



장력 제어 시스템 입문

Tension Control System

인응수 / IH TECH

1. 서론

일반적으로 제품은 가정용과 산업용 제품으로 나눌 수 있으며, 가정용은 백색 가전 제품으로 HA(Home Automation), OA(Office Automation) 제품으로 이뤄지고, 산업용 제품은 주로 공장에서 사용되는 제품 생산 라인으로 FA(Factory Automation), BA(Building Automation)으로 크게 나눌 수 있다.

산업의 특색을 나누어 보면 1차 농수산업에서부터 2차 경공업 3차 중화학 공업, 4차 서비스 산업까지 분류가 가능하지만, 장력 제어가 필요한 산업은 컨버팅(Converting) 업종에서 기본적으로 사용되는 제어 시스템이다. 이런 컨버팅 업종을 관찰하면 우리의 의식주 분야에 다양한 형태로 침투하고 있다.

결국 컨버팅 업종은 1차에서 4차까지 다양한 모습으로 대규모적인 기간 산업이 되고 있는 것이다.

장력 제어 시스템은 컨버팅 업종의 기초 기술로서 그 원천은 전자, 전기, 기계를 응용한 자동

화 기술로 Sensor 및 Actuator를 조합한 생산 제품의 제어(Control) 장비로써 고품질, 고신뢰, 고효율성을 가지고 제품의 제어 정도, 조작의 편의성이 고려되어 사용된다.

이러한 컨버팅 업종의 한 축인 장력 제어 시스템은 검출부(Sensor), 제어부(Control), 구동부(Actuator)의 3부분으로 크게 나눌 수 있다. 특히 Roll 단위로 가공을 하는 업체에서는 기계 발주 설비와 동시에 정확한 장력 제어 시스템 선정 및 운영을 해야 균일하고 안정된 품질의 제품을 생산할 수 있게 된다.

본 고에서는 각각의 적용 사례와 범위에 대해 살펴보고자 한다.

2. 컨버팅(Converting) 산업

컨버팅은 종이, Film, 실, 전선, 각종 Sheet, Tape 등의 긴 재료에 여러가지 가공, 처리하는 것이다. 이러한 긴 재료는 기본적으로 축(보빈, Reel, 지관)에 감겨져 있어, 컨버팅 업계에서는 권출(Unwinder, Uncoiling), 급지(Feeder, Nip

Roll), 권취(Rewinder, Recoiling)를 위하여 장력 제어가 가장 기본적인 기술이다.

전기적으로 서술한다면, 전류 제어(Torque Control)가 필요로 하는 Web 또는 Sheet의 재료를 변환시키는 생산 라인에서 '장력(Tension)'이라는 용어는 매우 넓은 활용 범위를 갖는다. 거의 대부분의 업체들은 알게 모르게 일반적인 종류의 장력 제어를 사용하고 있다.

이러한 장력(Tension)을 이용한 컨버팅 머신이란 다음과 같이 나눌 수 있다.

- 인쇄 기계 : gravure, Off-Set, Flexo, Business Form, Screen 등
- 종이가공기계 : Coater, Laminater, Slitter, Cutter, 제대기, Emboss, 골판지, 초지기
- 플라스틱 가공기, 포장 기계 : 압출 성형기, 제대 충전기
- 섬유 기계 : 먼사기, 직기, 어망기, 나염 염색

기, 검반기

- 금속가공 공작기계 : 압연기, 와이어 포밍기, 방전 가공기 권선기, 연선기

- 기타 : 건조라인, 열처리 라인, 시험기, 도금 라인

2. 장력 제어 정의

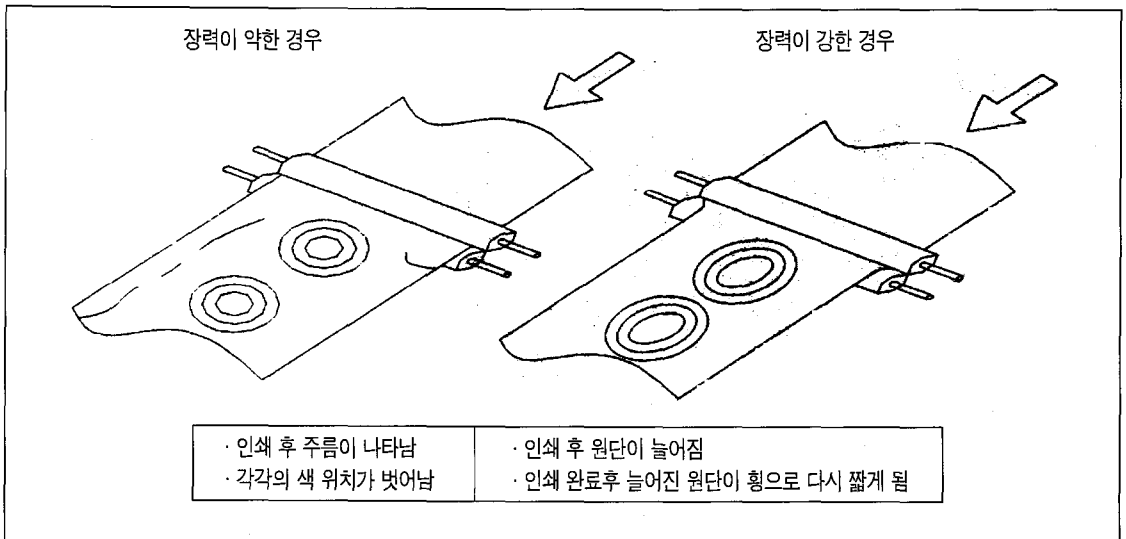
각종 Roll의 가공 공정(예, 인쇄기)에 있어 재료의 신축되는 힘의 상태를 제어하는 것이다.

다음과 같이 장력의 특징으로 약할 때와 강할 때의 경우와 장력과 토크의 관계를 나타낼 수 있다.

2-1. 장력 제어 특징(인쇄 기준)

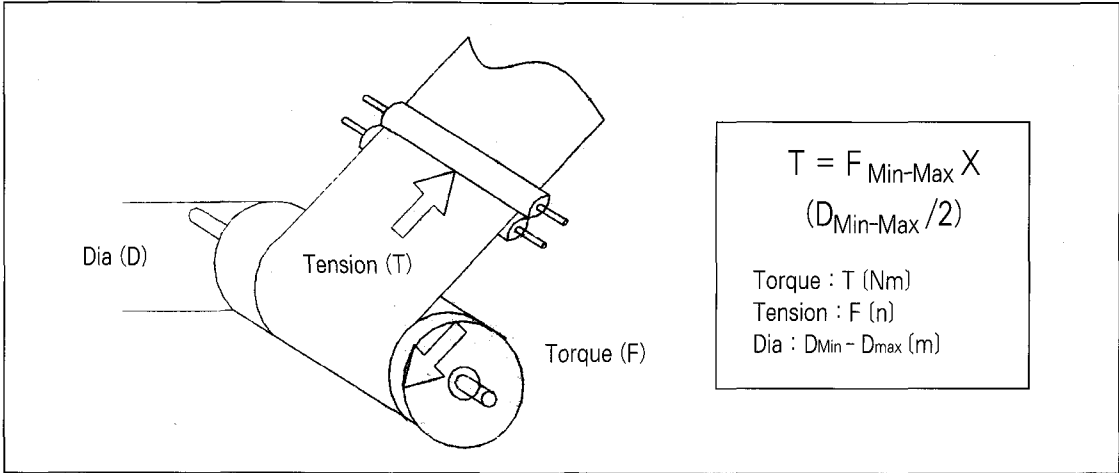
인쇄를 기준으로 장력 제어의 특징을 [그림 1]에 나타냈다.

