채용하는 것이 일반적이다.

Differatial Winding이라 함은 개개의 권취 Roll이 다른 Roll의 영향을 받지 않고 권취하는 방법을 말하는데 후도가 불균일한 소재의 절단권취에서는 필수적 요건이라 할 수 있으며 연포장 소재의 범용 Slitter에 널리 보급되어 사용하고 있다.

이 방법은 [그림6]에서 보는 것과 같이 Core adapter(Core 고정장치)와 Spacer를 함께 조립하게 되는데 Spacer는 축에 고정되어 축과 함께 회전하게 되며 항상 Over drive 상태로 회전하게 된다.

Core adapter는 Spacer와의 사이에서 Slip이 되어 결과적으로 각개의 Adapter에 Clutch를 설치한 것과 같은 효과를 발휘하게 되는 것이다.

이 방법으로 상·하 2개의 권취축을 사용한 경우 동시에 4종류의 장력유지 축을 별도로 사용한 것과 같은 권취가 가능해진다.

Core adapter와 Spacer의 Slip량에 따라 서로 다른 장력의 권취제품을 얻을 수 있는데 그 조정방법은 축과 끝단에 Spring을 설치하여 이를 조여주거나 풀어줌으로써 Slip량을 가감조정하는 이른바 수동식 방법과 Air cylinder에 의해 권취장력의 상태변화에 따라 자동으로 가감 조정하

는 방법 등이 있다.

특히 이 방법에서는 Core adapter와 Space의 기능에 따라 권취상태가 결정되므로 설비를 제작하는 각사마다 모두 특이한 형식의 Core adapter를 채용, 매우 다양한 규격 및 모양의 Adapter들이 사용되고 있다.

7-3. 권취 Roll의 경도

권취 Roll은 권취작업중에 단면의 불균일 및 Telescope현상 등이 있어서는 안되며 제품의 취급(반출, 이송)시에 단면이 빠지지 않도록 권취해야만 한다.

그러나 필요이상으로 단단하게(고장력) 권취된 Roll은 소재의 후도 불량에 의한 Gauge band가 생기거나 소재에 국부적인 변형이 발생하여 Droop(처짐)이 발생하기도 한다.

그러므로 위의 제조조건들을 충족할 수 있는 적정의 장력으로 권취를 하지 않으면 안된다.

일반적으로 공간을 이동하는 소재의 표면에는 [그림7]에서 보는 것과 같은 공기막이 형성되어 소재와 같이 주행하게 되는데 그 밀도는 소재가 권취 Roll에 접촉하기 직전에서 가장 높게 된다.

이 공기막은 권취중인 Roll에 밀려

들어가 Roll을 구성하는 소재들의 중간층에 흡수되며 그 양이 많을수록 권취 Roll은 무르게 되고 그 원인으로 제품의 반출, 이송 등 취급과정에서 쉽게 빠지거나 Roll 상태가 무너지게 된다.

또한 연결계의 소재들에 대해서는 이 공기막이 편재(한쪽 쓸림)되어 권취 Roll중에 Bubble이 생겨 이 때문에 권취주름이 발생하거나 소재의 표면에 Air mark로 나타나게도 된다.

만일 높은 장력(단단하게)으로 권취할 경우에는 권취 Roll에 높은 Banding응력이 발생하게 되므로써 권취 Roll중의 공기 흡입량은 그만큼 적어지게 되지만 소재에 필요이상의 장력을 주게 되므로 여러 가지 트러블이 예상되어 공기의 흡입량을 장력의 조정만으로 하는 것은 바람직하지 않다.

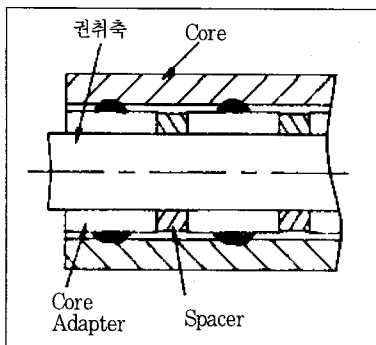
그러므로 중심구동 권취방식에서는 어떤 형태이건 Touch roll을 부착하여 공기의 흡입량을 조절하게 된다.

7-4. Touch Roll

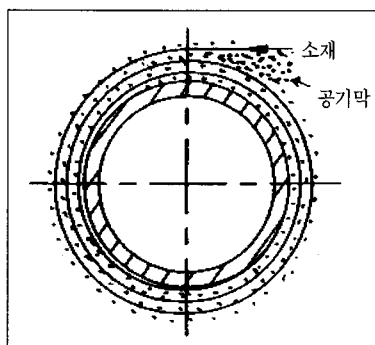
[그림8]은 중심구조 권취방식에서 사용되는 일반적인 Touch roll의 방식들이다.

