
로드셀을 이용한 직물의 신축성 측정에 관한 연구

주기세*

A Study on the Elasticity Measurement of Fabric Using Loadcell

Ki-See Joo*

요 약

지금까지는 직물의 신축성 측정은 작업자의 과거 경험을 바탕으로 작업자의 수작업에 의해 측정하였기 때문에 정량화된 신축성 데이터가 존재하지 않았다.

본 논문에서는 실시간으로 직물의 신축성 계수를 측정하기 위하여 특별히 제작된 로드 셀을 이용한 측정 장비가 소개된다. 측정방법은 직물에 따라 다르게 나타나는 로드 셀에 가해진 전압차를 기본으로 한다. 신축성이 강한 직물은 로드 셀에 강한 전압이 발생하며 신축성이 약할수록 약한 전압이 발생한다.

제안된 시스템은 직물의 시각화, 의류봉제, 품질관리 등에 이용될 뿐만 아니라 정량화된 데이터들은 B2B 전자상거래 시스템에 적용될 수 있다.

ABSTRACT

So far, the quantified elasticity data of textile fabrics has not been present because the measurement method depends on the knowledge of measurement operators.

In this paper, the special manufactured measurement equipment using road cell is presented to measure the elasticity coefficient of textile fabrics in real time. The measurement method is based on the voltage differency among textile fabrics. The textiles with strong elasticity are high voltage produced from road cell. The others are low.

The presented method can be applied to visualize the textile, sew the cloth, control quality of textile fabrics. Also, these measurement datum are used to B2B electronic trading system.

키워드

road cell, textile fabrics, elasticity, voltage difference

1. 서 론

직물의 성질은 물리적 성질, 역학적 성질, 구조에 의하여 영향을 받으며, 이러한 성질들은 제품의 성능을 평가하는 중요한 자료로 사용된다. 따라서 위에서 언급한 성질들을 쉽게 예측할 수 있다면 제품 개발이나 용도 설정에 많은 도움을 받게 된다.

섬유 산업에서 연구된 분야는 주로 직물의 결합검출, 부직포 균제도 평가, 직물구김 평가, 염색품위 평가, 직물구조 분석 등으로 현재 활발한 연구가 이루어지고 있다.[1-5]

전체 섬유공정에서는 높은 생산성과 고품질 제품을 생산하기 위한 환경조성, 실시간 및 동적 관리를 지향하고 있으나 직물의 신축성 측정 부분을

포함한 일부 공정은 비 실시간 관리 및 사람의 수작업에 의존하고 있는 실정이다. 검사자의 경험적 방법에 의존한 검사의 문제점은 검사자가 직물을 잡아당기는 정도와 개인이 정한 신축성의 기준에 따라 결과가 다르게 나올 수 있으며 정확한 계량화가 어렵다. 또한 고도로 숙련된 많은 검사자가 필요하여 인건비 상승에 따른 제조원가의 상승을 야기시키고 시간이 많이 소비되며 실시간 측정이 어렵다는 단점을 안고 있다. 이러한 문제점은 공정 전반에 걸쳐 부정적 영향과 경쟁력 저하를 초래하고 있다. 따라서 효율적이고 객관적인 시스템 개발이 요구된다.

이에 따라 본 연구에서는 직물의 신축성을 신속하고 정확하게 측정하여 객관적으로 계량화할 수 있는 시스템 개발을 목표로 하였다. 직물의 신축성은 유연하고 부드러운 성질과 늘어나는 정도를 나타내는 것이며, 소재가 얇고 부드러운 경우 신축성이 높은 경향을 나타낸다. 이러한 직물의 신축성을 계량화하여 B2B, 컴퓨터 그래픽을 이용한 가시화, 품질 관리 등을 효율적으로 수행하기 위하여 로드셀을 이용한 신축성 측정 시스템을 고안하였다.

II. 시스템 구성

본 연구에 사용한 직물 신축성 측정 장비의 구성은 그림 1, 그림 2와 같다. 사용된 언어는 하드웨어 제어가 용이한 Visual C++ 6.0을 이용하였으며, Windows 2000 운영체제를 사용하였다. 신축성을 측정하는 장치는 하중 측정을 위한 로드셀과 직물을 일정한 거리만큼 이동시키기 위한 볼스크루, 그리고 모터로 구성 되어 있다. 그림 1은 CAS의 CI-5010A 인디케이터와 새로 개발된 JSC1000 모터제어기를 나타내고 있으며, 그림 2에는 Saehan Electronics의 4S56Q-08576S1 모터와 CRS HS-10L 하중 센서로 구성된 장치를 나타내고 있다.