[그림 1] 장력 제어 특징(인쇄 기준)





[그림 2] 장력(Tension)과 토크(Torque) 관계



2-2. 장력과 토크(Torque) 관계

Roll 상의 권축에 있어 제동 토크(또는 권취 토크)는 권경의 장력과 반경의 곱으로 나타낸다[그림 2].

따라서 권경의 변화에 따라 토크를 제어하면 필요한 장력을 얻을 수 있다.

그 외에 기계의 시동, 정지시에 관성에 따라 힘(또는 장력)의 변동을 억제할 필요가 있는 장소에서 토크 제어를 사용한다.

2-3. 토크와 전류 및 Slip 회전수 관계

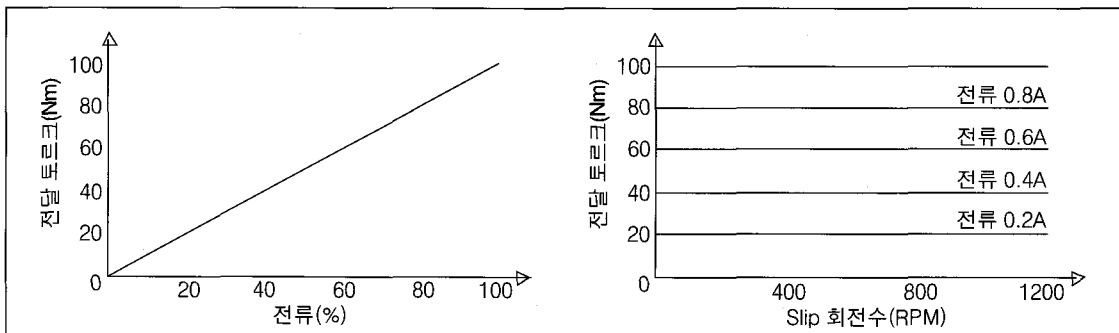
토크와 전류의 관계는 거의 비례한다. 즉, 전류의 증가에 따라 토크도 같이 증가하는 특성이 있다.

다음은 [표 1]에 그 특성을 나타냈다.

또, 입출력 회전수와 Slip 회전수의 변화에 관계없이 전달 토크는 거의 일정하다.

그 관계는 속도(Speed:(m/Min)) = π × Dia(m) × N(rpm)으로 Slip 회전수를 정의할

[표 1] 전달 토크와 전류 및 회전수 관계



$$N = V / \pi \times D_{\text{Min-Max}}$$

회전수 : N (rpm)
 Speed : V (m/Min)
 Dia : D_{Min} - D_{max} (m)

$$P_{\text{Max}} = 0.0167 \times F \times V$$

Power : P (W)
 Tension : F (N)
 Speed : V (m/Min)

수 있으며 구동 제품의 정격 허용치 이하로 사용해야 한다.

부하에 대한 수명에 관계가 있는 발열량인 공율 $P[W]=0.0167 \times \text{Tension } (F:[Nm]) \times \text{Speed } (V:[m/Min])$ 로 구동 제품의 정격 허용치 이하로 사용해야 한다.

제품의 정격 Slip 공율에서 사용하면 파우더 브레이크의 파우더 수명은 약 5000~8000시간이다.

3. 장력 제어 시스템 구성품

장력 제어 시스템에는 감지부, 제어부, 구동부로 크게 세부분으로 나눌 수가 있으며, 용도와 환경에 따라 다양한 방법으로 사용하고 있다.

3-1. 감지부 (Sensor Parts)

감지부는 주변 환경 및 재료의 검출 정도에 따라 다양하게 사용되고 있으며, 제어부와 조합하

여 사용한다.

보통 높은 정도를 요구할때는 미편위 차동 트랜스, Potentio Meter, Load Cell, Pulse Generator를 사용하고, 일반적인 정도는 근접 스위치, Potentio Meter를 사용한다.

3-2. 제어부 (Control Parts)

제어부는 수동식, 반자동식, 자동식으로 구분할 수 있다.

수동식은 구동부에 전압 또는 전류를 사람이 제어하는 가장 가격이 저렴하고 쉽게 쓸 수 있는 방법이다.

반자동식은 Open Loop Control 방식으로 권경과 두께를 제어부에서 설정하면, 진행되는 Sheet에 접촉하지 않고 연산하여 제어 출력을 내보내는 방식이다.

자동식은 Closed Loop Control 방식으로 진행되는 Sheet에 감지할 센서를 접촉하고 PID연산하여 제어 출력을 내보내는 방식이다.

3-3. 구동부 (Actuator parts)

구동부는 기계의 사양과 Sheet의 사양에 따라 다양하게 사용할 수가 있다.

일반적으로 제어할 토크가 적고, 가격이 저렴한 소용량에는 히스테리시스 브레이크/클러치(Hysteresis Brake/Clutch), 소/중 용량에는 파우더 브레이크/클러치, 중/대 용량에는 에어 브레이크/클러치(Air Brake/Clutch)를 사용한다.

구동에 대해서는 이후 뒷부분에서 자세한 설명을 하도록 하겠다.

고정도를 요구할 경우에는 AC/DC Servo



Motor를 사용하며, 특수 용도로 권취용 Torque Motor도 있다.

4. 장력 제어 시스템

장력 제어 시스템의 가장 기본적인 파우더 브레이크와 클러치를 사용한 예를 들어가면서 권출(Unwinder), 급지(In-Feed / Out-Feed), 권취(Rewinder)에 대하여 소개하면 다음과 같다.

- 급지 (Feeder)

Main Motor에서 급지(Feeder) Roll을 구동하여 원단을 좌에서 우로 이동시키며, 이모터의 속도에 따라 기계 속도(Line Speed)가 결정되지만, 장력에는 관계가 없다.

단, 장력이 크면 Motor의 출력 용량도 크게 된다.

따라서 급지 롤(Feed Roll)은 원단 주행을 위한 목적으로 일반적으로 가변속 모터를 사용하여

일정한 속도로 운전된다.

급지 롤은 [그림 3]과 같이 고무 롤러에 눌러주는 방식과 가이드 롤러를 사용하여 원단 각을 크게 하는 방식도 있다.

급지 롤러의 호칭은 산업 기계의 적용에 따라 Nip Roll, Pitch Roll이라고도 하지만, 이와 반대로 구동은 하지 않고 원단 주행시의 사행(횡진동) 방지와 방향을 전환시키는 롤러를 Guide Roll, Free Roll, 종동(從動) Roll이라고 부른다.