[그림8-1]은 Touch roll과 Arm으로 구성, 단순히 Roll의 중량에 의한 접압이 이루어지도록 구성하고 있으며, [그림 8-2,3]은 Touch roll, Arm 및 Air cylinder 등으로 구성하여 Air cylinder에 의한 Touch roll과 권취 Roll간에 접압조정이 가능한 구조이고, 이 Touch roll은 권취중인 권취 Roll과 항상 접촉하도록 되어 있으며 소재와 함께 운반되어온 공기막은 이 Touch roll과 권취 Roll의 접촉 위치에서 접압이 높을 경우 흔히 Feather touch라고 하는 것일

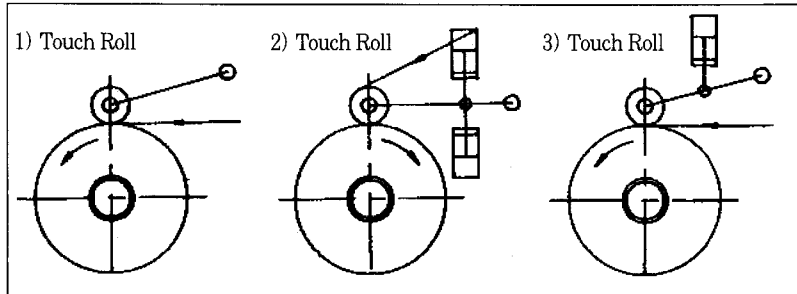
[그림6] Core Adapter 및 Spacer



[그림7] 공기막 형성



(그림8) Touch roll



로 비질하듯이 아주 가볍게 닿는 정도가 되어 어느 정도의 공기흡입이 이루어지게 된다.

Touch roll의 재질로서는 일반적으로 금속 Roll을 사용하나 소재의 종류에 따라서는 Rubber coating의 Roll도 쓰여지게 된다.

Touch roll의 표면 재질 및 가공 상태, 권취 Roll과의 접압, 접촉위치의 여하에 따라 권취 Roll의 상태가 달라지게 되므로 작업조건에 맞는 Touch roll의 선택이 중요하다.

위에서 설명한 Touch roll은 단순히 권취 Roll의 공기 흡입량을 조절하는 기능만을 부여한 구조이다.

그러나 권취 Roll의 형상은 매우 다양하여 단순히 Touch roll만으로는 여러 조건들의 권취 Roll을 완성하는데 미흡하게 되는 경우가 있다.

그래서 어떤 경우에는, 즉 권취 Roll의 경도를 연하게 하기 위해서 권취 Roll에 공기의 흡입량을 적극적으로 많이 하고 주름이 없는 양질의 권취 Roll상태를 얻을 필요도 생긴다.

이러한 요구에 의하여 Touch roll을 권취 Roll에 접촉시키지 않고 일정한 Gap을 유지하면서 권경의 증가에 따라서 자동적으로 위치를 변경하며 권취하는, 일명 Gap Winding 방식이 사용되기도 한다.

이 Gap Winding방식은 두께가

두꺼운 경우 소재에 남아 있는 돌기로 인해 Roll 형상에 악영향을 줄 우려가 있거나 양쪽 절단면의 돌출(불균일)로 인해 어느 정도의 공기 흡입 없이 권취가 어려운 경우에 주로 사용된다.

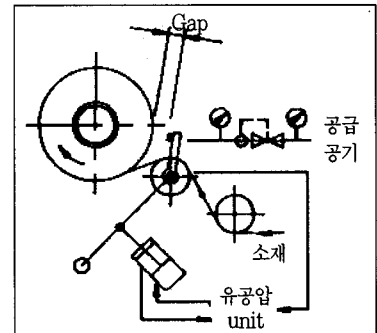
이때의 Gap roll의 이동은 Roll과 권취 Roll의 Gap량을 광전관 또는 공기분사 Nozzle로 검출하여 전동기 또는 유압 Drive, Air drive장치 등에 의하여 작동케 하는 Servo mechanism기구에 의한 경우가 대부분이다.

[그림9]는 공기분사 Nozzle식 Sensor와 유공압 Drive장치에 의한 Gap roll 위치제어 방식을 나타낸 것으로 Sensor의 2차압(Gap량에 비례)을 Diaphragm에 송출하여 유공압 관계 valve를 작동시켜 Gap roll과 권취 Roll과의 Gap량을 자동적으로 유지케 하는 방식이다.

다른 방법으로 Touch roll과 권경 감지(Sensor)의 병용형태로 일명 Contact roll방식이 있다.

이 방식은 위에서 설명한 Touch roll의 기능에 Gap roll과 같은 권경 변화에 따른 위치변경이 이루어지게 되므로 그 원리를 이용하여 권취 Roll의 권경감지(Sensor)기능까지를 부여한 장치로서 고속기종에서는 일반화되어 사용한다.

(그림9) Gap Roll System



이 Contact roll 방법에 대해서는 마찬가지로 실 Model별 기종편에서 상세하게 설명하기로 한다.

