

Slitter-Rewinder에 대한 이해(2)

문명수/서통엔지니어링(주) 이사

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 Oclation 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 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
---	--

5. Take-up 및 Roll Unit

5-1. 본체 Fame

Slitter-Rewinder 설비의 본체 Frame은 권취부, 절단부, 구동부 및 제어부와 각종 Roll 등 권출부의 일부를 제외한 모든 Unit를 흡수 장착해야 하는, 즉 우리 몸의 뼈(골격)와

같은 중요한 부분이라 할 수 있다.

그러므로 Slitter-Rewinder 설비의 여러 형식에 따라서 그 구조와 재료 및 규격 등을 다양하게 설계 제작할 수밖에 없으며 이 Frame의 영향은 모든 공정에 교루 미치게 되므로

▲각 Unit의 취부작업이 용이하고 그 기능을 최대한 발휘할 수 있는 구조

▲각 Unit의 안정적 취부, 부품의 교체 및 보수유지가 편리한 구조

▲설비의 제작 공정 및 설비사용 중 변형되지 않는 견고성

▲소재의 고속주행, 구동 Unit의 회전 등에 대응하여 진동, 소음 등을 방지할 수 있는 구조 및 정밀한 가공 등 조건이 충족되어야만 한다.

이러한 제반조건들을 충족키 위해서는 권취형식에 따른 구조에 따라 다소의 차이는 있겠으나 Frame 소재의 재질 및 규격, Base와 Stay의 구조 및 취부 위치 등이 소재의 주행 회로와 함께 집중적인 연구검토하에서 설계 제작되어야만 한다.

5-2. Transport roll unit

권출부의 소재를 권취부까지 안정된 속도를 유지 이송시키는 주구동(main drive) roll로서 일반적으로 권출장력 검출용 Detecting roll과 Slitting unit 사이에 위치하며, 설비의 용도 및 특성 등에 따라서 1개 또는 2개의 Roll로 구성한다.

절단 소재의 물성에 따라 Roll의 표면에 Hard chromium도금, Rubber 피복 등의 후가공을 하게 되며, 권출장력 형성에 직접적인 역할을 담당하게 되므로 운전중에 변형이 되지 않도록 견고, 정밀하게 제작되어야 한다.

구동되므로 guide roll 정도의 Balancing 작업은 필요치 않겠으나 회전관성에 의해 Gear의 파손, Driving motor 등의 손상, 원단이송의 불균일, 지나친 소음 및 진동 등을 유발시킬 수 있으므로 제작시방에 의거 정밀한 제작이 필요하다.

Transport roll에 의한 안정된 소재의 이송은 다음 공정인 Slitting 작

업시에 매우 큰 영향을 주게 되며 이를 위해 소재에 의한 Lap 각도를 가급적 크게 하여 안정된 장력하에서 Slitting 작업을 하게 한다.

또한 Lap 각도를 크게 함으로써 권출장력의 Line 또는 권취장력으로의 혼입을 방지하게 되고, 이러한 장력 Cut 효과를 좀더 크게 하기 위해서 Transport roll에 Nip(Pinch) roll을 접촉시켜 사용하기도 한다.

5-3. Nip roll(pinch roll)

Slitter-Rewinder 설비의 절단 가공의 소재장력은 크게 권출, Line 및 권취장력 등으로 구분된다. 권출장력과 Line 및 권취장력은 다음과 같은 이유에서 매우 중요하다 할 수 있다.

▲권출과 권취장력을 구분함으로써 권출장력제어, 권취장력제어의 경계를 확실하게 하여 Control system 구성이 용이해지고 운전조작시 장력 조건 설정이 용이하게 된다.

▲위의 이유로 장력을 안정되게 유지할 수 있어 Slitting 가공시 Trouble을 방지하여 보다 양질의 제품생산을 기대할 수 있게 된다.

대개의 경우 Touch 압력을 조정할 수 있게 Air cylinder를 양단에 설치하지만 조건에 따라 Nip roll의 지중으로 Touch되는 Lever type도 일부 사용되고 있다.

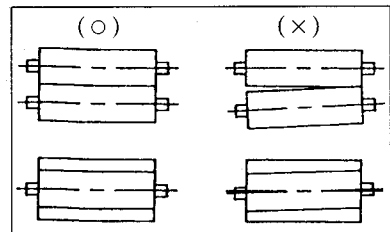
Nip roll에 의한 소재와의 물리적인 접촉은 경우에 따라 소재 표면의 후처리 상태를 손상시킬 수 있으므로 증착, 인쇄 가공된 소재는 그 가공면이 Steel면과 접촉되도록 Roll의 재질과 Path를 선정한다.

일반적으로 Nip roll을 구동시키지 않고 Transport roll에 Touch되어 회

전하도록 하며, 이때 두 Roll의 Touch 상태는 [그림1]에서 보는 것과 같이 평행된 일직선의 접선을 이루도록 하여 소재의 사행을 방지해야만 한다.

이같은 Nip roll의 사용은 일반적이거나 고속기종, 특수기종의 일부에서는 Nip roll을 사용하지 않고 S Lap을 주어 장력을 Cutting하도록 설계되기도 하지만 Nip roll에 의한 장력 Cut만큼의 효과를 기대하기는 어렵다.

(그림 1) Nip Roll



5-4. Guide roll

Guide roll은 비구동형과 구동형 Type으로 구분할 수 있다.

전자의 경우 일반적인 연포장 소재의 중·저속 절단기공에서 사용되고 있다. 후자의 경우에는 고속(400m/min이상)주행, Slip성 및 연신율이 높은 소재, 고정도의 표면유지가 요구되는 소재 등의 가공에 사용하는 것이 일반적이다.

Guide roll에 사용되는 소재는 일반적으로 강화 Aluminum tube, Steel tube 등으로 제작 표면을 Hard Chromium 도금 또는 Alumite 처리하는 방법과 Rubber를 Coating 하는 방법 등이 있으며, 특별한 경우 Carbon이나 Engineering plastic 등 비금속 소재를 사용 제작하여 관성 Moment를 최대한으로 줄인 것 등이 있다.

Roll의 재질과 표면상태는 소재와 Roll의 마찰계수의 결정에 매우 중요

한 역할을 하게 되므로 절단소재의 물성과 기타의 작업조건 등을 충분히 검토 감안하여 제작해야만 한다.

절단부의 전 Line에 위치하는 Guide roll은 소재의 비틀림, 주름 및 처짐 등을 방지하고 권출부의 장력 및 불안정한 주행의 영향이 절단부에 미치지 않도록 하는 역할을 하게 되며, 절단공정 후에 위치하는 Guide roll은 절단된 소재의 사행흐름 및 늘어남을 방지하고 안정적 권취가 가능하도록 보존하는 역할을 하게 된다.