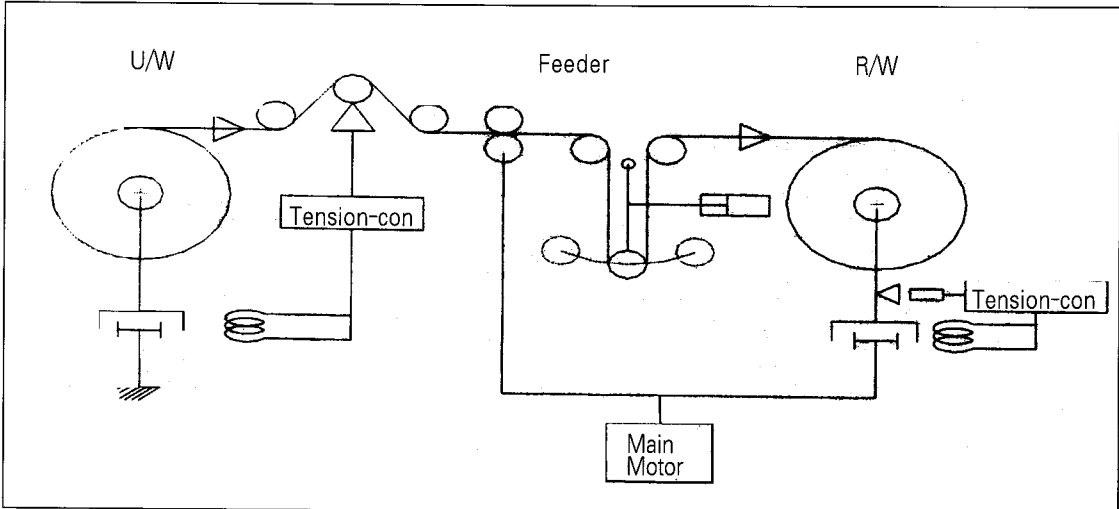
- 권출 (Unwinder)

권출 장력은 권출 축에서 설계한 파우더 브레이크의 제동 토크에 따라 결정된다. 일정 장력을 유지하기 위해서는 권경의 감소에 따라 제동 토크의 감소가 필요하다.

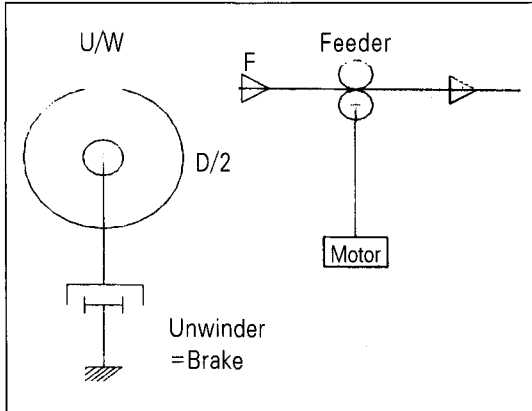
- 권취 (Rewinder)

권취 속도는 항상 기계 속도(Line Speed)보다 빨리 감도록 하기 위하여 파우더 클러치의 최대

[그림 3] 급지롤



[그림 4] 1축 권출 기본시스템



입력 회전수가 기계 설계 시 결정되어 있다.

그러나 기계 속도는 급지 롤(Feed Roll)에서 결정하기 때문에 클러치의 미끄럼(Slip)이 발생한다. 따라서 권취 장력은 권취 축에서 설계한 전달 토크에 따라 결정된다.

일정 장력을 유지하기 위해 권경에 따라 출력 회전수는 저하하고, 클러치의 마찰(Slip) 회전수가 증가한다.

4-1. 권출(Unwinder) 장력 제어 시스템

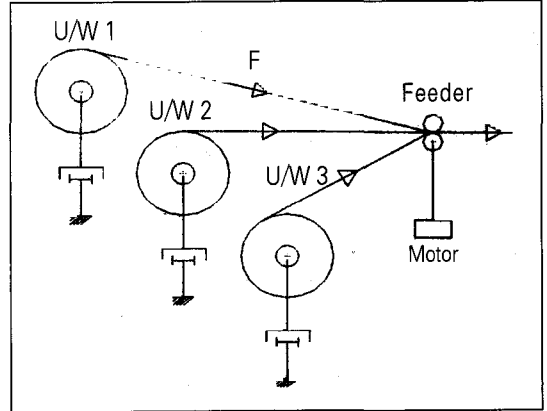
4-1-1. 1축 권출 기본 시스템

전술한 기본 공식인 $T = F \times D/2$ (Nm)에서 권경의 감소에 따라 제동 토크를 감소하면 일정 장력을 얻을 수 있다(그림 4).

4-1-2. 동시 다축 권출 시스템

Single Cutter 또는 Laminater M/C에서 다수의 권출(Unwinder)이 사용된다. 전체의 장력 제어가 필요할 때는 각 브레이크 토크의 균일성이 요구된다. 원단의 두께와 폭, 강도에 따라

[그림 5] 동시 다축권출 시스템



설정 장력은 변경되며 권경도 시시각각 변화하여 브레이크는 큰 토크의 조정이 가능해야 한다(그림 5).

4-1-3. 강제 구동 권출 시스템

다음과 같은 경우 권출 축을 모터로 구동하여 적극적으로 권출을 시킬 수가 있다.

① 권출 축이 무겁고, 초기 Start 조작등의 수작업을 쉽게하고 싶을 경우

② Auto Splice Unit에서 현재 사용중의 권출 축 속도와 동시에 되도록 준비 축의 주행 속도를 제어하고 싶은 경우. : Pre Drive

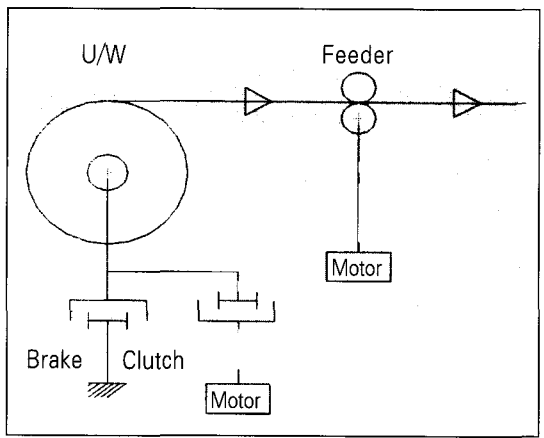
③ 원단 권출 장력에 비하여 권출 축의 Mechaloss로 장력이 큰 경우

④ 시동시에 권출 축 관성에 따른 가속 장력이 큰 경우 즉, Mechaloss의 보정과 관성 보상을 하고 싶은 경우 강제 권출이 필요하다.

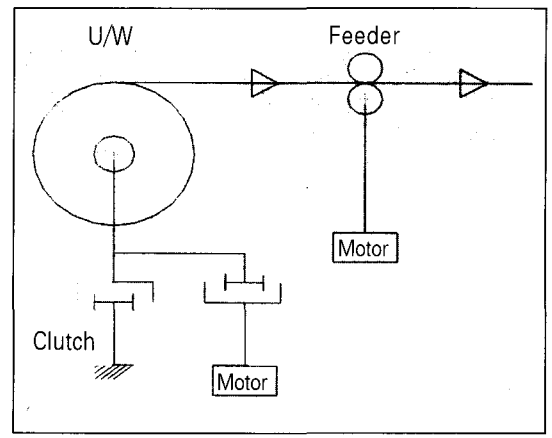
- 위와 같은 경우에는 Web Dancer System을 사용하여 토크 제어보다는 속도 제어 방식의 장력 제어가 쉽게 된다(그림 6).



