

비접촉 장력측정장치를 이용한 방적과정에서의 실의 장력변동계측

장승호, 송원규

경희대학교, 기계·산업시스템공학부, 신소재·공정공학전공

Detection of Tension Variation in Spinning Process Using Non-contact Type Tension Detector

Seung-ho Jang and Won-kyu Song

College of Mechanical and Industrial System Engineering, Kyunghee Univ.

1. 서론

방적 공정을 비롯한 섬유생산 공정중에 실에 가해지는 장력의 측정은 섬유의 생산 속도를 조절하고 또한 생산라인이 중단됨 없이 진행되도록 하는 중요한 과정이다. 현재는 생산공정이나 실험실적으로 섬유의 장력을 측정하고 있으며, 이와 관련된 많은 측정장치들이 출시되어 있는 상황이다. 현재 사용되고 있는 장력측정 장치는 대부분 섬유와 측정장치가 서로 접촉하여 장력이 측정되는 접촉식 장력측정 방식으로 이루어져 있다. 이와 같은 접촉식 장력측정 방식은 장력 측정시에 측정장치와 섬유가 접촉하여 발생하는 마찰의 문제점을 가지고 있다. 또한 측정 시에 발생하는 마찰은 섬유의 표면에 영향을 주게 되어 균일하지 못한 섬유의 생산 원인이 된다. 특히 극세사나 광섬유에 있어서는 측정장치와의 접촉은 제품의 품질에 큰 영향을 미쳐 제품으로서의 가치를 잃게 할 수도 있는 중요한 문제이다. 본 연구팀에서는 접촉식 장력측정 방식이 가지고 있는 문제점을 해결하기 위하여 Rayleigh의 에너지법을 이용하여 비접촉으로 장력을 측정하는 방식을 제시하였다[1]. 이는 양단이 고정되어 있는 실의 진동수를 계측하여 장력으로 변환하는 방식으로, 측정장치와 섬유가 접촉하지 않은 상태에서 실의 장력을 계측할 수 있는 방식이다. 그러나 섬유의 생산 공정중에 이 방식을 도입하기 위해서는 전 보에서 제시하였던 양단이 고정되어 있는 실이 아닌 방적중에 있는 실의 장력을 측정하여야 한다.

본 연구에서는 실제 방적공정 중에서 운동하는 섬유의 진동수를 계측하였으며 이를 바탕으로 정방 공정중의 섬유의 장력을 측정하였다. photo sensor를 이용하여 섬유의 진동수를 계측하여 전 보에서 제시한 진동수-장력 관계식을 이용하여 섬유의 장력을 측정하였다.

2. 실험

(1)식은 Rayleigh의 에너지법으로부터 유도한 진동수와 장력과의 관계를 표시한 식이

다.

$$P = \frac{4 f^2 \mu l^2}{g} \dots \dots \dots (1)$$

위 식에서와 같이 실의 길이(l)의 변화는 장력에 영향을 미치는 요소이다. 본 실험에서는 진동이 발생하는 섬유 길이(l)를 0.25m으로 설정하고 섬유의 진동수를 측정하여 실의 장력을 환산하였다. 또한 실의 단위길이당 무게(μ)를 변화시켜 가면서 진동수를 측정하고 이를 이용하여 실의 장력을 환산하였다. 표 1에 본 실험에 사용된 실의 spec.을 설명하였다.

Table. 1 Yarn specification

Composition	Fineness	Weigh per unit length(g/m)
Polyethylene 100%	30s/3	0.12
	20s/4	0.06