위에서 설명한 제반 기능을 충분히 소화하기 위해서는 적절한 소재의 Roll을 선택하는 것은 물론이고 회전저항이 적어야 하며 Roll의 직진도, 원통도 및 Balance가 정밀하게 제작되어야만 하고, 각 Roll간의 Center거리가 정확하도록 정밀조립이 필요하다.

만일에 이와 같은 조건 등을 소홀히 하였을 경우에는 소재의 빠른 주행에 따르는 Smooth한 Roll의 회전력을 보장하기 어렵게 되어 장력의 불균일, 소재표면의 손상 등을 초래하게 되고 심한 경우 소재의 물성 변화에까지 영향을 주게 된다.

또한 기계적인 무리를 초래하게 되어 결국 설비의 수명을 단축시키고 잦은 부품의 수리 및 교환 등 경제적인 손실 또한 입게 된다.

위에서와 같은 제작상의 문제점뿐 아니라 또하나 주의할 점은 Roll과 소재의 접촉각도이다.

[그림 2]에서 보는 것과 같이 Roll의 회전력은 소재의 장력(물성), Roll 표면의 마찰계수(Roll의 소재 및 표면기공) 및 Roll과 소재의 접촉각도 등에 따라 결정되므로 결국은 소재의 종류에 따르는 제반 작업조건 등을 감안

하여 각각의 Guide roll과 소재의 적정 접촉각을 산정하여 설계제작되어야만 양질의 제품생산이 가능해진다.

5-5. Expander roll

Slitter-Rewinder의 권취시 소재의 주름은 Slitting부에서의 파단, 절단폭 불량 및 상품으로서의 가치저하 등 많은 문제점을 야기시킨다.

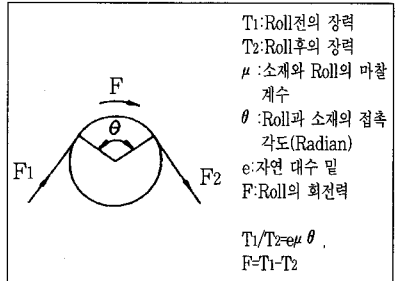
흔히 권취시 소재의 주름은 ▲전 공정상의 문제로 인해 권출Roll 자체에 남아 있거나 ▲소재의 후도불균일에 의해 발생하거나 ▲소재의 폭이 넓어 장력에 의해 발생하거나 ▲각종 Roll 등의 수평상태가 고르지 못해 소재의 사행이송에 의해 발생하는 경우가 대부분이다.

이러한 주름을 제거하기 위해 Expander roll, Spread roll, Crown bar 등 여러 형태의 Roll 등을 부착하게 되는데 그중 가장 일반화되어 사용하는 것이 Expander roll이다.

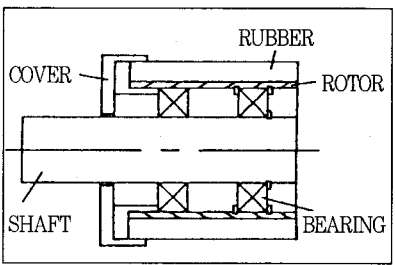
연포장 소재용 Expander roll은 [그림3]과 같이 일정한 곡률을 가진 철심(Shaft)에 Bearing을 내장한 후 Rubber hose를 씌운 Type이 많이 사용되고 있으며, 경우에 따라 Hose Cap에 Gear 혹은 Pulley를 연결 구동을 시키기도 한다.

주름제거용 Expander roll은 Slitting 전에 위치하는 것이 통상이

(그림 2) Roll 회전력



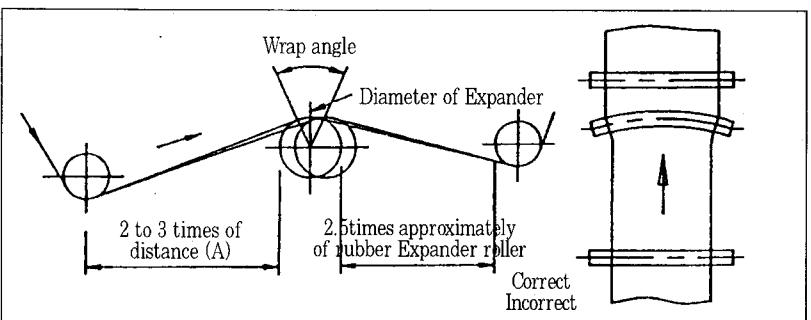
(그림 3) Expander Roll



며 Roll간의 거리는 [그림 4]와 같이 결정하게 된다. Shaft곡률에 의해 형성된 Roll의 표면은 Roll 중심으로 기준소재를 좌우로 사행시키게 하는데 이 원리를 이용, 소재의 주름이 퍼지게 되는 것이다.

[그림5]에서 보는 것과 같이 주름의 제거 정도는 Expander roll 중심의 Wrap각에 의해 좌우되는데 Wrap각이 크면 클수록 효과는 증가하게 되나 소재의 특성에 따라 적정각 이상의 경우에는 오히려 또다른

(그림 4) Roll간의 거리 설정



주름이 발생하는 역효과가 있으므로 소재의 주행 상태를 면밀히 관찰하여 조정해야만 한다.

Expander roll의 또다른 기능은 Slitting부의 Separating 기능으로써 1축 권취시에 Knife와 권취부 사이에 취부하여 [그림6]과 같이 절단소재를 Separating시켜 권취제품의 분리를 용이하게 하고 Edge 트러블을 예방하는 기능이다.

6. 절단부(Slitting unit)

절단부는 Slitter-Rewinder 설비에 있어 권취부와 더불어 제품의 품질 및 생산성을 결정하는데 가장 직접적인 영향을 주는 중요한 요소의

하나이다.

높은 생산성과 품질을 유지하기 위해서는 절단소재 특성에 적합한 Slitting 방식이 절대적으로 필요하고 높은 Speed에서 정도있는 단면을 얻을 수 있는 칼의 종류와 소재의 선택 또한 중요하게 된다.

또한 작업조건의 변화에 따르는 신속한 칼의 위치변경 또는 교환작업이 가능한지, 작업조건에 따른 칼의 각도, Speed 조정장치 등이 취부되어 있는지의 여부에 대하여 필히 점검해보아야 한다.

절단부의 방식은 절단소재의 종류, 물성, 두께 및 절단폭, 절단속도 등에 따라서 선택하게 되며 Razor cutting, Shear cutting 및 Score

cutting 등 크게 세 가지의 종류로 구분할 수가 있고 각 종류별로도 여러 형태의 구성이 가능하다.

6-1. Razor Cutting 방식

이 방식은 칼의 Setting 작업이 용이하고 신속하며 가격이 저렴하여 주로 50 Micron이하의 두께를 가진 Plastic film 소재의 인장절단에 선호사용되고 있다. 구성의 형태에 따라서 Aerial Cutting 및 Grooved roll Cutting 방식이 있다.