(그림 6) 강제 구동 권출시스템



(그림 7) 역전 구동 권출 시스템



4-1-4. 역전 구동 권출 시스템

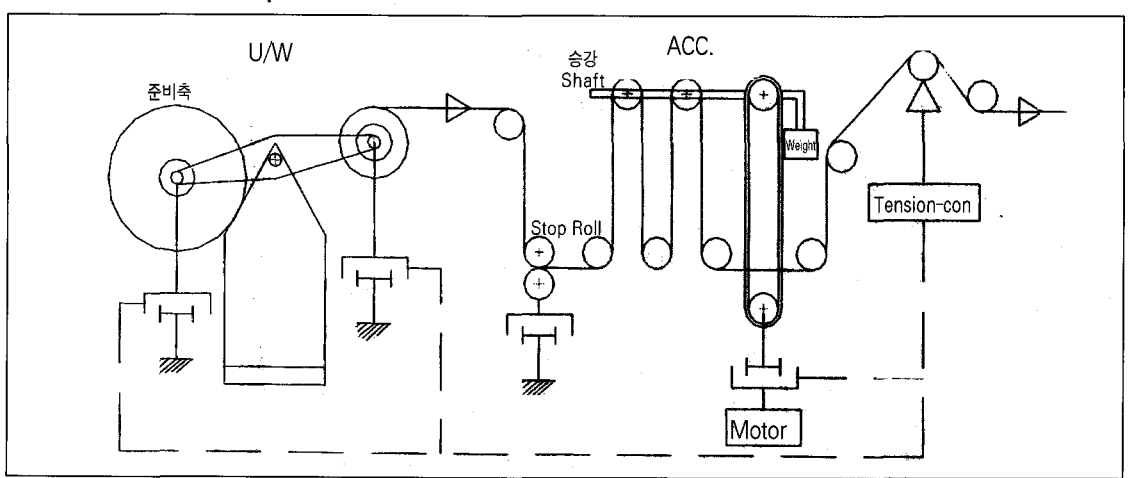
다음과 같은 경우 권출을 정역전 구동하기 위하여 모터를 필요로 한다(그림 7).

- ① 권반기에서 한 권축에서 원단을 정역, 권취, 권출을 할 경우. 권취에서는 모터를 운전하고, 권출에서는 모터를 정지시켜 둔다.
- ② 인반적인 권출의 경우에도 권축 정지시의

이완(Slack)을 방지하기 위하여 저속 역전 구동을 줄 수도 있다.

- ③ 파우더 브레이크에서는 미끄럼(Slip) 회전수가 작으면(저속 회전수) 운전과 토크 상승에 시간이 걸리므로 약, 15RPM 정도의 역전 구동을 줄 수가 있다.
- 그러나 공 회전시와 기계가 정지할 때는 정격

(그림 8) 권출 정지중의 Splicer



의 약 5% 이상의 여자 전류를 주어 이것에 따라 저속 회전수에도 운전할 수 있으므로 역전 구동의 필요는 없다.

4-1-5. Auto Splicer System

1) 권출 정지 중의 Splicer(그림 8)

① 두께가 두꺼운 원단(종이 등) 또는 연신이 있는 필름을 자동으로 축 전환을 할 경우에 사용한다.

② TURRET ARM 상에서 2-3축의 권출 축을 설계하여 다음의 순서로 SPLICE한다.

③ ARM을 선회하여 권출 원단의 아래 면까지 준비 축을 이동시킨다.

④ ACC의 STOP ROLL에 브레이크를 걸어 권출을 정지한다.

그후 ACC의 승강 ROLL이 하강하고, 급지를 계속한다. 이때, 승강 ROLL 상승용 클러치의 토르크를 제어하여 일정 장력을 유지한다.

⑤ 선회 ARM 정지시에 신/구 권출 원단을 접착하고, 구축 원단 절단 후 STOP ROLL의 브레

이크를 해제하여 승강 ROLL을 상승시킨다.

이것이 끝나면 권출 브레이크를 제어하여 소정의 장력을 유지한다.

2) 권출 동작 중의 Splicer

① 일반적인 필름 절단시 사용하는 방법으로 이 경우 ACC는 필요없지만, 주행중의 원단 속도와 준비 축의 주행 속도가 일치하도록 준비 축을 구동할 PREDRIVE MOTOR가 필요하다.

② 주행 속도를 일치시켜 접착 ROLL을 압착하여 구축 원단을 절단한다.

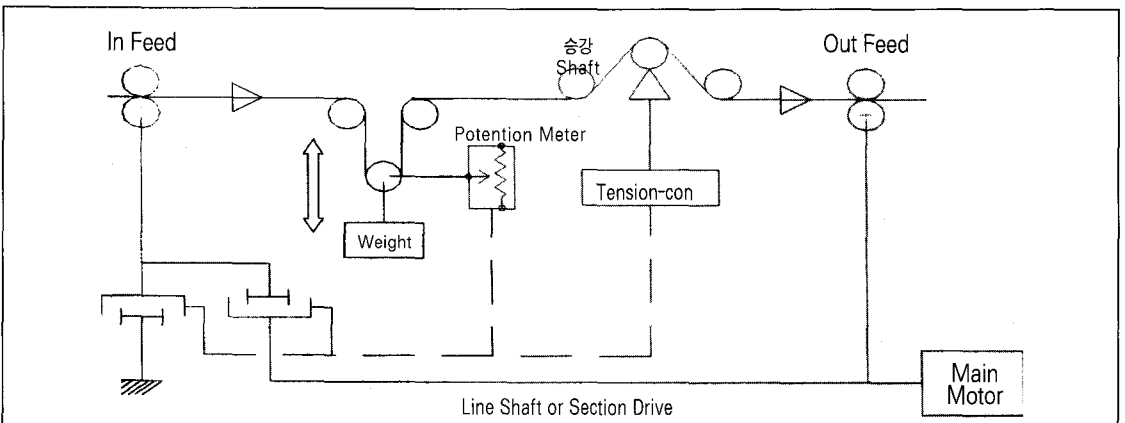
③ 권출용 브레이크, PREDRIVE SYSTEM 등은 선회 ARM에 부착하여 설계한 경우와 정지 대차상에 설계한 경우가 있다.

④ 선회 ARM상에 설계한 시스템은 간단하지만 SLIP RING을 이용하여 급전하고, 냉각수 등은 ROTARY JOINT가 필요하다.

4-2. 급지(Feeder) 장력 제어 시스템

급지부(Feeder)는 원단의 일정 속도 및 장력을 유지하여 가공 처리를 하고, 균일하고 안정

(그림 9) Direct Control 방식





된 제품을 얻기 위해 사용되는 아주 중요한 기구이다.

4-2-1. In-Out Feed Control System

1) Direct Control 방식(그림 9)

① Infeed Roll 축에 클러치 브레이크를 부착하여 토크의 정역 제어를 한다.

② 이것으로 권출부의 장력과 급지부의 자력을 독립적으로 설정한다.

③ 예를들면, In Feed에 브레이크가 동작하면 권출 장력 < 급지 장력이 크게 되고, 클러치가 동작하면 권출 장력 > 급지 장력이 작게된다.

④ 권출부와 In Feed간의 거리가 긴 생산 라인의 장력 보정을 할 수 있다.

4-2-2. Dancer Roll Control 방식

① 권출부의 급격한 장력 변동을 흡수하기 위하여 Dancer Roll을 사용할 수가 있다.

② 이경우 Dancer Roll 좌우 위치 변동을 Potention Meter로 검출하고, 이 위치가 거의 일정하도록 Infeed Roll을 제어한다.

