

공압식 포장결속용 Tensioner 측정시스템 개발

Development of Measurement System for Pneumatic Packing Tensioner

*김철민¹, #김성렬¹, 김형재¹, 박범영¹, 하경남¹

*C. M. Kim¹, #S. R. Kim(sungrkim@kitech.re.kr)¹, H. J. Kim¹, B. Y. Park¹, K. N. Ha¹

¹ 한국생산기술연구원

Key words :Pneumatic Tensioner, Measurement system, vane type air motor

1. 서론

포장결속용 공압식 Tensioner는 둥글거나 불규칙한 모양의 포장물 뿐 아니라 Tubes, Wire, Coils, 각종 꾸러미 결속에 많이 사용되는 portable 결속기로서, 주로 중,대형 포장물에 공압식 Tensioner와 Sealer가 함께 사용 되고 있다. 일반적으로는 수동식 결속기를 사용하나 사용자의 수동 힘에 의존하여 사용하므로 작업에 어려움이 많고, 또한 밴드를 잡아당기는 인장력의 부족으로 인해 사용자로부터 회피되는 실정이며 이에 소비자의 대체 요구가 날로 증대되고 있는 추세이다.

따라서 공압식 Tensioner는 중량물에 대한 결속력 증대를 위해 고출력의 인장력이 필요하고, 작업자가 장시간 사용 시 피로 누적방지를 위해 경량화 작업이 필요하며, 여성작업자에게도 사용이 가능한 디자인 측면의 편리성과 작업장의 소음 발생을 줄일 수 있는 제품이 요구된다. 특히, Tensioner의 핵심부품인 Air motor의 경우 아직도 개발단계에 있으며 큰 효과를 보지 못하고 있어 거의 모든 공기압 Vane motor는 수입에 의존하고 있다. 또한 국내에서 개발되어진 일부 공기압 Vane motor의 경우에는 수입제품에 비하여 약 80% 정도의 효율특성을 나타내고 있으므로 국내의 원천기술의 개발이 절실한 실정이다.

본 논문에서는 개발된 공압식 Tensioner의 성능 평가를 위해 성능 측정 시스템을 개발하고, 이를 통하여 개발된 Tensioner의 성능을 측정하였다.

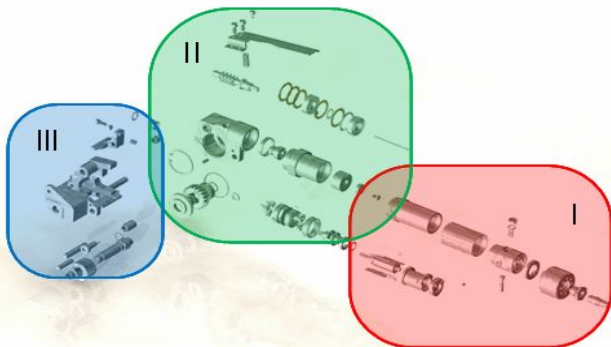


Fig. 1 Component of Puenmatic Tensioner (I: Air motor, II: Decelerator, III: Head)

2. Tensioner 성능평가 시스템

공압식 Tensioner의 핵심부품인 Air motor의 성능 평가를 통해 개발된 Tensioner의 성능을 평가하였다. Tensioner의 Air motor성능 분석을 위한 평가 기준은 회전 속도, 토크, 출력, 공기소비량, 공급압력, 유량, 배압, 공기소음이 되었다. 일반적으로 회전속도는 최대출력시의 회전속도와 저속한계점에서의 회전속도 사이의 범위에서 적용한다. 토크와 회전속도는 반비례하므로 회전속도가 감소하면 토크는 증가하게 된다. 출력은 무부하시의 회전속도의 약 1/2일 때 최대출력이 나오게 된다. 공기소비량은 회전속도와 거의 비례하는데 공기소비율(공기소비량/출력)은 최대출력시의 회전속도의 약 80%일 때 최소가 되고, 토크, 출력, 공기소비량은 공급압력에 비례하여 변한다. 유량을 조절함으로써 회전 속도 조절이 가능하다. 공급압력이 일정하더라도 배압이 크면 토크, 파워, 회전속도는 감소하기 때문에 배압을 조절 할 수

있어야 한다. 소음기를 사용하여 배기시의 소음 감소시키지만 부적절한 소음기는 배압이 발생하여 출력을 감소시킨다. 사용가능한 회전속도 범위는 (0.2~1)×최대출력시의 회전속도로서 작동시 오리피스를 조절하여 회전속도를 점차적으로 증가시킬 수 있다.