8. 표면구동(Surface Winding) 권취

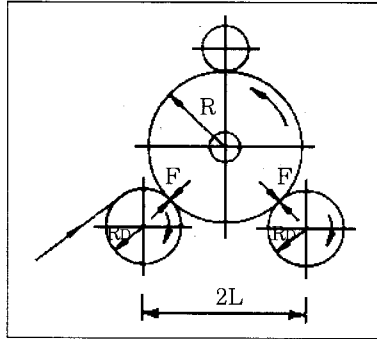
8-1. 용도 및 구조

이 방식은 권취축을 직접 구동하는 것이 아니라 권취 Roll 표면을 Drum의 구동회전에 의하여 권취케 하는 방식으로 표면구동 또는 간접구동 권취라고 한다.

[그림10]에서 보는 것과 같이 두 개의 Drum에 권취 Roll(Core)을 올려놓고 Drum의 구동회전에 의해 권취하는 기본적(일반적)인 방법이 있으며 [그림11]과 같이 한 개의 Drum을 설치하고 권경이 증대함에 따라서 권취 Roll이 Drum에 대해 방사선 방향으로 이동 권취하는 방식, 또는 [그림12]와 같이 권취 Roll을 고정된 상태로 하고 권취 Roll 표면에 Touch roll(Drum)을 설치하여 Air cylinder 등에 의한 가압으로 권취하는 방식 등이 있다.

위에서 설명한 방식들은 모두가 기본형으로 소재의 종류, 축의 위치 및 가압방법 등에 따라서 여러 가지 형태로 구조를 변경하여 제작할 수가 있다.

(그림10) 표면구동(2 Drum)



이 방식은 주로 ▲비교적 신율이 낮은 소재 ▲인장강도가 낮은 소재 ▲큰 권경, 무거운 중량의 권취제품으로 Hard Winding에도 별 문제가 없는 소재 등의 절단권취에 사용된다.

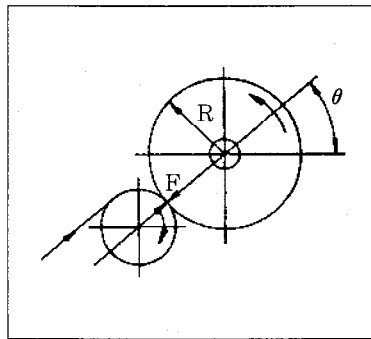
8-2. 구동 및 장력제어

Center Winding 방식과는 달리 이 방식은 Drum의 구동에 의한 간접 권취방식이므로 권경의 변화를 크게 고려할 필요없이 단지 Line로부터 직접 구동시키는 경우도 있을 수 있다. 그러나 그러한 방식은 Line과 권취부의 기동 또는 정지가 언제나 동조되는 관계로 기계의 조작(운전)상 바람직한 방법이라 할 수 없으며 장력제어 또한 불가능해지므로 Line과 구별하여 Drum을 변속장치가 있는 Motor에 의해 개별구동하는 방법이 일반적이다.

이 방식 있어서의 장력제어는 Line의 주행속도와 Drum의 속도(권취속도)의 비를 적당히 하여 소재를 평평하게 당기는 정도의 장력만을 유지토록 하면 된다.

그러나 소재의 종류에 따라서는 장력을 직접 제어해야 할 필요가 있게 되므로 최근에는 Dancer roll을 설치하여 Line의 속도(장력)를 검출,

(그림11) 표면구동(1 Drum)



Drum구동의 Motor 회전속도를 제어해 적정의 장력을 유지케 하는 방법인 장력검출기(Tension Pick up Sensor)에 의한 장력검출과 자동장력제어기를 사용한 장력제어 장치를 취부하는 것이 일반화되어 있다.

8-3. 권취 Roll과 Drum의 접압

이 방식에서 양질의 제품을 얻기 위해서는 권취 Roll의 권취 속도가 소재의 주행속도보다 빨라야만 한다.

이 때문에 권취 Roll과 Drum 사이에 Slip이 발생하지 않을 만큼의 적정접압이 필요하게 된다. 만일 이 접압이 높게 되면 권취 Roll의 경도가 높아지게 되어 소재의 불량(물성 등의 변화), 접압이 낮을 경우에는 권취 Roll의 단면상태가 불량하게 되는 현상이 생긴다.

권취 Roll과 Drum의 접압은 권취축의 중량을 무시한 경우 다음과 같은 공식의 적용이 가능하다.

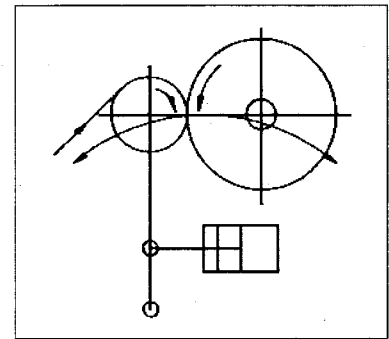
▲ 2 Drum 방식

$$F(\text{접압}) = \frac{\pi \cdot R^2 \cdot S \cdot W}{2 \sin\left(\cos^{-1} \frac{L}{R+R}\right)}$$

▲ 1 Drum 방식

$$F(\text{접압}) = \pi \cdot R^2 \cdot S \cdot W \cdot \sin \theta$$

(그림12) 표면구동(1 Drum)



단 S:소재의 비중, W:소재의 폭

즉 1 Drum 방식에서는 권취 Roll의 지지각도 θ 에 의해 접압의 조절이 가능하다고 볼 수 있다. 그러나 Surface Winding 방식에 있어서는 어느 형태의 구성이거나 접압은 권경의 증가에 대하여 비례적 증대가 이루어지게 되므로 권취품질상 권경이 큰 권취 Roll 제품에서는 Hard Winding 상태가 된다.