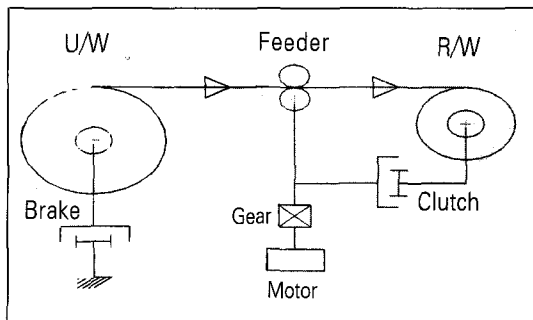
③ 원단의 장력은 Dancer Roll의 중량에 따라 결정되고, 장력 검출기는 단순히 측정 표시용으로 사용한다.

④ Dancer Weight 대신에 원단에 급격한 장력 변화에 일정한 토크를 유지하기 위하여 Bellofram Air Cylinder를 사용할 수도 있다.

⑤ Infeed와 Out Feed를 개별 모터로 구동할 경우, 클로치 브레이크 대신에 Motor를 사용한다.

⑥ Danser Roll Control 방식은 전위차계를 사용한 속도 제어(Speed Control)에 근거한 장력 제어방식이다.

(그림 10) 소용량 권취 시스템



4-3. 권취(Rewinder) 장력 제어 시스템

4-3-1. 소용량 권취 시스템(그림 10)

① 소용량 권취 시스템은 보통 0.5-1KW 이내로 한정한다.

② 원단(Sheet)의 권취 속도는 Feed Roll 회전수에 따라 일정하게 유지된다.

③ 권취 경의 증가에 따라 클러치 토크를 증가시켜 일정한 장력을 얻는다.

④ 클러치의 입력 회전수는 일정하지만 출력 회전수는 권경에 따라 감소하여, 그 미끄럼 회전수(Slip RPM:입력 회전수의 차)는 증가한다.

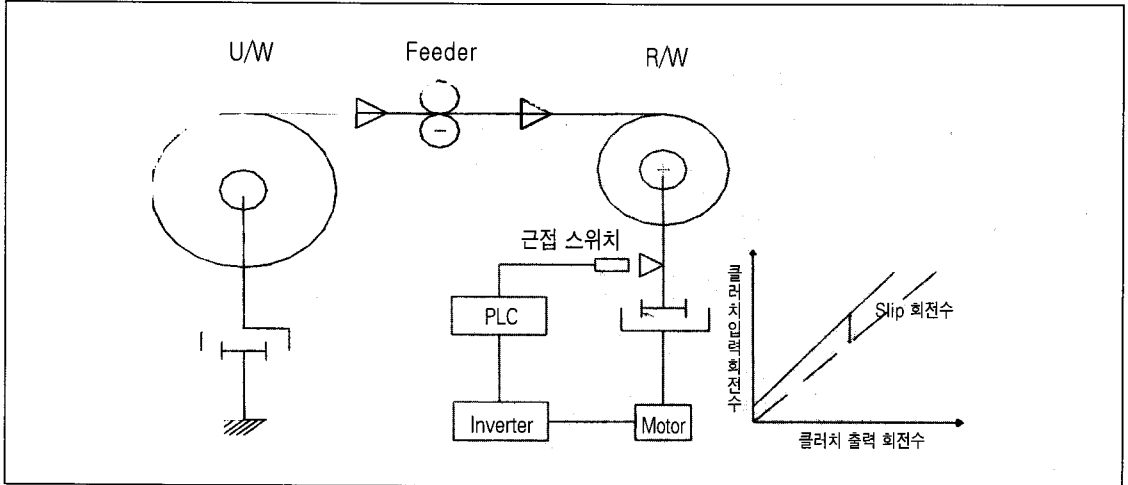
⑤ 클러치의 입출력 축은 부하 토크의 선정에 따라 Gear나 Pulley등의 감속 기구를 설치한다.

⑥ 클러치와 브레이크의 발열(Slip 공율)은 Slip 회전수와 전달 토크의 곱에 비례한다.

⑦ 권출(브레이크)에서 토크가 큰 경우(권경이 큰 경우)는 Slip 회전수가 작다. 그리고 토크가 작은 경우(권경이 작은 경우)는 Slip 회전수가 크게되므로 항상 일정한 발열량이 된다.

⑧ 권취(클러치)에서 토크가 큰 경우 Slip 회전수도 크게되므로 열적으로 불리한 현상이 나타난다. 모터에 대해서도 큰 용량의 모델이 필요하다.

[그림 11] 중용량 권취 시스템



⑨ 권출의 공율(P)는 $0,164 \times \text{Line Speed} [\text{m/Min}] \times \text{Tension} [\text{Kgf}] [\text{W}]$ 이다.

4-3-2. 중용량 권취 시스템(그림 11)

① 중용량 권취 시스템은 보통 2-5KW 이내로 한정한다.

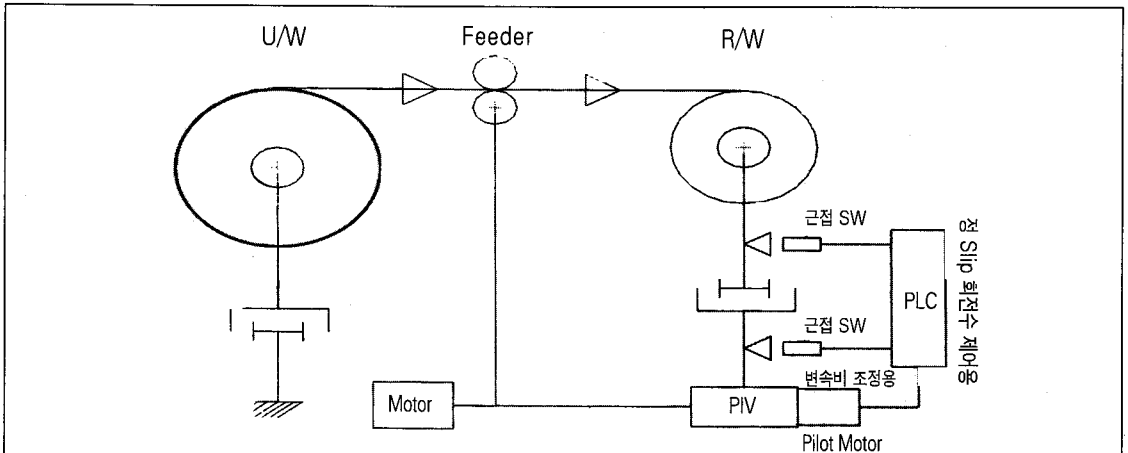
② 클러치 출력 회전수를(권취 회전수) 근접

스위치로 검출하고, 범용 PLC를 사용하여 Inverter에 속도 지령을 준다. .

③ 이로서 클러치 Slip 회전수는 거의 일정하게 유지하고, 그 발열을 억제한다.

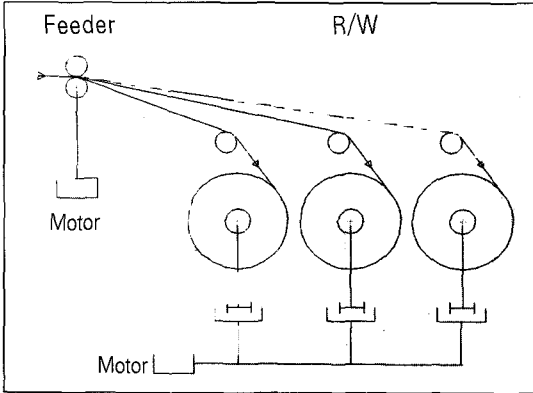
④ 권취 모터의 속도 제어 정도는 열악하지만 최대 회전수는 최소 권취경에 비하여 고정도가 필요하다. 그리고 최대 출력 토크는 최대 권취

[그림 12] 대용량 권취 시스템





[그림 13] 동시 다축 권취 시스템



경에 비하여 높은 토크가 필요하다. 따라서 모터의 용량은 권취축 권비(최대경/최소경 비율)에 따라 크게 변화한다.