일반적으로 이 방식은 칼을 고정하여 사용케 되므로 400m/min이하 주행속도에서는 비교적 절단면의 상태가 좋은 편이나 그 이상의 속도에서는 칼날과 소재의 마찰에서 생기는 열이 소재의 절단면에 전달되어 소재의 녹은 물질이 절단면의 끝에 남게 되어 단면 및 권취상태에 나쁜 영향을 주게 된다.

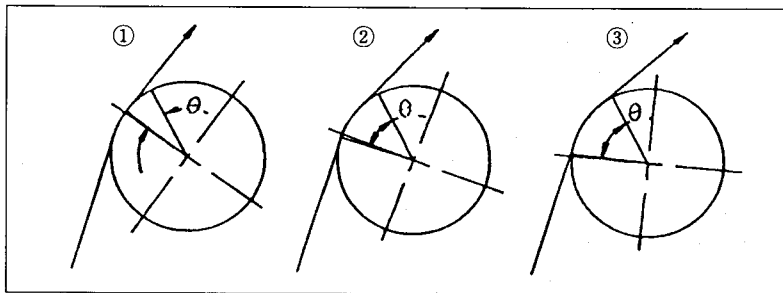
또한 칼이 회전하지 않고 고정되어 있는 관계로 수명이 짧은 특성이 있어 이를 다소나마 해소하기 위해 같은 Oscillation시키거나 [그림9]에서 보는 바와 같이 Grooved roll을 이용한 회전 Ring knife를 사용하는 경우도 있다.

6-1-1. Aerial Cutting 방식

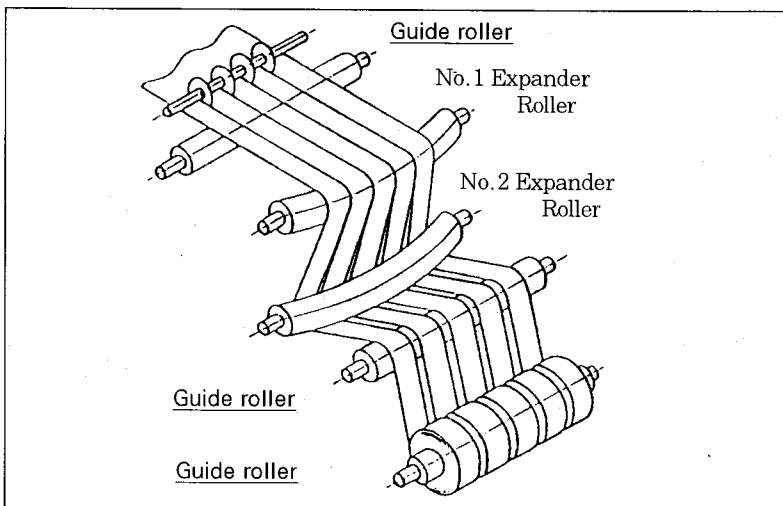
이 방식은 [그림7]에서 보는 바와 같이 두 개의 Roll 사이에 칼을 고정하고 공중에서 절단하는 방식이다. 절단소재가 늘어날 염려가 적고 칼날부분이 옆으로 움직이는 현상이 없으며, 칼의 Position Setting을 신속하고 간편하게 할 수 있는 장점이 있다.

반면에 절단 안정성이 떨어지고 사행절단의 위험이 있으며, 절단면의 정도가 떨어지는 단점이 있다. 그러므로 이 방식은 주로 소량 다품종의

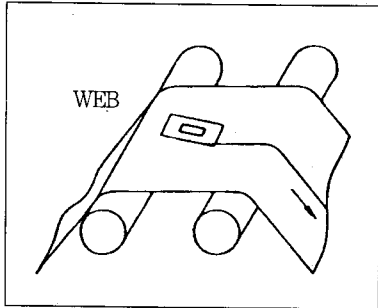
[그림 5] Wrap 각도



[그림 6] Separating 기능



[그림 7] Aerial cutting



단면 정도가 상대적으로 떨어져도 괜찮은 제품에 사용된다.

6-1-2. Grooved roll 방식

Razor Cutting 방식에서 범용으로 널리 사용되는 방식으로 [그림 8]에서 보는 바와 같이 일정한 Pitch와 깊이로 홈이 파인 Grooved roll의 홈 사이에 칼을 Touch시켜 절단하는 방식이다.

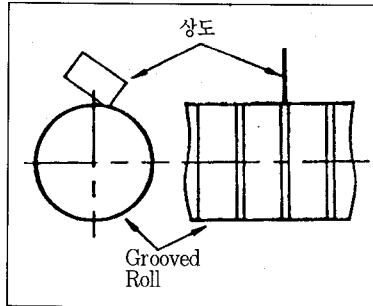
이 방식의 경우 절단소재를 Grooved roll에 감아 붙여서 절단하게 되므로 Aerial Cutting보다 소재의 흐름이 안정적이어서 상대적으로 정도있고 Smooth한 절단가공이 가능하다.

이 방식의 경우에는 칼의 Setting에 보다 많은 시간이 필요하다. 즉 칼의 마모를 최소화하고 정확한 절단 규격과 단면을 얻기 위해서는 Grooved roll 홈 부분의 Center에 정확하게 고정해야 하는 세밀한 작업이 필요하기 때문이다.

Grooved roll은 전폭을 한 개의 Roll로 제작하는 경우와 100~300mm폭으로 제작, 여러 개를 조합하여 한 개의 Grooved roll을 구성하는 방법이 있다.

전자의 경우에는 고른 표면의 유지가 쉽고 제작 Cost면에서 여러 개의 조합형태에 비해 저렴한 편이다. 다만 Roll의 마모, 소손시에는 Roll

[그림 8] Grooved roll cutting



전체를 수리, 교환해야 하는 경제적인 문제가 따른다.

후자의 경우에는 제작 Cost가 비교적 높고 Roll의 표면 정도 유지가 매우 까다로운 점이 있으나 마모, 소손시에는 그 부위만을 수리, 교환하여 사용할 수 있는 장점이 있다.

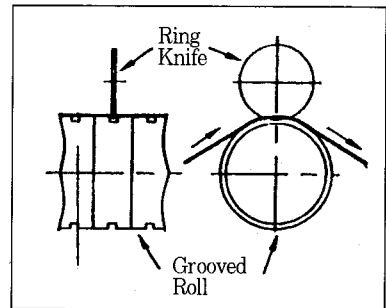
또 전자의 경우에는 제작의 문제점이 있어 주로 폭이 좁은 범용의 설비에서, 후자의 경우에는 폭이 넓은 대형의 설비에서 사용되는 특성이 있다.

칼의 물림 방식에 있어 Razor Cutting 방식에서는 일반적으로 [그림 1, 2]에서 보는 것과 같이 칼날의 한쪽 끝단이 소재와 각을 이루도록 Setting한다.