이러한 결점을 보완하기 위해서는 권경이 어느 정도 커지게 되면 권취에 필요한 적정 접압의 범위 내에서 권취축에 따라 반 하중방향에 힘을 걸어 접압을 감소시켜 권취할 수 있는 장치가 필요하게 되며 이를 감압 권취라 한다.

이 감압장치에는 수동 Weight(저울추) 조정방식과 Air Cylinder, 또는 유압 Cylinder 등의 작동에 의한 자동조정 방법 등이 있다.

9. Center Surface Winding 방식

9-1. 용도 및 구성

이 방식은 권취 Roll의 표면을 동시에 구동되도록 구성한 방식으로 Center Winding 방식과 Surface

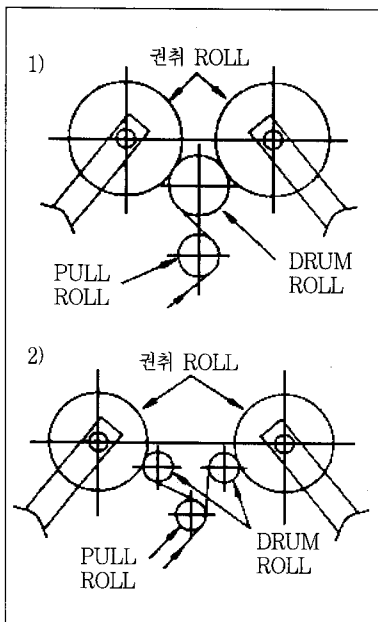
Winding방식의 장점들을 조합한 특징을 가지고 있다.

즉 권취제품의 물성변화를 초래하지 않고 제품의 반출, 출하 및 운송에서도 빠짐이 없는 단단한 권취제품의 생산에 매우 적합한 방식이라 할 수 있다.

이 방식은 [그림13-1]에서 보는 바와 같이 절단가공된 소재를 Drum에 부분적으로 Wrap시켜 2축의 Winding Arm으로 권취하는 기본적인(일반적)인 방식이 있으며, [그림13-2]와 같이 2개의 Drum과 2축의 Arm으로 권취하는 방식 및 수개의 각기 다른 권취 Arm을 개별 구동하여 권취하는 방식 등이 있다.

위에서 설명한 것과 같이 이 방식은 Center Winding방식으로부터 Surface Winding방식에 이르는 광범위한 장점들을 가지고 있으나 작은 권취축의 사용에 있어서는 축의 힘에 대하여 각별한 주의가 필요하다.

(그림13) Center Surface 권취



9-2. 구동 및 장력제어

Center Surface Winding 방식의 기본형, 즉 1개의 Drum에 소재를 Wrap시켜 2축의 권취 Arm으로 권취하는 방식에서 Drum은 Surface Winding의 구동 및 장력제어 장치와 유사한 성능으로, 권취 Arm의 구동 및 장력제어 장치는 Center Winding방식과 유사한 성능을 가진 것들이 사용된다.

이 방식은 기계적 구조면에서 보면 Center Winding방식과 흡사하나 권취 개념상으로 보면 명확하게 다른 분류를 할 수가 있다.

즉 Touch roll(Drum)의 접압제어와 Center Winding방식의 Draw제어를 적정하게 제어하므로써 권취 Roll을 구동하는 동력의 Balance를 맞추어 표면구동과 중심구동의 동력을 적당하게 분담케 하여 권취하는 방식이다.

가령 구동력의 분담비율을 Drum 쪽에 치우치게 하면 Surface Winding 형태에 가깝게 되고, 권취 축쪽에 치우치도록 하면 Center Winding형태에 가깝게 되는 것이다.

그러므로 이 방식은 작업자의 임의의 조정에 따라서 광범위한 소재의 절단가공이나 작업조건의 변화에 의해 Surface Winding 또는 Center Winding의 비중을 선택사용하게 된다.

10. 권취형식별 Model

지금까지 Slitter-Rewinder설비에 대한 일반적인 개념으로 구성, 부품 및 각 Unit에 대한 개요 등을 설명하였는바 이 장에서는 권취형식에 따라

는 실제 Model을 선정하여 그 특성과 구성 및 기본적인 사양 등에 대해 설명해 보고자 한다.

10-1. MODEL FSR-SLITTER-REWINDER

이 Model의 설비는 중심구동권취 방식의 설비로서 [사진1] 및 [그림14]에서 보는 것과 같이 상·하 2단 권취축으로 구성하며 중심구동과 Differential Winding방식을 채용하고 있다.