그림 1. 인디케이터와 모터 제어기

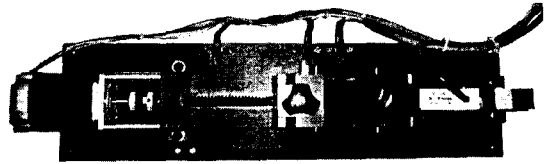


그림 2. 신축성 측정 장치

III. 직물의 신축성 측정 방법

직물의 신축성 측정을 위해 고려사항은 다음과 같다. 먼저 직물의 가로와 세로의 구조가 같은 경우는 어느 방향으로든 신축성을 측정할 수 있지만, 가로와 세로의 구조가 다른 경우는 가로와 세로 방향의 신축성을 모두 측정한 후에 신축성이 좋은 특성을 나타내는 방향을 그 직물의 신축성으로 정하였다. 두 번째는 동일 직물에 대해서 직물의 크기에 따라 신축성이 달라지고 직물을 측정 장치에 고정시킬 때도 매번 달라지는 문제점이 나타난다. 이러한 문제점을 해결하기 위해서 직물의 크기를 4cm×10cm의 크기로 일정하게 하였으며 에러를 줄이기 위해서 신축성 장치에 직물을 고정시킨 후에 설정값을 초기화 시켰다. 직물의 신축성을 측정하는 방법은 직물 고정대에 일정 크기의 직물을 고정시키고 모터에 일정한 스텝으로 펄스를 가하면 직물이 팽팽하게 당겨지게 된다. 이때 고정대에 연결된 로드셀에서 가중치가 발생하게 되며 이 가중치를 수치 해석하여 직물의 신축성을 측정하였다.

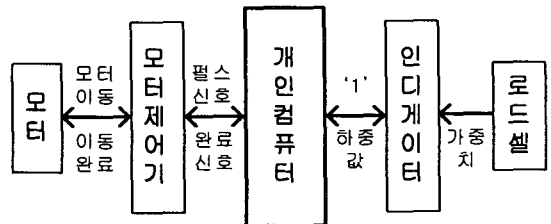


그림 3. 컴퓨터와 인디케이터, 모터 제어기 그리고 신축성 장치와의 통신 순서

그림 3은 컴퓨터와 인디케이터, 모터 제어기, 기타 장치와의 통신 순서를 도시화 한 것이다. 직물의 하중값을 읽기 위해서는 로드셀에서 전압 변화가 생기면 인디케이터는 로드셀의 전압 변화량을 읽어서 중량단위(kg)로 저장하고 이때 저장되어 있는 하중값을 컴퓨터로 읽어오기 위해서 RS232C 9핀 시리얼 통신을 이용하였다. 컴퓨터에서 인디케

이더에 '1'이라는 신호를 보내면 인디케이터는 현재의 하중값을 컴퓨터로 전송하게 되고 전송 데이터는 하중값에 단위가 포함되어 전송된다.

모터 제어는 모터 제어기에 펄스 신호를 보내면 모터 제어기는 모터를 일정거리만큼 이동시키게 된다. 모터의 이동이 정상적으로 실행되면 모터는 제어기에 이동완료 신호를 보내게 되고, 모터 제어기는 컴퓨터로 그에 따른 결과 값을 전송하게 된다.

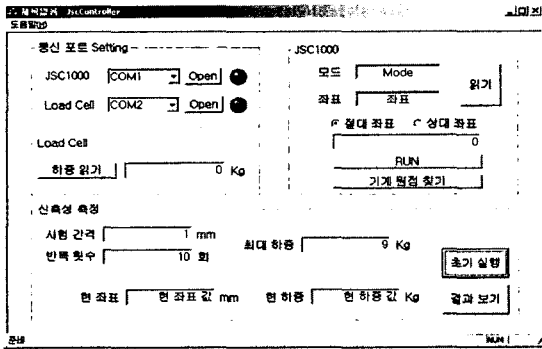


그림 4. 신축성 측정 장치 제어 프로그램

신축성 장치로부터 신축성을 측정하기 위한 기본 설정 방법은 다음과 같다. 그림 4에서 통신 포트 세팅 부분은 모터 제어기와 로드셀과의 통신을 위하여 초기 통신 포트를 열어주는 기능을 담당하는 것으로 모터제어기는 COM1포트로 로드셀은 COM2포트로 연결하였다. 모터제어기의 모드는 수동, 자동 그리고 반자동 모드가 있는데, 수동 모드는 사용자에게 의해 직접 모터 제어기를 제어하는 경우에 사용하는 모드이고 자동 모드는 모터의 이동 좌표를 기억 시켜서 모터를 제어할 경우에 사용하는 모드이며 반자동 모드는 컴퓨터에서 시리얼 포트를 통해 원격제어를 할 수 있는 모드이다.