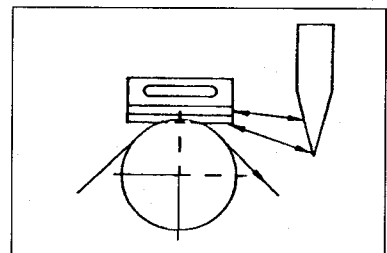
그러나 최근의 Data에 의하면 칼의 본체와 중간부분에 연마부가 있는 칼을 사용하여 [그림 10]과 같은 방법으로 칼을 Setting하는 것이 칼날의 끝부분만이 소재와 접촉하게 되어 보다 Smooth한 절단이 가능한 것으로 확인되고 있다.

이상과 같이 Razor Cutting 방식에 대하여 간단하게 설명하였는바, 이 방식에 있어서는 Aerial, Grooved roll 방식을 개별 사용하거나 또는 병용해서 사용할 수 있도록 기계적인 구성이 가능하다.

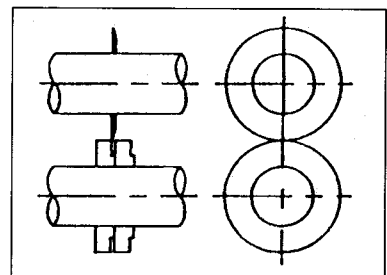
[그림 9] Ring Knife 사용



[그림 10] 칼의 Setting



[그림 11] Shear cutting



6-2. Shear Cutting 방식

이 방식은 [그림 11]에서 보는 것과 같이 원형의 회전체 칼을 상,하에 위치하여 마치 가위로 물건을 자르는 것과 같은 원리를 이용하여 소재를 절단하는 방식이다.

가위와 같은 원리를 이용하게 되므로 칼의 소재와 형상, 윗쪽 칼과 아래 칼의 물림각도, 칼과 소재의 접촉각도 및 칼과 소재의 주행속도 등이 절단 정밀도를 결정하는 중요한 Point가 되는 것은 당연하다.

재료의 주행속도가 칼의 회전 속

도보다 느리게 되는 경우에는 잘 절단되지만 반대의 경우에는 찢어지는 것과 같은 현상이 생겨 절단상태가 불량하게 된다.

따라서 소재의 주행속도에 비례하는 칼의 회전속도 변화에 신경을 써야만 한다. 아울러 소재의 종류와 작업조건에 따라서 칼의 물림각도, 상하칼의 접촉력 등이 운전자의 임의의 조정작업에 의해 이루어질 수 있도록 설비의 설계 및 제작이 이루어져야만 한다.

위에서 설명한 바와 같이 소재를 정밀하고 깨끗한 상태로 절단하고 고속작업이 이루어지기 위해서는 소재의 종류와 작업조건에 따라서는 여러 형태의 칼날 조정작업과 칼의 소재와 형상의 현명한 선택이 뒤따라야 하므로 숙련된 운전자의 경험과 정확한 Data의 확보가 필요하게 된다.

(그림 12)는 국내 칼 전문 제작업체의 칼의 소재와 형상에 따르는 절단가능 소재를 나타낸 도표로 참고가 될 것이다.

6-2-1. 칼날의 깊이와 접촉력

상·하 칼의 물림 깊이는 통상 0.1~0.3mm에서 조정되지만 가급적 깊이가 적을수록 절단상태가 양호하고 칼의 수명이 길어지는 효과가 있다.

두 개의 상·하 칼이 맞물려서 회전하게 되면 두개의 칼은 서로 떨어지려고 하는 성질을 가지게 되고 이로 인하여 많은 칼을 상·하에 맞물려서 고속회전케 하면 칼들이 합쳐져서 생기는 반발력에 의해 칼을 고정한 축이 휘어지는 현상이 발생하게 되어 고른 상·하 칼의 접촉력이 떨어지게 된다.

실제 설비의 설계제작에서는 이러한 축의 휨 상태를 감안한 제작이 이루어져야만 고른 접촉력에 의한 양질의 제품생산이 가능하다.

(그림 12) 칼의 종류와 소재

형 태	용도 재질	Paper	Phot Film	Foil	섬 유	Tape	Plastic Film
		DISK TYPE	SKH	●	●	●	
DISK KNIFE	CM*	●	●	●		●	●
	SKD	●	●	●		●	●
	SKH	●	●				
	STELLITE	●	●				
CORRUGATE	CM*	●		●			
	SKD	●		●			
SCORE	CM*	●			●	●	
	SKH	●			●	●	●
	STELLITE	●					
RE-WINDER TOP	CM*	●					
	SKD	●					
	STELLITE	●					
RE-WINDER BOTTOM	CM*	●					
	SKD	●					
	STELLITE	●					

소재의 종류에 따라 차이는 있겠으나 상·하 칼의 접촉력은 일반적으로 300~500g의 범위 내에서 조정되는 것이 바람직하다.

6-2-2. 칼의 회전속도

위에서 설명한 바와 같이 칼의 회전속도는 원칙적으로 소재의 주행속도보다 빠르게 Set(Over speed)하는 것이 통상이며 근래에는 Plastic film, 종이 등 일부의 소재에서는 칼의 회전속도와 소재의 주행속도를 동조시켜 좋은 결과를 얻는 경우도 있다.

즉 Tangent Cutting에서는 칼의 속도와 소재 주행 속도간의 차이(Over speed)가 소재의 종류나 칼의 구동장치의 정확성에 의해 결정되지만 Wrap Cutting에서는 칼(하부)의 회전속도가 소재의 주행속도보다 너무 빠르게 되면 소재가 칼에 감겨 들어가는 경향도 생기게 된다.

이와 같은 여러 가지 조건들에 의해서 칼의 회전속도와 소재의 주행속도 관계뿐 아니라 상·하 칼의 회전속도를 동조 또는 서로 다르게 Set할

필요가 생기게 된다. 그러므로 이러한 칼의 회전속도를 조정하기 위해서는 다음과 같은 여러 형태의 구성으로 설비의 제작이 이루어지고 있다.

▲상·하 칼의 회전속도를 항상 일정하게 유지시키기 위해 상·하 칼의 축을 Gear로 서로 맞물려 회전케 하는 방식으로 Gear에 맞물린 축에 의해 상·하 칼의 회전속도는 항상 일정비율을 유지하게 된다. 다만 칼의 외경변화(마모, 교체)에 따라 Gear를 교환해주어야 한다.

▲윗쪽 칼을 비구동(Idle type)으로 제작, 아랫 쪽의 칼과 맞물려 회전케 하며 상·하 칼의 회전속도 비율을 항상 일정하게 하는 방법이다.

▲고속, 고정도를 요구하는 설비에 있어서는 상·하의 칼축을 각각 개별로 구동하여 소재의 특성, 작업조건에 따라 상·하 칼의 회전속도를 임의로 조정할 수 있도록 구성한 방법이 있다.