4-3-3. 대용량 권취 시스템[그림 12]

- ① 권취 경에 따라 PIV의 변속비가 크게되므로 Feed Motor의 용량이 권비에 영향을 주어 소형 모터를 사용할 수가 있다.
- ② 클러치 Slip 회전수도 항상 작게되므로 클러

치 발열이 적게되고 에너지 효율 면에서도 큰 효과를 얻을 수 있다.

4-3-4. 동시 다축 권취 시스템[그림 13]

분단기(Slitter) 또는 Seperator(적층 Sheet를 분리하는 권취기계)에서 복수의 권취 축에 클러치를 사용하여 한대의 권취 모터에서 구동할 수가 있다.

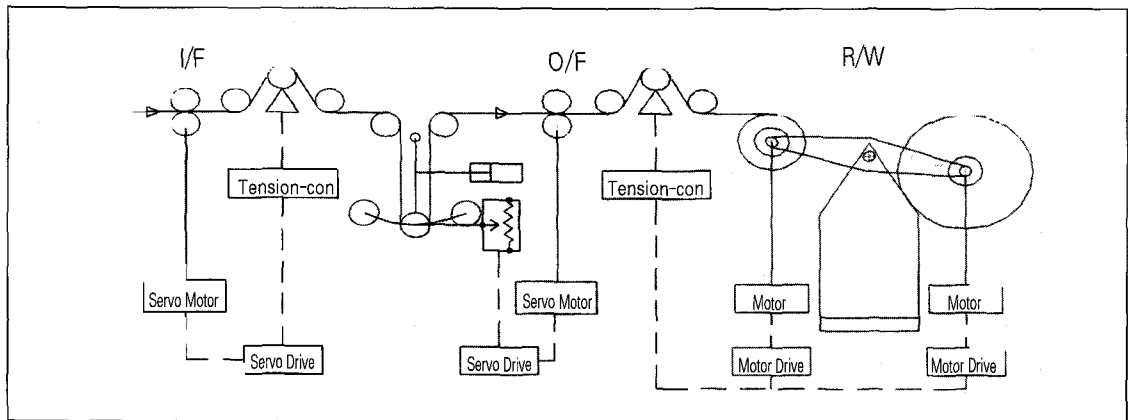
4-3-5. 선택 다축 권취 시스템

Auto Splicer 권취를 할 경우 주행 속도를 일치하기 위하여 Pre Drive 제어가 필요하다.

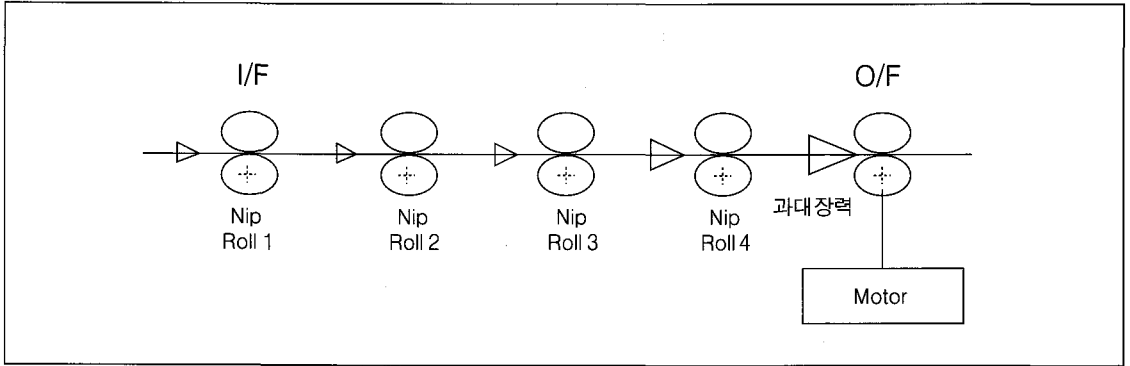
[그림 14]는 연속 권취 방식에서 Dancer Roll 식 Out Feed 제어를 사용한 선택 2축 권취 시스템을 나타내고 있다.

[그림 14]는 모터로 직접 권취하는 시스템이다. 모터는 DC Motor 또는 Servo Motor를 사용하여 토크 제어를 한다. 이때의 주의사항은 권비(최대경/최소경 비율)에 따라 모터의 용량이 크게 변화한다.

[그림 14] 선택 다축 권취 시스템



[그림 15] Draw 제어 시스템(1)



모터의 출력 토크는 클러치에 비해 아주 작기 때문에 원하는 권취 토크를 얻기 위해서는 감속비를 필요로 한다.

그러나 감속비를 크게하면 감속기의 효율 변동에 따른 장력 변동이 크게되고, 토크 제어에 따른 장력 제어가 곤란하게 된다. 그러므로 모터의 권취는 비교적 장력이 적고, 속도가 큰 권취에 적합하다. 또 다른 연동 방법으로 구동하는 Feed Roll 축에 속도 검출기(Tacho Generator)를 사용하여 회전수가 일정하도록 권취 축 속도를 제어한다. 이 경우 권취 장력과 권출 장력은 똑같은 값으로 다른 수치로 설정할 수가 있다. 권취 경의

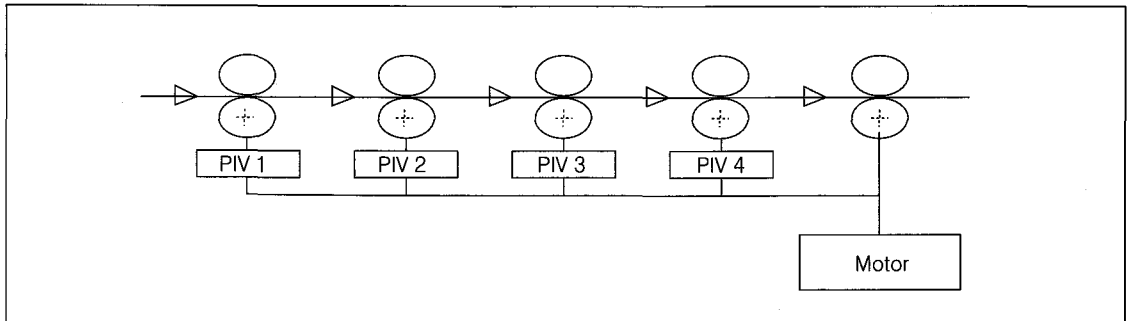
변화에 따라 모터 회전 속도를 변경할 필요가 없다는 장점이 있다.

4-3-6. Draw 제어 시스템

아래와 같이 주행 Sheet에 따라 다수의 Nip Roll을 구동할 경우 Nip Roll등의 Mechloss 영향으로 입력 부분에서 주어진 만큼의 장력보다 커지게 된다.