기본 설정이 모두 끝나면 신축성을 측정하기 위해서 모터의 스텝 이동간격(mm)과 총 이동횟수를 설정하면 각 스텝마다 현 하중값을 읽어오게 된다. 그리고 최대 하중값을 설정해 놓으면 총 이동횟수에 도달하기 이전에 최대 하중값을 넘으면 모터의 이동이 멈추게 되고 신축성 측정을 중지하여 현재까지의 측정 데이터를 이용해서 결과를 나타내게 된다.

IV. 결과 및 고찰

직물의 신축성 측정 장치로 동일 직물에 대해서

몇 번 신축성을 측정해 본 결과, 실험 데이터는 모두 다르게 나타났다. 첫 번째 측정에서 직물에 가해진 힘에 의해 직물의 구조가 변했기 때문이다. 따라서 동일한 직물을 여러 번 반복해서 측정할 경우 직물의 고유한 신축성 특성을 거의 잃어버린다.

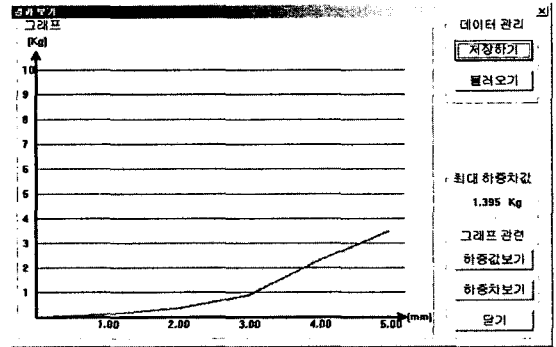


그림 5. 첫 번째 실험 결과 그래프

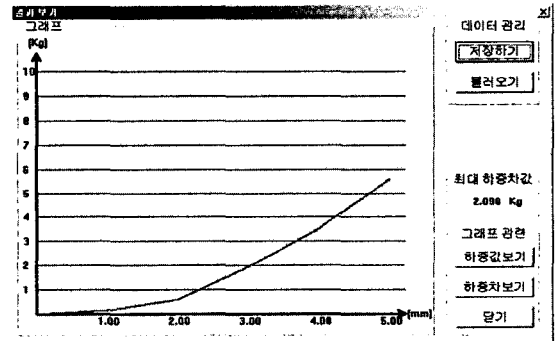


그림 6. 두 번째 실험 결과 그래프

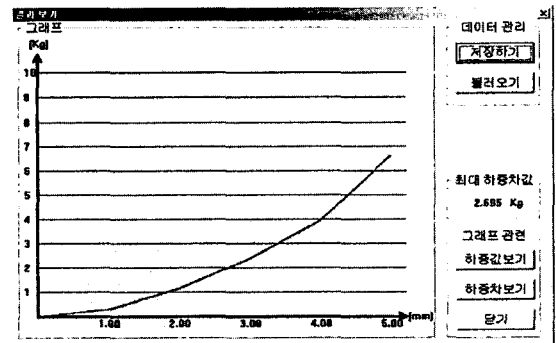


그림 7. 세 번째 실험 결과 그래프

그림 5, 6, 7은 제어 프로그램에서 동일직물을 3 번 실험한 결과를 나타내는 그래프이다. 그림에서와 같이 실험을 더 해 갈수록 그래프의 기울기 값

이 커짐을 알 수 있다. 기울기가 커졌다는 것은 직물의 신축성이 줄었다는 의미를 나타낸다. 표 1에서의 데이터를 보면 첫 번째 실험에 비해 세 번째 실험이 하중치가 크게 증가한 것을 알 수 있다.

이러한 문제점을 해결하기 위해서 파괴검사 방법을 이용하였다. 동일한 직물에 대하여 4cm×10cm의 10개의 직물에 대하여 한 번씩 신축성을 측정하여 그 결과의 평균으로 직물의 신축성에 대한 특성을 추출하였다.

표 1. 하나의 직물로 여러 번 실험한 결과
(이동거리:mm 하중:kg)

| 이동거리 실험 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1 | 0.130 | 0.370 | 0.905 | 2.300 | 3.510 |
| 2 | 0.175 | 0.600 | 1.955 | 3.550 | 5.640 |
| 3 | 0.315 | 1.150 | 2.405 | 3.955 | 5.960 |

신축성 정도에 따라 세 종류의 직물(A, B, C)에 대해서 각각 10개의 직물을 준비하여 한 번씩 실험한 결과를 비교해 보았다.