더 나아가 칼마다 개별의 구동을 주어 임의의 속도 조정이 가능하도록

구성한 특수한 형식의 설비도 일부 개발 적용되고 있다.

6-2-3. 칼의 맞물림 각도(경사각)

위에서 설명한 바와 같이 Shear Cutting 방식은 두 개의 회전 칼날을 이용하여 소위 가위를 쓰는 것과 같은 효과를 가지고 있다. 그렇지만 절단 각도는 소재의 종류에 따라 다르고 그 효과로만 변하게 된다. 시험삼아 가위를 벌린 상태에서 Film 또는 종이를 가위 사이로 통과시켜 보면 깨끗하고 쉽게 절단되는 각도를 찾아낼 수 있게 된다.

만일 그 각도가 조금이라도 변하게 되면 소재는 찢어지고 만다. 이렇듯 Shear Cutting 방식은 상·하 칼의 맞물림 각도, 칼날과 소재의 접촉 각도 등이 절단능력을 가능하는 가장 중요한 요소이며 이 각도의 설정 여하에 따라서 절단면의 정도, 작업성 및 칼의 수명이 결정되게 된다.

Slitter-Rewinder에서 일반적으로 사용되고 있는 Shear Cutter 상측 칼은 칼 자체에 각도를 가지게 되지만 측면 가압시(하도와 접촉) 칼의 탄성에 의하여 대부분의 각도를 잃게 되어 절단력이 떨어져 파단의 원인이 된다.

이를 보완하기 위하여 상측 칼의 축과 하측 칼의 축을 중앙을 중심으로 하여 인위적으로 약간의 각도를 형성시키게 되는데 이때 형성되는 각도, 즉 상부 칼과 하부 칼의 접촉각도를 'Kant's Angle' 또는 'Toe-In Angle'이라 한다.

일부 관련자료에 의하면 [그림 13]과 같은 각도를 제시하고 있는데 이는 소재의 종류, 칼의 형상 및 소재, 작업조건 등에 따라서 영향을 주게 되므로 각사마다 해당작업의 특성을 고려하여 Data를 확보하는 것이 바

람직하다.

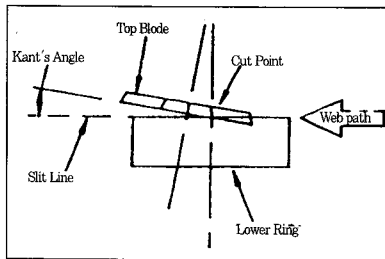
대개의 경우 하측 칼의 축을 기준으로 하여 상측 칼축을 움직여서 Kant's Angle를 형성시키는데 여러 가지 작업조건을 고루 만족시켜야 하는 경우 상측 칼축을 구동의 전달에 지장을 주지 않는 범위 내에서 조정 가능하도록 Adjusting type으로 설계제작하게 된다.

또한 한정적이기는 하지만 Knife holder의 Setting시에 칼 개개의 각도 조정도 일부 가능하다.

연포장 소재의 Plastic film, 종이 등에는 일반적으로 0.5도의 경사각(접촉각)이 가장 이상적이라고 하며 과도한 경사각은 상부 칼날의 소재의 절단면과 마찰하게 되어 소재 폭 방향의 응력을 받게 되고 결과적으로 칼의 수명단축, 먼지 이물 발생, 절단면의 변형 등을 초래하게 된다.

[표14]는 여러 소재의 절단가공에 따르는 'Kant's Angle'의 참고표이다. 위에서 설명했던 바와 같이 이 표의 각도는 어디까지나 참고용이며

[그림 13] Kant's angle



[그림 14] Kant's angle

절단각도	절 단 소 재
0.00~0.25mm	금속 박스, plastic sheet, 비섬유질 소재
0.25~0.50mm	종이, 일반 plastic film, 라미네이팅 가공소재
0.50~0.75mm	합성섬유, 접착 Tape
0.75~1.00mm	직물, 부직포 등

실제의 사용에서는 여러 가지 작업조건에 따라서 가감조정해야만 한다.

6-2-4. 칼과 소재의 접촉각도

위에서 설명했던 것과 같이 Shear Cutting 방식에 있어서는 칼의 맞물림 각도 이상으로 칼과 소재의 접촉각도의 중요성이 강조되고 있다.

이는 가위의 원리에서도 설명했던 바와 같이 상·하 칼의 물림 각도뿐 아니라 소재와 상·하 칼과의 접촉각도에 따라 절단력이 결정되기 때문이다.

칼과 소재의 접촉각도의 방법에 있어서는 소재가 아래 칼과의 접촉형태에 따라서 구분되는 바, 즉 Wrap Cutting 방식과 Kiss Cutting 방식으로 크게 분류할 수 있게 된다.

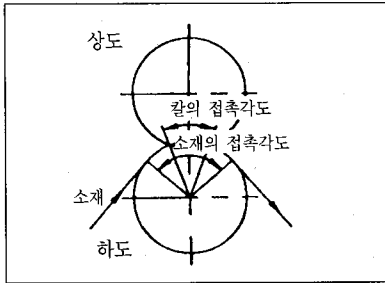
▲Wrap Cutting 방식

이 방식은 [그림 15]에서와 같이 소재가 아래쪽의 칼축에 감겨져서 절단되고 있으므로 소재의 안전주행이 가능해지고 상·하 칼이 서로 이상적인 깊이로 맞물려 회전할 수 있기 때문에 깨끗한 단면을 얻는데 있어서 유리한 방식이다.

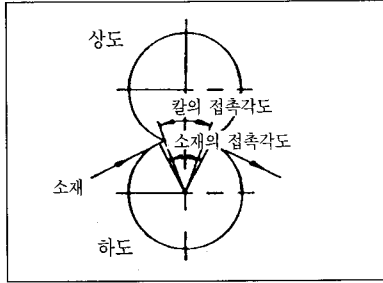
이 방식은 아래 칼 축에서 소재의 접촉각도가 윗쪽 칼의 접촉각도 보다 크게 Set하여야만 한다.

만일 이 각도가 반대로 Set되는 경우에는 [그림 16]에서와 같이 소재가 아래 칼 축에 고정되지 않는 부분 즉 상·하 칼이 만나는 Point가 아닌 곳에서 소재의 절단이 이루어지게 되므로 결국은 절단이 아니라 잡아당겨

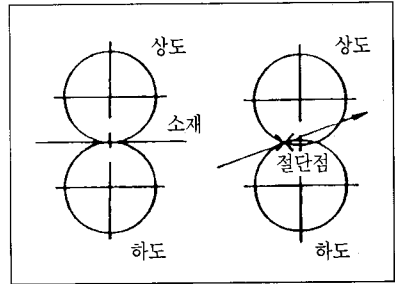
(그림 15) Wrap cutting



(그림 16) 칼과 소재의 접촉각도



(그림 17) Kiss cutting



서 찢어지는 현상에 가깝게 되어 절단상태가 나빠지게 된다.