이 Model은 각종 Plastic film, 일반포장재, 복합소재(coating, Laminating) 등 다양하고 광범위한 소재의 절단가공, 여러 가지 작업조건의 변화에 신속히 대응할 수 있는 간편한 구조를 가지고 있는 기종으로 현재 우리나라의 연포장 소재의 소형 절단가공 설비로서는 가장 널리 보급 사용되고 있다. 따라서 Slitter-Rewinder설비를 제작 판매하고 있는 모든 제작 Maker들이 거의 동일한 규격, 사양의 동 Model 기종의 설비를 생산 공급하고 있다.

위에서 언급한대로 이 기종은 일반적인 보급형(기초)인 Model로써

▲ 제작 Cost가 타기종에 비해 저렴하다.

▲ 구조가 간단하고 운전조작이 용이하다.

▲ Compact한 설계와 제작으로 효율적인 작업공간의 관리가 가능하다.

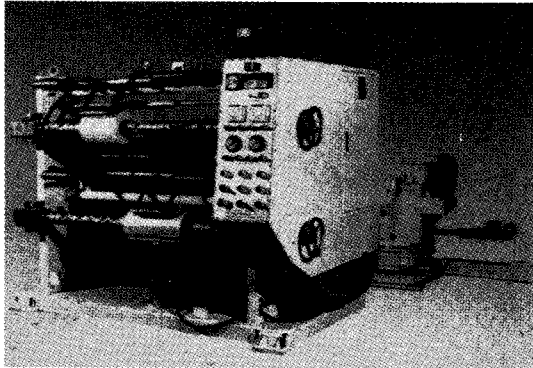
▲ 소량, 다품종의 제품생산에 유리한 장점들을 가지고 있다.

반면에 ▲ 고속, 고정밀 제품의 생산이 어렵고

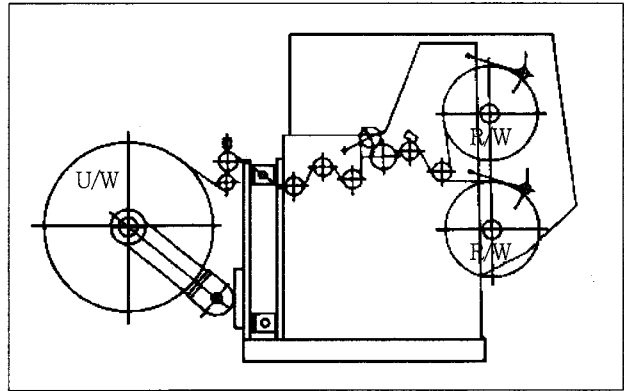
▲ 장폭(최대 1,500mm)의 원단 가공이 불가능하며

▲ 무거운 중량, 큰 직경의 권취제

(사진1) FSR-Slitter-Rewinder



(그림14) FSR Type 구성



품 생산에 한계가 있고,

▲ 인력에 의한 권취제품의 달리작업으로 시간, 인력의 소모 등 단점도 가지고 있다.

10-1-1. 기본구성 및 사양

이 Model의 기본구성은 다음과 같다.

- ▲ 권출부(Unwinding Unit)
- ▲ Take-up 및 Roll Unit
- ▲ 절단부(Slitting Unit)
- ▲ 권취부(Rewinding Unit)
- ▲ 구동부(Driving Unit)
- ▲ 제어부(Control & Operation Unit)

[표15]는 기본사양을 표시한 것이다.

10-1-2. 권출부

이 Model의 권출부는 1축 중심구동의 고정 Stand Frame방식을 채택하고 있다. 본체의 Frame에 직접 부착하게 되며 Air Cylinder에 의한 Arm UP/DOWN Lifter를 부착하는 것이 일반적인 사양이다.

Option으로 600mm dia 이상의 큰 직경이나 중량이 무거운 권출 Roll의 장착, 진동 및 소음의 감소, 유압작동의 특수 Unloading장치의 부착 등 특수한 사양의 적용으로 본

체 Frame과 분리, 독립된 권출부로 제작도 가능하다.

이 권출부의 각 구성 및 그 특성은 다음과 같다.

▲ 권출 Roll 외경 ; 최대 600mm dia(OPTION:최대 1,000mm dia 가능)

▲ 사용 Core ; 지관 내경 3" dia (OPTION:6" dia, Plastic core등 특수 Core)

▲ 축(Shaft) ; Air expanding

Shaft(OPTION: Shaftless type)

▲ 장력제어 ;

- 1) Brake:Magnatic powder brake(공냉식 또는 수냉식)
- 2) 장력조정:장력검출용 Detecting roll sensing에 의한 자동장력 제어방식

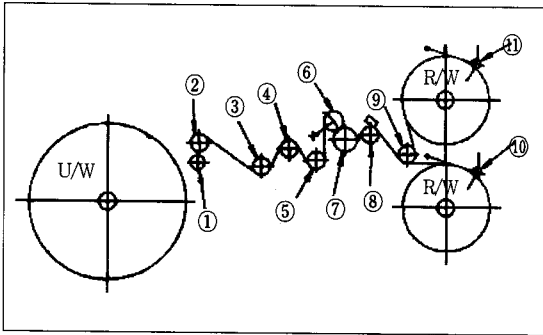
▲ Side-lay조정 ;