3. 실험장치의 구성

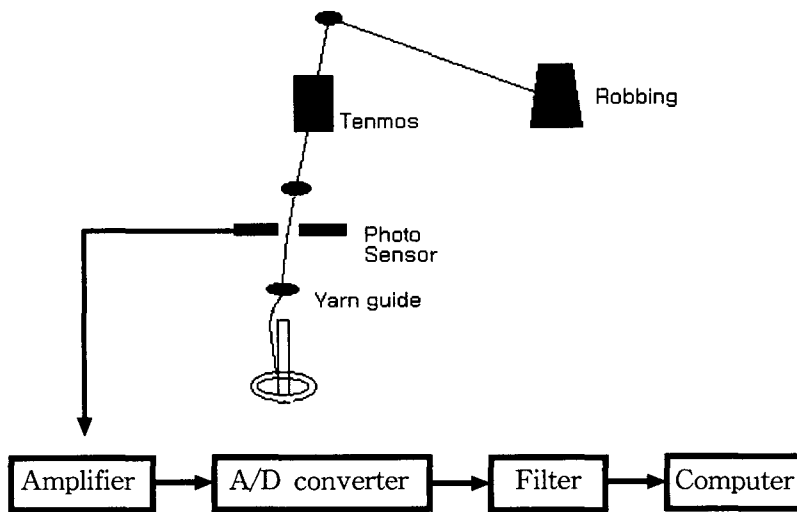


Figure. 1 Schematic diagram of tension detecting device

위 그림 1은 본 연구에서 구성한 실험장치이다. 보빈에 의해 권취되는 실은 yarn guide를 통과하게 된다. 그림에서와 같이 진동수를 측정하기 위하여 photo sensor를 yarn guide사이에 설치하였다. 또한 접촉식 장력측정 장치를 설치하여 방적중의 실에 걸리는 장력을 측정하였다. 비접촉 장력측정 장치를 이용하여 측정된 장력을 바탕으로 하여 photo sensor 비접촉 장력 측정값과 비교하기 위한 실험 장치를 구성하였다. 그림 2와 같이 sensor를 통하여 계측된 신호를 두 가지 방식으로 처리하였다. counter를 통하여 sensor를 통해 계측된 실의 진동수를 count하였고, 이와 함께 신호처리 장

치를 이용하여 sensor로부터 얻은 신호를 computer로 얻었다.

4. 실험결과 및 고찰

4.1 실의 진동수 계측

그림 2는 μ 가 0.06g/m인 실의 진동을 계측한 것이다. 진동수는 65Hz가 계측되었다. 그림 3은 μ 가 0.12g/m인 실의 진동을 나타낸 것이고, 48.75Hz의 진동수가 계측되었다.

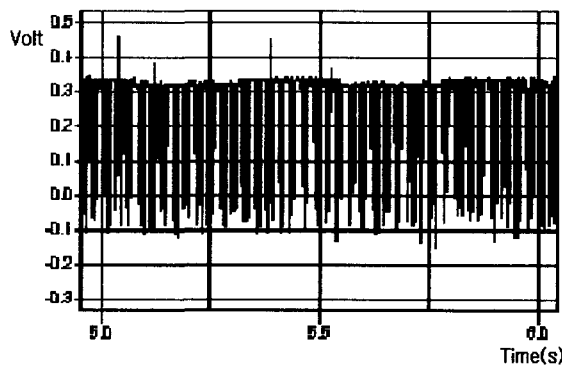


Figure. 2 Frequency of Yarn
($\mu = 0.06\text{m/g}$)

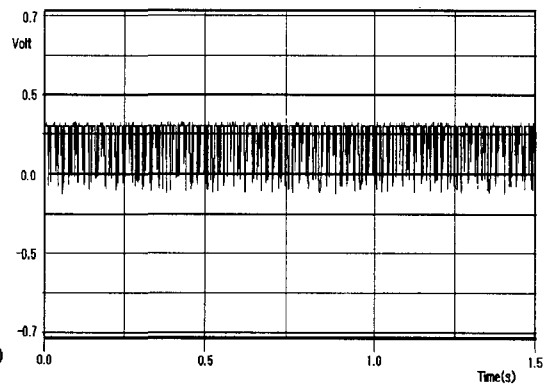


Figure. 3 Frequency of Yarn
($\mu = 0.12\text{m/g}$)