또한 이 방식은 작업조건의 변화 등에 따라 칼을 Set하기 위해서는 반드시 칼날과 Space ring을 조합 사용해야만 하므로 칼축을 빼내어 하나 하나 재조립하지 않으면 안되는 번거로움이 있어 칼날 Set에 많은 시간 소비가 단점으로 지적되고 있다.

▲Kiss Cutting 방식

이 방식은 일명 Tangent Cutting 방식이라고도 하며 (그림 17)에서 보는 것과 같이 절단소재는 칼날의 외경에 접촉하기는 하지만 Wrap하지 않은 상태로 상·하 칼의 접촉 Point에서 절단하는 방식이다.

만일 소재가 윗쪽 칼 또는 아래쪽 칼에 따로 먼저 접촉하는 경우에는 'Wrap Cutting'에서 설명한 것과 같이 잡아당겨 찢겨지는 결과가 생기게 된다.

그러므로 Kiss Cutting에서는 상·하 칼과 소재가 제한된 Point에서만 접촉하지 않으면 곤란하게 된다.

그리고 이 절단 Point는 아래 칼의 맞물림이 커짐에 따라서 변화가 생기며 그래서 일정 이상의 맞물림이 커지게 되면 문제가 발생하게 되므로 보다 맞물림을 적게 하고 점의 상태에 가깝도록 소재와 접촉하도록 Set하는 것이 바람직하다.

만일 상·하 칼의 맞물림 각도를 크게 한 경우에는 물림 각도 또한 증대하게 되어 소재는 윗쪽 칼에 먼저 접촉하게 된다.

이러한 이론을 바탕으로 할 때 아래쪽 칼보다는 상대적으로 작은 직경의 칼을 윗쪽 칼로 사용할 경우 (그림 18)에서 보는 바와 같이 칼날의 맞물림 각도가 보다 넓은 범위에서 이루어지게 되므로 유리하다고 할 수 있다. 다만 이 경우 칼의 수명이 상대적으로 단축되어 비용상 어려움은 있게 된다.

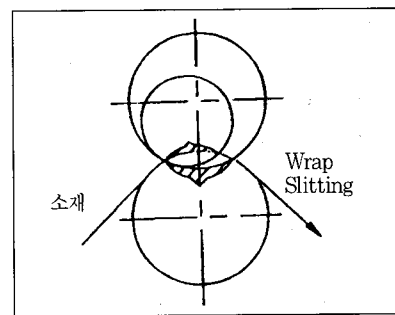
이 방식은 폭 조절을 위한 Spacer ring을 사용하지 않고도 아래쪽 칼의 Set가 가능한 구조이기 때문에 작업조건의 변경에 따른 칼의 재 Set에 있어서 축을 들어내지 않고도 단시간 내에 신속한 칼의 Set가 가능하다.

다만 절단면의 품질에서는 'Wrap Cutting'에 비해 다소 떨어지는 단점을 가지고 있다.

특히 최근에는 Air expending type의 축을 사용하여 칼의 Holder를 일일이 고정하지 않고도 신속정확하게 칼의 Set가 가능한 방법의 사용이 증대되고 있다.

더 나아가 이 'Kiss Cutting' 방식에 있어서는 Computer를 이용한 상·하 칼의 위치는 물론이고 접촉각도 및 접촉압 등을 운전자가 미리

(그림 18) 칼의 맞물림 각도



Set하여 자동으로 조정케 하는, 이른바 NC 제어 Knife 조정장치가 개발되어 일부 고급기종의 설비에 사용되고 있다. 다만 Cost가 매우 높은 편으로 일반화되어 사용하기에는 무리가 있다.

Wrap Cutting 또는 Kiss Cutting이든 간에 소재와 칼의 만나는 Point에서 절단하는 것이 가장 좋은 결과를 얻게 되는 것은 이미 설명한 바와 같다.

그러므로 이와 같은 조건들을 좀 더 용이하게 충족시켜 주기 위해서는 (그림 19)에서와 같이 윗쪽의 칼을 소재의 주행 방향으로 조금 이동된 상태로 Set하는 것이 유리하게 된다.

또한 Shear Cutting 방식에서는 어느 형식의 Cutting 방법을 사용하거나 (그림 20)에서 보는 것과 같이 소재의 한쪽 끝은 Straight로 절단되고 있으나 다른 면에서는 아래칼 쪽

으로 구부러져 떨어지는 현상이 발생하게 된다.

즉 절단된 소재는 일시적으로 Edge 상태에 변형이 초래되고 Plastic film 소재 등에서는 권취상태에서 일부의 보완이 가능하나 Al-foil이나 경도가 있는 소재 등에서는 변형된 Edge상태가 그대로 권취상태에까지 전달되어 최종적으로 권취제품의 Edge에 불량률 초래하게 된다.

그러므로 이를 보완하기 위해 소재에 따라서는 Score Cutting 또는 Block Knife Cutting 등 별도 형식의 Cutting 방식도 사용되고 있다.

6-2-5. 칼의 측압(Side loading)

상·하 칼의 지속적인 접촉(측압)은 절단소재의 종류에 따라서 다를 수 밖에 없으며 이 측압은 전장에서 설명한 Kant's Angle과도 무관하지 않으므로 운전자의 세심한 주의가 필요하다.

즉 과도한 측압은 칼의 마모를 촉진시키게 되고 부족한 측압은 절단면의 불량과 지속적인 절단작업을 방해하는 요인이 된다.

그러나 칼 자체의 탄성에 의하여 상·하 칼의 접촉(측압)시에 그 압력에 변화가 생기게 되며 운전자들은 이러한 측압의 변화를 최소화하기 위해 계속해서 측압을 조정하게 되고,

이는 과도한 칼의 마모와 절단작업의 성능을 저하시키는 또다른 결과를 초래하게 된다.

이러한 단점들을 최소화하는 방법으로 칼의 제작사들은 적정의 측압을 지속적으로 유지시킬 수 있는 Holder의 개발에 노력하고 있으나 현재에는 만족할만한 Holder의 개발이 이루어지지 않고 있다.

[그림 21]은 현재 우리나라에서 범용으로 사용되고 있는 Coil spring을 사용한 Holder로서 절단작업시 칼의 마모, 소재절단 이물 등에 의해 상·하 칼의 밀착력(측압)이 떨어지는 현상을 Coil spring에 의해 강제적으로 복원 밀착시켜주는 방법이다.

그러나 칼 자체의 탄성과 반작용의 힘이 칼과 칼의 중심축에 부합되지 않으므로 칼의 회전에 방해가 생기는 단점이 있다.

반면에 장치가 비교적 간단하고 Spring의 교체 및 설치작업이 용이하여 현재 범용으로 사용되고 있는 Holder이다.