- 1) 자동 E.P.C & L.F.C장치 취부(Photo Sensor + 유압구동) ± 75mm

[표 15] FSR 기본사양

구 분	사 양
소 재	각종 Plastic film, coating, Laminating film paper 15~100Micron.
소재의 폭	최대 1500m
권출 Roll경	최대 600mm dia(OPTION:1000mm dia)
권출축 Core	종이지관 ID 3", 6" dia
권출축 Core chucking	Air expanding shaft
권취Roll 경	최대 450mm dia
권취축 Core	종이지관 I 3" dia
권취축 Core Chucking	Ball type friction ring
절단폭	최소 80mm
기계속도	최대 250m/분
구동 Motor	VS 또는 DC motor
기계의 크기	About 3000mm(W)×2800mm(L)×1500mm(H)
전 원	3phase, 2200~380V, Frequency Variation ±5%이내 Voltage Variation ±10%이내
압축공기	사용 5~6kg/cm ² G

[그림 16] Roll 구성



[표 17] Roll 규격사항

번호	명칭	소재	가공	구동 여부
1, 2, 3 5, 9	Guide roll	STKM, AL	NBR, ALUMITE HARD CR.	×
4	Tension Detector Roll	STKM	NBR Rubber	×
7	Transport Roll	STKM	NBR Rubber	○
6	Nip Roll	STKM	HARD CR.	×
10, 11	Touch Roll	SGR	HARD CR.	×
8	Knife Roll	STKM	HARD CR.	○

2) 수동 Side-lay 조정은 Handle 조작에 의한 좌우이동 ±50mm

▲ Adjusting roll :

1) 원단의 주름, 처짐, 사행방지 등 Adjusting roll설치

2) Handle에 의한 수동(조정 전·후 및 상·하 조정가능)

▲ Lifting Unit :

1) 공압 Cylinder에 의한 상·하 작동
2) Arm 형식으로 권출축 양끝단에 접촉

10-1-3. Take-up 및 Roll Unit

1) Frame

이 Model의 Frame 소재는 Steel (SB41) plate로 6면의 정밀가공으로 각 Roll 및 Unit 등이 안정적으로 취부될 수 있도록 견고, 정밀제작된다.

특히 이 Model은 구동 Motor, Trimming blower, 구동 Cover 및 Operation Panel 등이 이 Frame 부분에 직접 장착되므로 소음, 진동의 우려가 많으므로 이점에 주의하여 제작이 필요하다.

2) 각종 Roll의 구성

[그림 16]은 이 Model의 각 Roll 회로도이며 각 Roll의 규격, 기능 등에 대하여는 [표 17]에 간단히 정리하였다.

10-1-4. 절단부

절단부는 Razor(면도날)와 Shear

Cutting 겸용방식을 채용하고 있으며 서로 교체 사용할 수 있는 구조로 교체작업이 용이하도록 Guide 장치가 부착되어 있다.

[그림 18]은 절단부의 구성이며 수동 Hand Lever의 작동으로 상·하 Knife의 Set가 이루어지는 형식이다.

1) Razor Cutting 방식 :

(1) Grooved roll에 의한 소재의 Wrap 주행

(2) Grooved roll 규격

①홈의 폭:1mm, 홈의 깊이 2mm, Pitch 2mm

②표면 연마후 Hard Chromium 도금

③전체길이를 한 개의 Grooved roll로 제작

(3) Razor blade Holder

①수동으로 좌·우 이동 knife 간격 조정방식

②수동 Lever에 의한 Grooved roll 접촉방식

2) Shear Cutting 방식 :

(1) Wrap Cutting 방식

(2) Lower blade:

①규격(OD) 86mm × (ID) 60mm × (t)10mm

②축은 Grooved roll 교체하여 선택 사용

③칼의 구동은 주구동 Motor로부터 Belt구동

④칼의 간격은 Spacer ring사용 수동 조정

(3) Upper blade:

①규격(OD)108mm × (ID) 75mm × (t)1mm

②Razor Cutter의 축과 병용사용

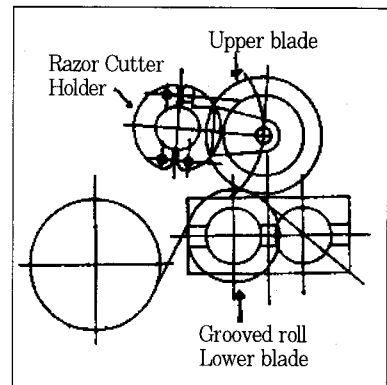
③Coil spring에 의한 축압조정

④칼축의 구동방법은 별도의 구동연결없이 하부칼축의 회전력에 의한 동조구동.