표 2는 직물 A의 신축성을 실험한 결과를 나타내는 것으로 10번의 실험에 대한 이동 거리별 하중값을 나타낸 것이다. 표 2에서 열은 1mm에서 5mm까지의 이동거리를 나타내며 행은 실험횟수를 나타낸다. 표 2에서 보면 파괴 검사 시 실험결과는 실험회수와 상관없이 거의 비슷한 결과 값을 나타낸다.

표 2. 직물 A의 신축성 실험 결과
(이동거리:mm 하중:kg)

| 이동거리 실험 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1 | 0.105 | 0.175 | 0.245 | 0.325 | 0.420 |
| 2 | 0.110 | 0.185 | 0.260 | 0.340 | 0.415 |
| 3 | 0.105 | 0.175 | 0.240 | 0.310 | 0.380 |
| 4 | 0.105 | 0.175 | 0.245 | 0.310 | 0.385 |
| 5 | 0.100 | 0.175 | 0.250 | 0.325 | 0.400 |
| 6 | 0.090 | 0.165 | 0.240 | 0.325 | 0.425 |
| 7 | 0.095 | 0.170 | 0.235 | 0.310 | 0.390 |
| 8 | 0.085 | 0.150 | 0.215 | 0.280 | 0.355 |
| 9 | 0.100 | 0.165 | 0.225 | 0.295 | 0.370 |
| 10 | 0.105 | 0.175 | 0.245 | 0.315 | 0.400 |
| 평균 | 0.100 | 0.170 | 0.240 | 0.310 | 0.390 |

그림 8은 표 2의 하중값을 그래프로 나타낸 것으로 동일한 직물에 대해서는 비슷한 기울기와 비슷한 모양의 그래프를 나타내고 있다.

신축성이 중간정도인 직물 B의 실험 결과는 표 3과 같으며 그래프로 도시하면 그림 9와 같다.

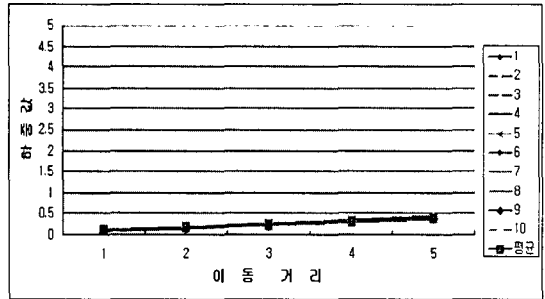


그림 8. 직물 A의 실험 결과 그래프

표 3. 직물 B의 신축성 실험 결과
(이동거리:mm 하중:kg)

| 이동거리 실험 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1 | 0.115 | 0.320 | 0.765 | 2.265 | 3.715 |
| 2 | 0.160 | 0.440 | 1.105 | 2.500 | 4.060 |
| 3 | 0.135 | 0.375 | 0.920 | 2.340 | 4.080 |
| 4 | 0.130 | 0.370 | 0.905 | 2.300 | 3.810 |
| 5 | 0.075 | 0.285 | 0.700 | 2.255 | 3.925 |
| 6 | 0.150 | 0.420 | 0.885 | 2.360 | 4.015 |
| 7 | 0.135 | 0.375 | 0.920 | 2.220 | 4.035 |
| 8 | 0.130 | 0.380 | 0.910 | 2.335 | 4.195 |
| 9 | 0.140 | 0.390 | 0.935 | 2.445 | 4.025 |
| 10 | 0.165 | 0.485 | 1.225 | 2.640 | 4.270 |
| 평균 | 0.134 | 0.384 | 0.927 | 2.366 | 4.013 |

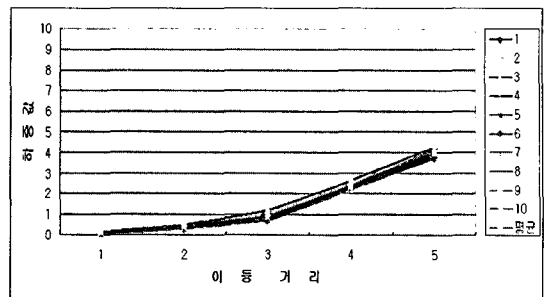


그림 9. 직물 B의 실험 결과 그래프

신축성이 제일 강한 직물 C의 실험 결과를 <표 4>에 정리하였으며 실험횟수 평균값과 비교할 때 편차가 심하지 않음을 나타내고 있다. 그림 10은 신축성이 강한 직물 C의 신축성결과를 실험횟수별로 그래프화한 것으로 실험횟수에 관계없이 거의

유사한 모양을 나타내고 있다.