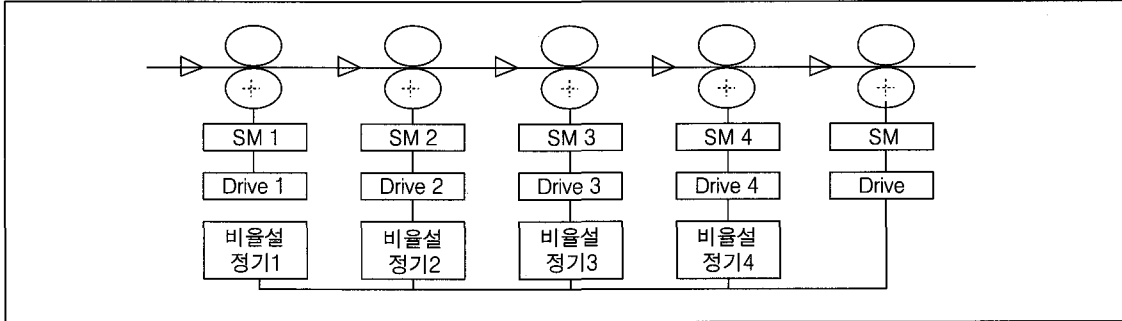
이것을 방지하기 위하여 각 Nip Roll을 구동할 경우 Sheet의 신축에 따라 속도 제어가 필요하다. [그림 16]상기와 같이 전단 Roll보다 후단 Roll을 조금씩 고속 구동하도록 미조정용 무단

[그림 16] Draw 제어 시스템(2)





(그림 17) Draw 제어 시스템(3)



변속기를 사용하면 Sheet의 신장율에 따른 장력이 안정된 운전을 한다.

(그림 17)과 같이 각 Roll을 Servo Motor에서 구동하고, 비율설정기에 따라 전단 Motor보다 후단 Motor를 조금씩 고속으로 구동할 수 있다.

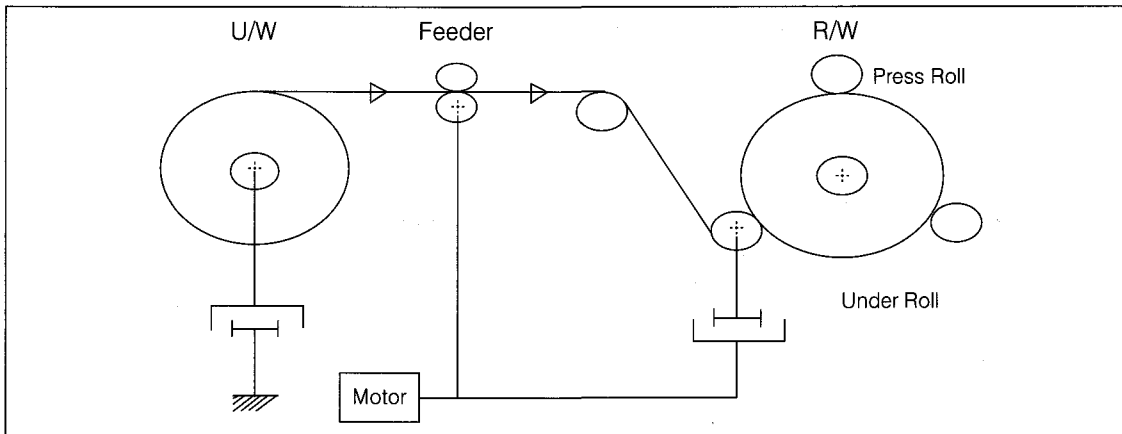
신장율은 대략 0.1 ~ 5%이다. 이와 같이 후단 Roll을 순차 고속 주행하는 방식을 전기적으로는 Draw Control이라 하고, 기계 제조 회사에서는 Section Drive라고 한다. 특히 원단(Sheet)의 운전 장력은 원단의 신장율 특성에 따라 결정된다.

또, 원단(Sheet)의 장력은 원단의 신장율 특성에 따라 결정되지만 신장율이 극히 적은 원단에서는 비율설정기의 설정에 곤란이 있다. 이때에는 각 Nip Roll에 Torque Limit의 기능을 추가하여 과대 장력을 방지할 수 있다.

4-3-7. Surface Winder 권취 시스템

권취 축의 표면을 Press Roll에서 Under Roll을 누르고 있다. Under Roll의 구동 토크를 클러치로 제어하여 정 장력을 얻는다. 이 경우 구동

(그림 18) Surface Winder 권취 시스템



모터의 용량이 권비에 따라 변화하고 클러치의 Slip 손실도 적게되는 장점이 있다(그림 18).

5. 장력(Tension) 적용 제품

장력(Tension)을 사용하는 제품의 대표적인 사용 예를 서술한다면, 다음과 같다.

- 종이: 신문, 잡지, 사전, 지도, FAX 용지, 제

도 용지, 증권, 엽서, 전철 승차권, POS 전표, 프린터 용지, MRC Card.

- Plastic Sheet, Film: Film, Magnetic Tape, Condenser, Tape, 약품, 식품 포장, Label, 농업 용 비닐, 치약 튜브, LCD Display.

- 알루미늄 박, 라미네이트 용품: Condenser, 약품, 식품 포장, Label, 케이블 피복, 담배 포장

- 동박, 금속박, 전선: PCB, 접점, 전극 재료,

[표 2] Actuator 특성 비교

항목	기종	Powder		Hysteresis		Air		Torque Motor	DC Motor	AC servo Motor	
		Brake	Clutch	Brake	Clutch	Brake	Clutch				
Torque 특성과 관련된 항목	직선성	○	○	○	○	○	○	×	◎	◎	
	재현성	○	○	◎	◎	△	△	△	◎	◎	
	안정성	○	○	◎	◎	△	△	△	◎	◎	
	응답성	△	△	△	△	△	△	△	○	◎	
	정역사용	△	△	△	△	×	×	○	◎	◎	
	사용범위	3-100%	3-100%	5-100%	5-100%	5-100%	5-100%	10-100%	1-100%	1-100%	
	수명	○	○	◎	◎	△	△	◎	○	◎	
회전수범위		Powder				Lining			Blush		
	회전수범위	◎	◎	◎	◎	○	○	○	○	○	
	용량범위	소/중/대	소/중/대	소/중	소/중	대	대	소/중	중/대	소/중	
외관 및 외형	외형	편평면	→	→	→	→	→	×	×	×	
		원통	→	→	→	→	×	×	→	→	
	방폭	◎	◎	×	×	◎	◎	○	○	○	
	종합	관통	→	→	→	→	→	→	×	×	×
		Shaft	→	→	×	×	×	×	→	→	→
	취부	Flange	→	→	→	→	→	→	×	→	→
		×	×	×	×	×	×	×	탁상	탁상	×
중량	○	○	△	△	◎	◎	○	△	△		
냉각	자, 공, 수, HP	자, 공, 수	자냉	자냉	자냉, 수냉	자냉, 수냉	공냉	공냉	자냉		
기구	입력동력		외부		외부		외부				
	Turret	◎	◎	◎	◎	◎	◎	△	○	×	
	중간축	○	○	○	○	×	×	×	○	○	
설치비용	◎ 냉각수	○ 냉각수	○	○	◎ 에어	○ 에어	○	△	△		
운전비용	◎	△	○	△	△ Lining	○ Lining	△	◎	◎		



[표 3] Acturater 선정상 확인 사항

기계 명	납 기		수 량	
	U/W 축	R/W 축	I/F 축	O/F 축
1. 제어 부분 (축수)	U/W 축	R/W 축	I/F 축	O/F 축
2. 권축 사양 (Dia)	Dmax	(ϕ)	(ϕ) Kg	
	Dmin	(ϕ)	Kg	
3. Line Speed (V)	Vmax	(m/Min)	Vmin	(m/Min)
4. 운전 장력 (F)	Fmax	(N)	Fmin	(N)
	▶ In/Out Feed인 경우 전단과 후단의 장력도 필요함.			
5. 운전 주기 (1 Cycle)	작업 시간	(Min)	휴지 시간	(Min)
6. 원단 재료	종류:		폭: (mm)	두께: (um)
7. 시동/정지 시간				
8. 주변 조건	온도: $^{\circ}\text{C}$	습도: %	진동: G	방폭:
9. 제어 내용	수동	반자동	전자동	기타
10. 자동 제어 방법	권경 검출	Dancer Roll	미편위 검출	
11. 제어 종류	정장력	Taper 울	최소:	최대:
12. Turret	유		무	
13. 권경 검출기	필요	불필요	(외부 Taper Tension용)	
▶ ①②③④⑨⑩은 필히 확인할 사항입니다				

IC Bonding Wire, Reed Frame, Connector 단자, 전선, 피아노 선, Tire Code
 - 섬유, 기타: 광 파이버, 부직포, 유리 섬유, 고무 호스, 타이어, 튜브, 알루미늄 캔, 낚시줄.