또한 간단한 고정식의 Holder를 사용하는 방법도 있으나 설비의 운전 중 수시로 측압을 조정해야 하는 번거로움이 따르고 측압조절이 부정확하여 널리 사용되고 있지는 않다. 이외에도 평판 Spring, 공기식 Hold-

er, Torsion spring을 사용하는 방법 등도 있으나 어느 것이든 서로의 장단점이 있고 완전한 측압의 조정이 불가능하다.

6-2-6. 칼의 마모 및 연마

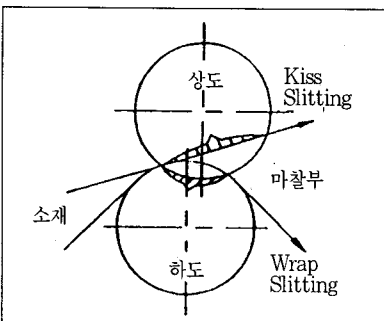
예리한 날을 가진 상부 칼과 하부의 칼이 맞물려 회전하고 소재의 절단작업이 지속적으로 이루어지게 되면 당연히 칼(특히 상부)의 마모가 뒤따르게 되며 이 마모의 정도는 여러 조건에 의해 그 정도가 결정된다.

즉 ▲칼의 형태와 재질 ▲소재의 종류, 두께 ▲설비의 운전속도 ▲상·하 칼의 Set상태(경시각, 측압, 접촉압) 등 적절한 조건의 부여가 칼의 마모를 최소화할 수 있는 조건이다.

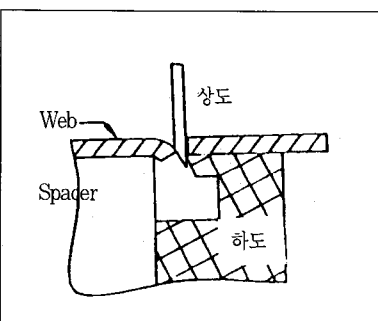
칼의 마모상태를 미리 점검, 예측하여 연마나 교체시기를 결정하는 것은 그리 쉬운 일이 아니며 소재의 절단면 상태가 불량한 것을 보고 연마, 교환한다면 이미 그 시기가 늦어져 상당한 불량제품의 생산이 이루어진 후가 된다.

그러므로 운전자들은 칼의 마모면을 계속 관찰하여 연마, 교환시기를 판단할 수밖에 없는데 마모면의 넓이가 넓어지면 칼의 절단능력이 저하되는 특성이 있으며 일반적으로는 0.3mm의 범위를 넘게 되면 칼의 연마 또는 교체가 필요하다.

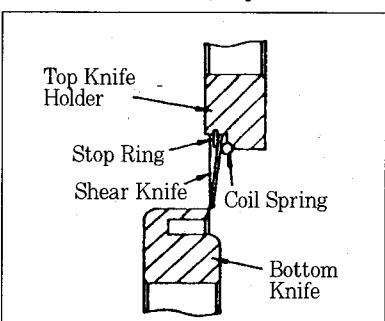
[그림 19] 상·하 칼의 set



[그림 20] Edge 변형



[그림 21] Holder(Coil spring)



칼의 연마는 모든 칼의 직경이 동일하도록 연마하는 것이 필수적이며 칼의 경사진 면을 연마해야만 한다.

6-3. Score Cutting 방식

위에서 설명한 Shear Cutting 방식의 Edge 한쪽 변형의 상태를 보완하기 위한 방식이며 주로 Sealable tape, 면 Tape, 두께가 있는 Hard type Sheet 및 얇은 금속소재의 Slitting시에 사용하는 방식으로 [그림 21]에서 보는 바와 같이 윗쪽 칼을 받침 Roll에 직접 가압하여 절단하는 방식이다.

칼날 한 개의 가압 압력은 통상 10~80kg 정도이며 Spring, 압축공기 또는 유압 power에 의한 가압방식 등이 있다.

이 경우 받침 Roll은 압력을 충분히 견딜 수 있도록 견고하게 제작되어야 하고 표면 정밀도와 경도가 매우 중요한 Point가 됨은 물론이다.

칼의 마모가 심한 단점이 있으며 칼의 마모 정도는 받침 Roll의 경도를 어떻게 정하는가에 많은 영향을 받게 된다.

6-4. Block Knife 방식

이 방식은 일명 Gang Knife 방식이라고도 불리어지고 있으며 [그림 22]와 같이 절단 폭과 동일한 규격의

상·하 칼을 서로 맞물려 소재를 절단하는 방식이다.

이 방식은 주로 경질의 Sheet 제품이나 금속제품 절단가공에 사용되고 있으며 Score Cutting과 같이 Shear Cutting의 Edge 변형을 방지하는데 효과적이다. 그러나 소재의 절단 폭에 따라서 많은 양의 Spacer collar가 필요하게 되고 상·하 칼의 위치가 정확하지 않으면 절단가공이 되지 않으므로 상·하 칼의 정확한 Set에 어려움이 있고 칼의 장착에 많은 시간의 소비가 필요한 단점을 가지고 있다.

6-5. 기타 Cutting 방식

위에서 설명한 Slitting 방식 이외에도 다음과 같은 방식 등이 있으나 일부 특수한 기능의 설비에 사용되고 있어 간단히 소개한다.

▲Heat Cutting 방식은 칼의 날부분에 적정의 열을 가해 날과 열을 병용으로 하는 절단 방식이며 Razor, Shear 모두 사용이 가능하다.

면이나 나일론원단 같은 일부의 직물용으로 사용되고 있다.

▲레이저 광선을 이용한 절단 방식으로 우리나라에서 극히 일부의 특수소재의 절단가공에서 사용된다.

▲세라믹(초경) 소재의 칼을 사용하는 방식으로 칼의 마모를 극소화하

는 방편으로 사용되며 특수 제작한 초경제의 칼을 사용하거나 일반소재의 칼에 세라믹 소재를 Coating, 사용하는 방식이 있다.

6-6. Edge trimming 장치

이 장치도 Slitter-Rewinder 설비의 고속화에 따라 그 중요성이 날로 증대하고 있으며 부적정한 장치는 절단면의 균열과 지분의 발생을 야기시킴은 물론이고 그 영향으로 인하여 제품의 생산성에도 매우 큰 영향을 미치게 된다.

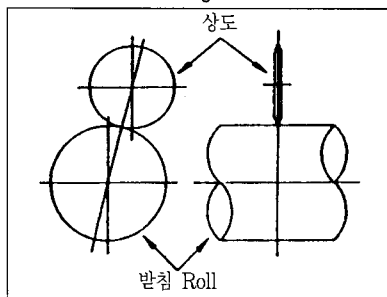
더욱이 근래에 와서는 작업공간의 확보와 함께 폐기물 처리의 문제가 날로 심각해지고 있어 이 장치의 중요성이 더욱 부각되고 있는 실정이다.