10-1-5. 권취부

이 Model의 권취부는 [그림19-1, 2]에서 보는 바와 같이 2단 2축 배열의 중심구동 권취방식을 채택하고 있으며 1개의 축을 이용하여 2개 이상

[그림 18] Slitting Unit



의 별도 축을 사용하는 것과 같은 효과를 가진 Differential Winding System으로 개별 Slip되는 Adapter (Individual friction collar)와 축과 함께 회전하며 Core adapter간의 Slip작용을 형성케 하는 Spacer ring으로 조합하게 된다.

그러므로 이 Model에서는 일반적인 권취장력 조정 System은 물론이고 각개의 Core Adapter의 Slip량을 임의로 조정할 수 있는 Side 압축기가 필요하게 되며 공기의 흡입을 조절할 수 있는 Touch roll도 필수조건이다.

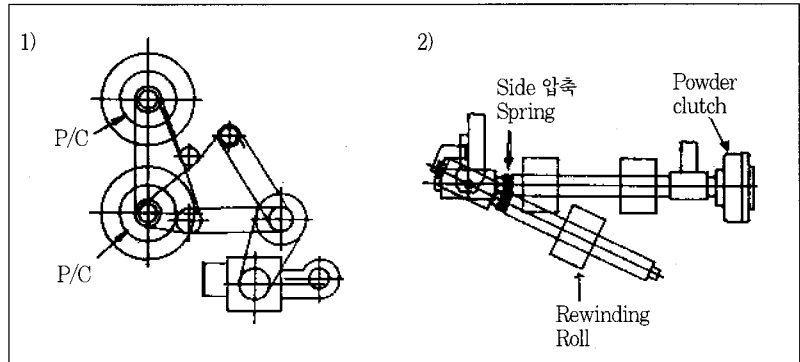
이 Model의 권취제품 반출은 인력에 의해 들어내야 하므로 [그림19-2]에서 보는 것과 같이 권취축이 구동축에서 약 45도의 각도로 Open되어 그 공간을 이용하여 권취제품을 반출하고 새로운 Core의 장착이 이루어지게 된다.

또한 Differential Winding System에서는 Side 압축 Unit와 함께 Core Adapter의 기능이 매우 중요하므로 Core의 안정적 취부뿐만 아니라 개별의 적정 장력을 유지키 위해서 매우 다양한 형태의 Core Adapter 등이 개발 사용되고 있으나 현재까지는 완전한 만족을 얻을 수 있는 Adapter의 출현이 이루어지지 않고 있는 실정이다.

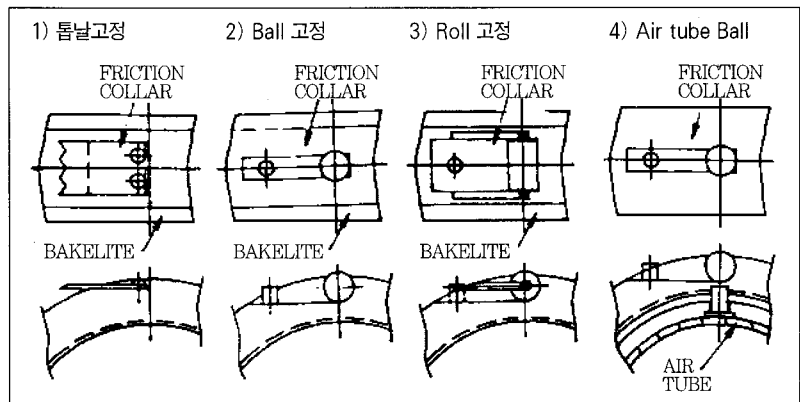
[그림20]은 현재 우리나라에 보급 사용되고 있는 여러 형태의 Core Adapter로서

1) 경화 알루미늄 소재의 Ring으로 톱날형식의 Blade를 부착하여 그 Blade에 의해 지판 내부축을 고정하는 형식으로 제작 Cost가 저렴한 편이나 지판 내부의 손상, 지분의 발생이 심하고 지판의 장탈착시 안전에

(그림 19) 권취부



(그림 20) Core Adapter



문제가 있어 근래에는 사용이 줄어들고 있다.

2) 3) 일반적인 Steel(SM45C)을 소재로 제작된 Adapter이며 지판의 고정은 Taper상태의 홈에 Ball 또는 Roll형태의 지판 고정 Unit를 부착한 형태이다.

이 방식은 작업안정성에서 톱날 Blade방법에 비해 월등하게 우수하다고 할 수 있으나 지판 내부 고정력이 다소 부족하여 운전중 일시 정지 후 재운전할 경우 지판 장착부위가 불안정하여 권취 Roll 단면 상태에 변형을 초래하는 단점이 있다.

4) Air Expanding Ball type으로 지판의 고정이 확실하고 안정성이 탁월하나 제작 Cost가 높은 단점이 있

고 Tube의 손상 등 유지보수에 단점이 있다.

이 방법은 개개의 Core Adapter의 내부에 고무 Tube를 내장하고 압축공기를 불어 넣어 지판 장착의 Ball 돌출 지판의 내부를 고정하는 것으로 전문적으로 이 Adapter를 생산공급하는 Maker들이 있으며 Slitter-Rewinder설비의 제작 Maker들로 다양한 특성의 Adapter를 공급하고 있다.