표 4. 직물 C의 신축성 실험 결과
(이동거리:mm 하중:kg)

| 이동거리 실험 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1 | 0.210 | 0.650 | 1.790 | 3.830 | 6.625 |
| 2 | 0.300 | 0.880 | 2.175 | 4.805 | 6.990 |
| 3 | 0.305 | 0.915 | 2.260 | 4.905 | 6.925 |
| 4 | 0.240 | 0.735 | 1.805 | 4.245 | 6.720 |
| 5 | 0.215 | 0.675 | 1.840 | 3.930 | 6.460 |
| 6 | 0.295 | 0.840 | 2.055 | 4.700 | 6.750 |
| 7 | 0.245 | 0.745 | 1.890 | 4.320 | 6.915 |
| 8 | 0.290 | 0.830 | 2.055 | 4.210 | 6.480 |
| 9 | 0.295 | 0.870 | 2.215 | 4.875 | 6.970 |
| 10 | 0.255 | 0.785 | 1.895 | 4.395 | 6.505 |
| 평균 | 0.27 | 0.790 | 2.00 | 4.420 | 6.730 |

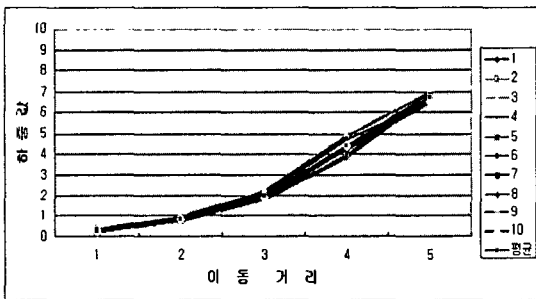


그림 10. 직물 C의 실험 결과 그래프

위에서 살펴본 직물(A, B, C)에서 모든 직물은 고유한 특성을 지니고 있어서 동일한 직물에 대해서는 거의 비슷한 결과를 나타내고 있음을 알 수 있었으며, 실험을 더 많이 할수록 측정 데이터는 직물의 신축성을 더 정확하게 나타낼 수 있었다.

V. 결 론

본 연구에서는 기존의 수작업에 의존해 측정하여 정확한 계량화가 어려웠던 직물의 신축성 정도를 객관적이고 계량화된 데이터를 얻기 위하여 신축성 측정 장비를 설계하여 직물의 신축성의 결과를 계량화 하였다. 모든 직물은 고유한 신축성 특성을 지니고 있어서 동일한 직물에 대해서는 거의 비슷한 결과가 나왔다. 직물의 신축성을 실험한 값

을 이용하게 되면 직물의 신축성을 계량화 할 수 있다.

향후 연구에서는 직물을 구별할 수 있는 고유한 코드와 함께 직물의 신축성을 측정된 값을 데이터 베이스화하여 직물의 코드를 통해서 원하는 직물의 신축성을 빨리 파악할 수 있는 통합 시스템 개발이 필요하다. 그리고 웹상에서의 직물의 가시화(visualization), B2B 전자상거래, 품질관리 등에 적용할 수 있는 시스템 응용에 관한 연구가 필요하다.

참고문헌

- [1] Soo Hyun Choi, Tae Jin Kang, and Sung Min Kim, "Automatic Structure Analysis and Objective Evaluation of Woven Fabric Using Image Analysis", Journal of the Korean Fiber Society, Vol. 36, No. 12, 1999.
- [2] Sung Hoon Jeong, Hyung Taek Choi, and Cheol Jae Hong, "Detecting Fabric Defects Using Image Processing", Journal of the Korean Fiber Society, Vol. 27, No. 1, 2000.
- [3] W. J. Jasper and H. Potlapalli, Text, Res. J., 65, 683, 1995.
- [4] Soon Ok Hyun, Eui Hwa Kim, Min Kyun Kim, and Dae Hoon Lee, "A Structural Analysis and Characteristic Prediction of Nonwoven Fabrics Using Image Analysis Technique", Journal of the Korean Fiber Society, Vol. 36, No. 12, 1999.
- [5] Y. F. Zang and R. R. Bresee, Text. Res. J., 65, 1. 1995.

저자소개



주기세(Ki-See Joo)

1988년 한양대학교 산업공학과(학사)
1992년 Texas A&M Univ. 산업공학과(석사)
1996년 고려대학교 산업공학과(박사)

*관심분야 : 로봇비전, 공장자동화, 3차원그래픽