Edge trimming 처리의 일반적인 방법은 Slitting Unit에서 절단된 미미(Trim)를 Blower를 설치하여 Trimming duct를 통해서 불어내는 간단한 방법과 별도의 Trimming 전용의 Winder를 설치하여 권취하는 방법 등으로 구분할 수가 있다.

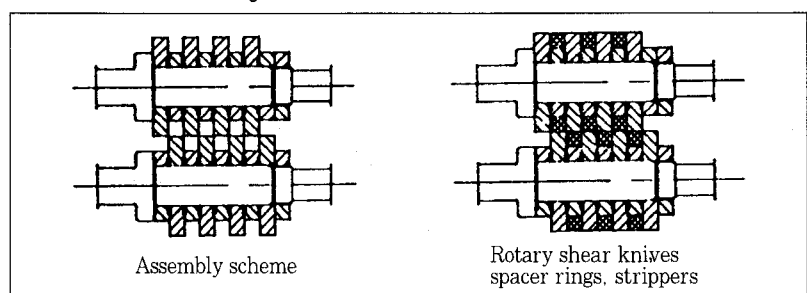
6-6-1. Blower에 의한 처리

이 방법은 위에서 설명한 것과 같이 Motor Blower를 설치하여 Trimming duct를 통해 미미를 날려보내는 간단한 구조의 방법으로 설치가 간편하고 비용이 적게 드는 장점이 있는 반면에 날려 보내진 미미

[그림 22] Score cutting



[그림 23] Block knife cutting



를 처리하기 위한 많은 작업공간이 필요하고 인력의 낭비를 초래함은 물론 폐기물 처리에 많은 시간과 비용이 들어가게 되는 단점이 있다.

이 방법에 있어 가장 중요한 Point는 Duct에서 잡아당기는 미미(Trim)의 흡입력이다. 만일 이 흡입력이 강하게 되면 잡아당기는 힘이 너무 지나치게 되어 미미가 찢어져 끊어지거나 절단면에 균열이 발생하게 되며 반대로 흡입력이 너무 약하게 되면 Duct가 막히게 되거나 미미가 Slitting unit쪽에 감겨 끊어지는 현상이 발생하게 된다.

이러한 미미의 흡입력은 Blower에서 송출하는 공기의 압력, 풍량 등에 의해 결정되며 Duct의 구조 또한 중요한 Point가 된다.

그러므로 절단 소재의 종류, 작업 속도, 미미의 규격 등 제반 조건을 감안하여 Blower의 용량결정과 Duct의 구조설계가 이루어져야만 한다.

이외에도 소재와 미미의 진행방향 일치, 미미 진행방향의 완만한 회로 구성, 미미의 떨림 방지 Guide 설치 등이 필수 조건이라 할 수 있다.

6-6-2. Trimming Winer 장치

이 방법은 위에서 설명한 Blower에 의한 처리방법의 단점인 작업공간의 효율적 관리와 폐기물 처리에 매우 유리한 장점이 있으나 별도의 장치를 설치해야 하고 상대적으로 설비의 비용이 많이 드는 단점이 있다.

이 방법에는 [사진 24]와 같이 Slitter-Rewinder 설비의 본체 Frame 부분에 직접 취부하는 방법과 [그림 25, 26]에서와 같이 별도의 미미 전용 Winder를 설치하여 사용하는 방법 등으로 구분할 수가 있다.

전자의 경우 사진에서 보는 바와

같이 별도의 설치공간이 필요치 않고 비교적 구조가 간단하며 장치의 비용 절감에 장점이 있다. 반면에 Main 설비의 구동과 직접 연결 구동되므로 이 장치의 고장 수리시에는 Main 설비의 가동도 중지해야 하며 고속운전에 한계가 있는 단점도 있다.

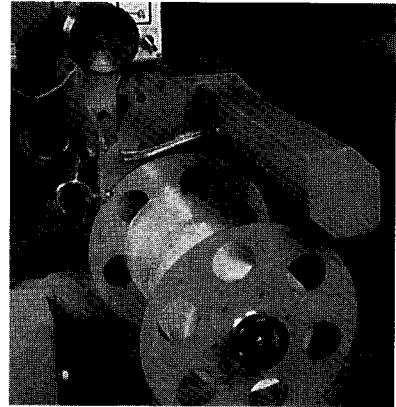
이 방법은 Slitting unit에서 절단 처리된 미미를 초기 Start시에는 Blower를 가동하여 Duct를 통해 Frame Side에 부착된 Winder까지 이송하게 되며 어느 정도의 장력이 형성되면 Blower의 가동을 중지하고 Main 설비와 연동하여 적정의 장력으로 권취하는 방식이다. 이 장치의 구동과 장력조정은 Main 설비의 주 구동 Motor와 직접 연결하여 연동하게 되며 Magnetic Powder Clutch에 의하여 권취장력을 조정하게 하는 간단한 구조이며, 권취방식은 Traverse Guide에 의해 좌우 일정한 속도와 거리로 권취하게 된다.

후자의 경우 즉 별도의 전용 Trimming Winder의 경우 (그림 25)와 같이 Torque Motor를 이용하여 구동케 하는 방법으로 구동의 구조가 간단하고 제작비가 저렴하여 범용으로 널리 사용되는 방법이 있다.

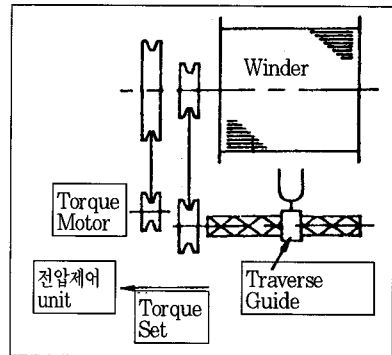
이 방법은 주로 Edge Trim 폭이 좁은 것, 소재의 두께가 얇은 것, 끊어지기 쉬운 소재 등에는 적당하지 않고 권취도중 장력의 상태에 따라 운전자의 조정이 필요하다.

(그림 26)의 방법은 Ac Induction Motor, Inverter 및 Powder Clutch 등을 이용하여 구동시키는 방법으로 정밀한 장력의 조정이 가능하여 고속 운전, 정밀한 설비등에서 주로 사용되고 있으나 제작 Cost가 높고 장치가 복잡한 단점도 가지고 있다.

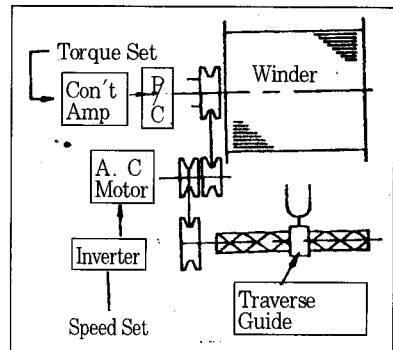
[사진 24] 본체취부 T/W



[그림 25] Torque motor T/W



[그림 26] AC motor T/W



(계속)