이 Model의 권취부 일반 사양은 다음과 같다.

▲ 권취 Roll 외경 : 최대 450mm dia

▲ Core Adapter : 기본사양 Ball type Individual friction

Collar.

(OPTION: Air expending type friction collar)

▲ 장력제어 ;

- 1) 권경검출방식에 의해 권취축 Torque 제어방식
- 2) Potentiometer에 의한 변위각 검출(권경검출)
- 3) Magnatic Powder Clutch에 의한 권취축 Torque제어 (자동, Taper 장력조정)

▲ Side 압축방법 (Friction량) ;

- 1) 축의 한쪽 끝단에 Spring설치하여 수동 Handle Knob에 의한 조정방식(운전자가 장력상태 점검후 조정)
- 2) OPTION으로 전공변환기 (Electro-Pneumatic Converter)에 의한 자동조정방식 설치

▲ Touch roll ;

- 1) 규격 Standard: Steel tube, Hard chromium 도금, 외경 50mm dia.
- 2) Roll 자중에 의한 Touch압 방식
- 3) OPTION으로 Air cylinder에 의한 자동 Touch압 조정방식 취부.

10-1-6. 구동 및 제어부

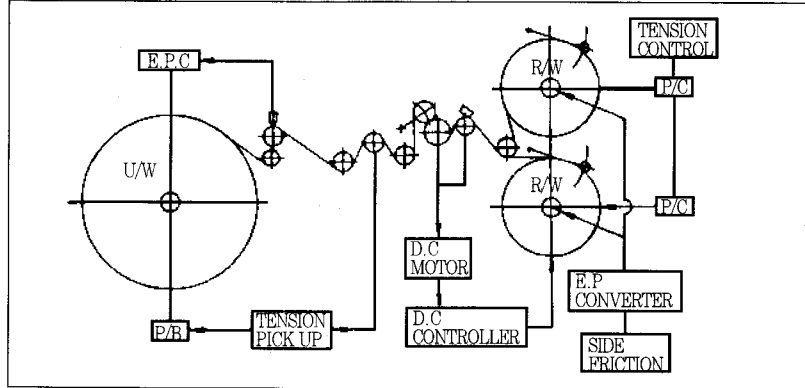
- 1) 이 Model의 구동부는 매우 간단한 구성으로 주구동 Motor로는 DC Motor 또는 VS Motor를 사용하게 되며 V-belt와 Timing belt로 각 Unit와 구동연결하게 된다.

▲ Transport roll구동: Knife 구동축으로부터 Gear로 동력 전달받아 구동한다.

▲ Slitting Unit구동: Knife roll (Bottom Knife 또는 Grooved roll)은 주 구동 Motor에서 Driving Station을 거쳐 Belt로 구동되며 뒷 쪽 같은 비구동형이다.

Aireal Cutting의 경우 2개의

(그림21) 제어 Block도



Knife guide roll에 동력이 전달되지 않고 Idle 역할만 하게 되며 Transport roll로 동력을 전달해 주기만 한다.

▲ 권취축의 구동: 주구동 Motor로부터 상·하 권취축에 개별적으로 부착된 Powder Clutch로 Timing belt에 의해 구동연결하며 Powder Clutch는 권취축을 Torque 제어(구동)하게 된다.

2) 제어부

이 Model의 Control(제어) Unit와 Operation(조작)반은 별도로 구성하지 않고 본체 Frame의 구동 Cover에 부착하게 되어 매우 간편한 조작이 가능하다.

[그림21]은 이 Model의 전기제어 Block이다.

▲ 자동의 Counter Meter (Digital type)을 부착하여 운전자가 임의로 Set 권취길이에 자동으로 Stop하는 기능을 가지고 있으며 특히 기계의 정지시 충격흡수, 제품의 불량 방지 등을 위해 2중의 Slow stop의 기능도 가지고 있다.

▲ 모든 조작 계기, 조작 S/W 등 조작부가 권취부쪽에 취부되어 있어 운전자의 작업성이 우수하다.

▲ 권출부의 상태를 점검 또는 Roll의 교체작업을 위해 권출부쪽에 보조의 조작반을 설치하여 운전자의 작업효율성을 증대하였다.

10-1-7. 기타

1) Edge trimming장치 ;

- (1) 1.5kw motor blower를 설치하고 Trim-duct를 통해 절단 미미를 기계 외부로 불어내는 방식
- (2) OPTION으로 별도의 Trimming Winder의 설치가 가능하다.

2) 정전기 제거장치 ;

- (1) 일반적으로 Pin type의 정전기 제거장치를 취부한다.
- (2) 특수한 정전기 제거장치는 OPTION으로 처리하게 된다.

이상과 같이 FSR Model Slitter-Rewinder설비의 기본형에 대한 구조 등에 대해 설명하였는바 실제 설비의 사용자와 제작 Maker와의 사양협의에 의해 여러 가지 OPTION이 있을 수 있으며 어느 정도의 구조가 변경제작될 수도 있다.

<계속>