4.2 실의 장력 측정

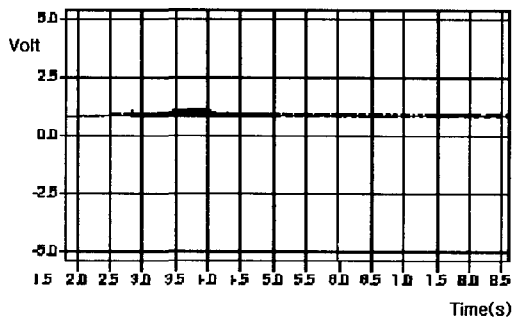


Figure. 4 Tension of Yarn
($\mu = 0.06\text{m/g}$)

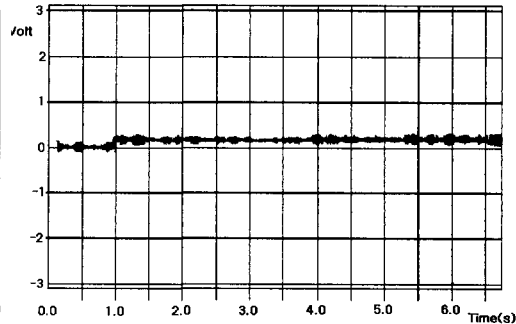


Figure. 5 Tension of Yarn
($\mu = 0.12\text{g/m}$)

위 그림은 접촉식 장력 측정장치를 이용하여 실의 장력을 측정된 결과이다. 본 연구에서 사용한 접촉식 장력 측정장치는 1V당 71.4gf의 장력을 나타낸다. 그림 4의 경우는 μ 가 0.06g/m인 실로 0.09V의 출력이 나타났다. μ 가 0.12g/m인 실의 경우는 방적이 시작된 후 0.1V의 출력을 나타내고 있다.

Table. 2 Experimental results

$l(m)$	0.25	
$\mu(mg/m)$	0.06	0.12
Frequency(Hz)	65	48.75
Tention by Frequency(gf)	6.47	7.05
Tension by Tenmos(gf)	6.43	7.14

표 2는 실의 길이가 0.25m이고, μ 가 0.06m/g와 0.12m/g인 실의 장력값을 나타낸 것이다. 0.06m/g인 실의 진동수로부터 환산된 장력은 6.47gf이다. 접촉식 장력 측정장치로부터 측정된 실의 장력은 6.43gf로 나타났다. 진동수로부터 환산된 장력과의 오차는 0.6%로 나타났다. 0.12m/g인 실의 경우에는 진동수로부터 환산된 장력값은 7.05gf로 나타났고, 접촉식 장력측정 장치로부터 측정된 장력값은 7.14gf를 나타냈다. 진동수로부터 환산된 장력값과 접촉식 장력측정 장치로부터 측정된 장력과의 평균 오차는 1.2%로 나타났다.

5. 결론

본 연구로부터 얻어진 결론은 다음과 같다.

1. 비접촉으로 방적중의 실의 장력을 측정하기 위한 실험 장치의 구성 방법을 제시하였다.
2. 비접촉식 장력측정방식을 이용하여 단위길이당 무게가 각각 0.06g/m, 0.12g/m인 실을 실험한 결과 접촉식 장력측정장치와의 장력 오차가 1.2% 이내로 나타났다
3. 구성한 실험 장치를 이용하여 방적중의 실의 장력을 측정함으로써 제시한 장력 측정방식의 유용성을 확인하였다.

기호 설명

- f : 고유진동수(Natural frequency)
- g : 중력 가속도(The acceleration of gravity)
- l : 실의 길이(Length of yarn)
- P : 장력(Tension)
- μ : 단위 길이당 무게(Weight per unit length)

참고 문헌

1. 장승호, 송원규 “비접촉 장력측정 장치에 관한 연구(I)” 한국 섬유공학회지 투고중
2. 박노길, 박성태, 손권, 이건명, 이시복, 정의봉, 한상보 “ Mechanical vibrations” 半島出版社. (1992)
3. Omron Technics, Vol.17, No.13
4. 황규섭 “Sensor 活用技術” p. 226-231 機電研究社. (1985)