성능평가시스템은 Air tank의 압축공기가 Filter와 Pressure regulator를 통해 설정된 압력으로 공급하고 공급 압력을 3 ~ 5 bar까지 단계적으로 증가시키면서 공압 센서를 통해 실제 공급되는 공압을 측정한다. 그리고 각 공급압력에 대해 작용하는 토크와 회전수를 측정할 수 있는 토크 센서를 설치하여 Tensioner 최종단에 연결하여 무부하시와 부하시의 토크를 측정한다. 그리고 각각의 실험에서 소음을 측정하기 위해 Air motor 지그에서 3cm 떨어진 부분에 음향센서를 설치하여 소음을 측정하였다. 이때 측정된 신호는 Daq Acquisition을 통해 PC로 전송된다. Fig.2는 성능평가 시스템의 구성도이며, Table 1은 성능평가 시스템에 사용된 노이즈, 압력, 토크 센서, 데이터 수집장치에 대한 스펙을 나타내었다.

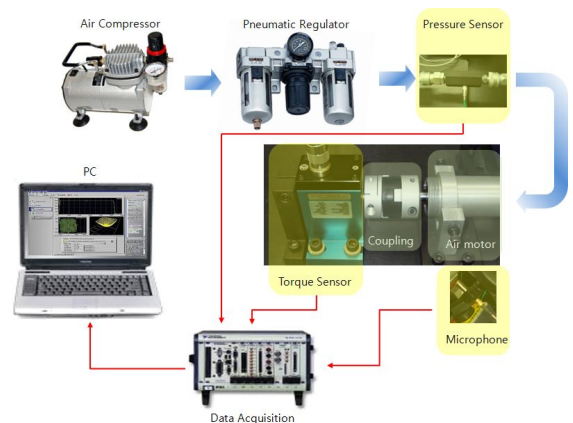


Fig. 2 Measurement System for Puenmatic Tensioner

Table 1 Specification of Measurement System

System component	Specification
Data acquisition	A/D, D/A, DIO etc. (NI PXI-1050)
Noise Sensor	-46dB re 1V/Pa ± 3dB
Pressure sensor	0...5kgf/cm ² (Max. 15kgf/cm ²)
Torque sensor	50 N·m, ±5 mV/V (Kistler)

3. Tensioner 성능평가

3.1 실험 방법 및 조건

성능평가 시험기는 제작된 Tensioner의 Air motor 부분을 바로 부착하여 실험을 수행할 수 있도록 제작하였다. 그리고 Air motor의 설계상 공압을 유지시키기 위해 Air motor 앞부분의 Transmission 부분이 부착된 상태에서 바로 시험기에 부착할 수 있도록 하였다. Fig. 3은 시험에 사용된 Air motor이며 총 3가지 종류로 Air motor(a)의 경우, motor의 소형화를 위해 크기를 작게 줄이고 거기에 Vane의 수를 늘려 torque를 크게 발생하고자 한 모델이며, Air motor(b)는 (a)보다 motor 용량을 늘리고, Vane의 수 4개로 줄이고, 약 10정도 각도를 주어 설계한 모델이다. Air

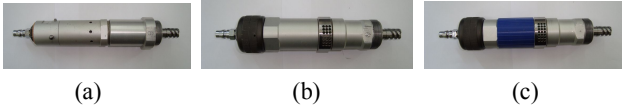


Fig. 3 Developed of Vane type air motor

motor(c)는 (b)에서 소음기 부분을 강화한 모델이다. 시험 방법은 공압 레귤레이터와 압력 센서를 통해 정확히 3, 4, 5, 6bar를 맞추고, 무부하, 부하 실험을 수행하여 RPM, Torque를 측정하였다. 소음센서를 Air motor 공기 방출부에 맞지 않도록 10mm 아래쪽에서 30mm 간격을 두고 측정하였다. 그래프 표시는 압력 단위로 표시였다. 무부하 실험은 Torque 센서 반대편의 제동 부분을 해제하여 아무런 제동이 가하지 않는 상황으로 수행하였고, 부하실험을 경우 Air motor가 구동할 수 있을 정도의 부하를 가하여 소음과 RPM을 측정하였다. 그리고 최대 Torque를 확인하기 위해 Air motor 구동 후 서서히 제동 장치를 사용하여 정지할 때까지 제동하였다. 그 후 서서히 제동을 제거하면서 최대 Torque를 측정하도록 하였다.

Air motor(a)의 경우, (b),(c)와는 달리 구동 스위치가 없기 때문에 우선 공압을 조절한 후 공압 호스를 연결하고, 공압 잠금 장치를 해제하여 모터를 구동하였다. 나머지 실험은 공압 호스 연결 상태에서 공압 조절 후 모터에 장착되어있는 구동 스위치를 사용하여 모터를 구동하였다.

3.2 Air Motor RPM 비교

(b)의 경우 (a)와 비교시 무부하시 165rpm, 부하시 90rpm 정도로 2배 정도 빠른 회전수를 유지하는것을 확인할 수 있다. (c)의 경우, 무부하시의 경우 (b)보다 작은 값을 나타내지만, 부하시 거의 동일한 RPM을 나타내는 것으로 나타났다.