6. Tension 특징

6-1. Acturater 특성 비교

[표 2] 참조.

6-2. Acturater 선정상 확인 사항

[표 3] 참조.

6-3. 원단에 따른 Tension Data

[표 4] 참조.

주어진 원단(Sheet)의 장력(Tension)을 결정하는 것은 가장 어려운 일중의 하나이므로, 여기 참고할 수 있는 기준표를 [표 4]에 제시했다.

이 표는 장력 관련 제품을 판매하는 업체마다 약간씩의 차이는 있지만 제품의 기준을 찾을 수 있는 일반적 자료로 사용하여도 가능하다고 생각된다.

II. 맺음말

장력 제어 시스템은 어떠한 목적, 방법, 제어, 구동, 가격에 따라 다양하고 단순 복잡한 시스템을 가질 수 있다.

그러나 장력 제어의 제일 목적은 제품(Sheet, Web)의 가공을 일정하고, 균일하게 하기

[표 4] 원단(Sheet, Web)에 따른 Tension Data

Material	Thickness		Tension ▶ ①	
	(μm)	(mm)	(Kgf/cm)	(N/cm)
Foil	12.7	0.0127	0.09	0.9
	25.4	0.0254	0.18	1.8
	50.8	0.0508	0.36	3.6
Polyester Film	12.7	0.0127	0.045	0.45
	25.4	0.0254	0.135	1.35
	50.8	0.0508	0.270	2.70
Polyethylene 또는 Vinyl Film	12.7	0.0127	0.0225	0.225
	25.4	0.0254	0.045	0.45
	50.8	0.0508	0.090	0.90
Acetate	12.7	0.0127	0.045	0.45
	25.4	0.0254	0.09	0.90
	50.8	0.0508	0.18	1.80
Polystyrene	12.7	0.0127	0.09	0.9
	25.4	0.0254	0.18	1.8
	50.8	0.0508	0.36	3.6
Cellophane	25.4	0.0254	0.09	0.9
얇은 Wax Paper	25.4-50.8	0.0254-0.0508	0.18-0.36	1.8-3.6
신문 용지	50.8-76.2	0.0508-0.0762	0.045-0.135	0.45-1.35
Kraft 용지	12.7-25.4	0.127-0.254	0.27-0.72	2.7-7.2
종이 ▶ ②				
15 Pound(6.8Kgf)	25.4-50.8	0.0254-0.0508	0.09	0.90
20 Pound(9.1Kgf)	50.8-76.2	0.0508-0.0762	0.135	1.35
30 Pound(13.6Kgf)	76.2-102	0.0762-0.102	0.18	1.80
40 Pound(18.1Kgf)	102-127	0.102-0.127	0.27	2.70
60 Pound(27.2Kgf)	127-178	0.127-0.178	0.45-0.72	4.5-7.2
100 Pound(45.4Kgf)	178-254	0.178-0.254	0.54-0.90	5.4-9.0
Board Paper	0.105 (kg/m ²)	105 (g/m ²)	0.54	5.4
	0.157 (kg/m ²)	157 (g/m ²)	0.72	7.2
	0.196 (kg/m ²)	196 (g/m ²)	0.90	9.0



[표 4] 원단(Sheet, Web)에 따른 Tension Data

Material	Thickness		Tension ▶ ①	
	(um)	(mm)	(Kgf/cm)	(N/cm)
구리 선 ▶ ③ 15,000(psi) = 103,400(kPa) 운전중인 AI 선일 경우 이 수치보다 1/2또는 1/3로 적용하면 됩니다.	1270 (um)	1.27 (mm)	13.6 (Kgf)	130 (N)
	813 (um)	0.813 (mm)	5.5 (Kgf)	55 (N)
	508 (um)	0.508 (mm)	2.0 (Kgf)	20 (N)
	305 (um)	0.305 (mm)	0.8 (Kgf)	8 (N)
	254 (um)	0.254 (mm)	0.5 (Kgf)	5 (N)
	152 (um)	0.152 (mm)	0.23 (Kgf)	2.3 (N)
	127 (um)	0.127 (mm)	0.11 (Kgf)	1.1 (N)
76 (um)	0.076 (mm)	0.05 (Kgf)	0.5 (N)	

▶ ① 힘의 세기를 국제 단위계인 SI 단위로 환산하면 1 (Kgf) ≃ 9.8 (N)이 됩니다.
 또, 원단(Material)의 두께에 따른 힘 × 원단(Sheet)의 폭을 길이 단위인 (cm)로 환산하여 나타낸 수치입니다.

▶ ② 종이의 장력(Tension) 계산을 위하여 3000 ft² (280 m²)의 넓이를 6 ft² (0.56 m²)로 500장을 만든 다음 측정된 무게입니다.

▶ ③ 미국식 압력의 단위로 평방 인치당 받는 힘의 세기를 국제 단위계인 SI 단위로 환산하면 1 (psi) = 6.895 (kPa)이 된다.

위한 것이 목적이므로 이에 부응하는 시스템을 적용하는 것이 최선이라고 생각한다.

기본적으로 많은 분들이 알고 있는 시스템이지만 필자가 18년전 처음 연포장 가공이라는 업종에 들어왔을 때 장력(Tension)이라는 말이 제일 생소하고 어려웠다.

제품 및 기계에 대한 도면 및 자료는 있으나 시스템에 대한 자료는 전무하다시피하여 항상 부족했던 부분으로 생각되었다.

다시 컨버팅에 관련된 아이টে뎀을 복습을 한다는 의미에서 본 내용을 서술하게 되었다. 내용이 약간 미흡하더라도 본 Data는 초안이라는 점에서 양해를 부탁하고, 이 내용이 기초가 되어 충분한 자료가 될 수 있도록 여러분의 많은 지도와 편

달을 부탁하는 바이다.

한가지 아이টে뎀을 성공시키기 위해서는 자본과 기술, 설비가 필요하다. 그러나 이들보다 더 중요한 것은 그 아이টে뎀에 대한 확신과 정열 그리고 철학이다. 잠시 외도한 업종인 머신 비전에 대한 아이টে뎀이 완료되었고, 포장 산업의 기술도 개발의 속도가 빨라지고 있다. 급진전하는 기술 개발을 따라갈 것이 아니라 이에 맞서서 앞서 기다리려는 사람이 되도록 노력할 것이다. ☐

광고문의
(02)835-9041
 E-mail : kopac@chollian.net