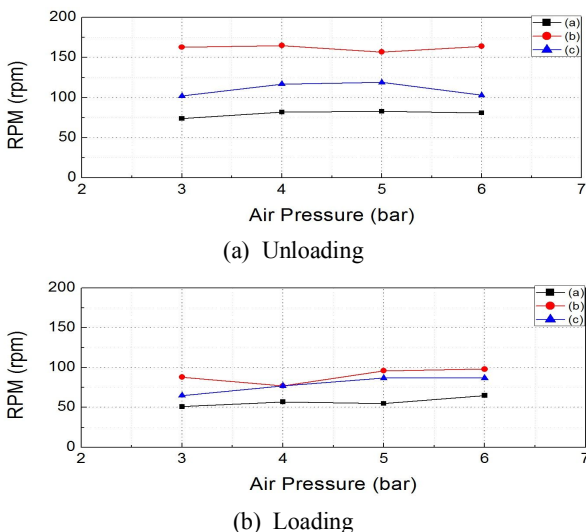


Fig. 3 Comparison of Air Motor RPM

3.3 Air Motor 최대 토크 비교

토크는 Air motor(b)가 185.kgf·cm으로 가장 크게 측정되었다. 같은 구조로 되어있으나 (c)의 토크가 낮은 이유는 Air motor에서

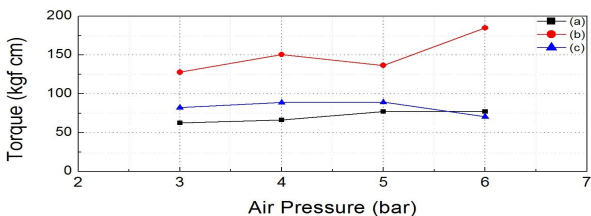


Fig. 4 Comparison of Air Motor Torque

배출되는 공기의 양이 Filter에 의해 제한을 받게 되어 발생하는 현상으로 보인다. (a)와 (b) 데이터를 통해 Vane의 수 만으로 토크를 강하게 하는 것엔 한계가 있음을 확인할 수 있다.

3.4 Air Motor 소음 비교

Air motor(a)가 최대 561Pa로 평균 200 ~ 400Pa 사이의 음압을 발생하였고, (b),(c)는 100Pa 이하로 4배 이상 작음을 확인할 수 있다. 이를 통해 Vane의 수를 늘리게 되면 소음의 발생 역시 커짐을 알 수 있다.

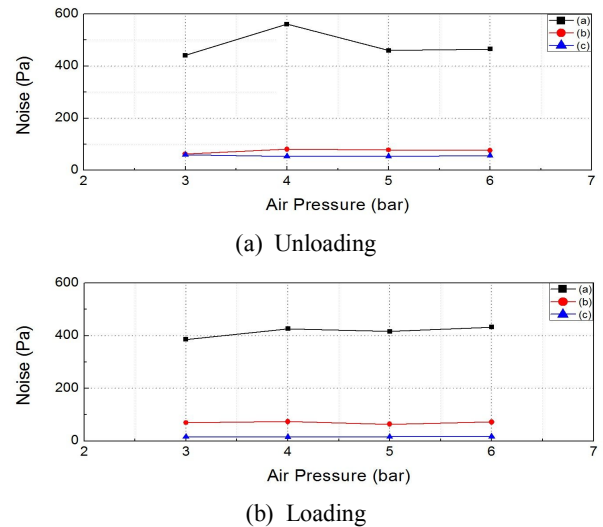


Fig. 5 Comparison of Air Motor Noise

4. 결론

Tubes, Wire, Coils 등 각종 꾸러미의 결속에 많이 사용되는 공압식 포장결속용 Tensioner 측정 시스템 개발을 통하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) 개발된 Air motor 성능 평가 시스템을 통해, Air motor의 토크, RPM, 공압, 소음 등의 성능을 평가하였고, 이를 활용하여 고출력, 저소음 Tensioner 개발에 활용할 수 있다.
- 2) RPM, 토크의 크기를 관측한 결과, Air motor 소형화를 위해 용량을 줄이고 이를 보완하기 위해 Vane의 수를 늘리는 것으로는 토크를 올리는 것에 한계가 있음을 확인하였다.
- 3) Vane의 수가 늘어나게 됨에 따라 소음이 커지는 것을 확인하였다. 그리고 소음을 줄이기 위해 Filter 사용시 공기의 배출에 제한을 주어 토크 역시 떨어짐을 알 수 있었다.

후기

본 연구는 지식경제부 지역산업기술개발사업의 지원으로 수행되었음.

참고문헌

1. G. Jacazio, B. Piombo and A. Romiti, "The Optimization of the performance of Vane type air motors," Proc. of the W.C.T.M.M., pp. 607-610, 1979
2. J.PU, P.R. Moore and R.H. Weston, "Digital servo motion control of air motors," Int. J. Proc.RES., Vol. 2p, No.3, pp. 599-618, 1991
3. 김동수, 김유일, 김미성, "공압베인모터 설계 및 성능특성에 관한 실험적 고찰," 한국 정밀공학회지, 춘계학술대회논문집, 300-304, 2001.