

로드셀을 이용한 직물의 신축성 측정에 관한 연구

A Study on the Elasticity Measurement of Fabric Using Loadcell

최정수*, 김은석**, 주기세*, 왕지남**

JUNG-SOO CHOI*, EUN-SEOK KIM**, KI-SEE JOO*, GI-NAM WANG**

*전남 목포시 목포해양대학교 해상운송시스템학부 해상정보계측공학전공
**경기도 수원시 팔달구 원천동 아주대학교 산업공학과

Abstract

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

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

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

1. 서 론

직물의 성질은 물리적 성질과 역학적 성질 및 구조에 의하여 영향을 받으며 또한 이러한 성질들은 제품의 성능을 평가하는 중요한 자료로 사용된다. 따라서 이러한 성질들을 쉽게 예측할 수 있다면 제품의 개발이나 용도 설정에 많은 도움을 얻게 된다. 섬유 산업에서 연구되어 지고 있는 분야는 직물의 결합검출, 부직포 균제도 평가, 직물구김 평가, 염색품위 평가, 직물구조 분석 등으로 현재 활발한 연구가 이루어지고 있다.[1-5]

전체 섬유공정에서는 높은 생산성과 고품질 제품생산 환경조성, 실시간 및 동적 관리를 지향하고 있으나 직물의 신축성 측정 부분을 포함한 일부 공정은 비 실시간 관리 및 사람의 수작업에 의존하고 있는 실정이다. 이러한 검사자의 목시적 방법에 의존한 검사의 문제점은 검사자가 직물을 잡아당기는 정도와 개

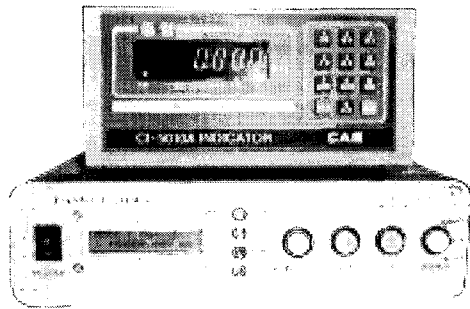
인이 정한 신축성의 기준에 따라 여러 가지 결과가 나올 수 있으며 정확한 수치화가 어렵다. 또한 고도로 숙련된 많은 검사자가 필요하여 인건비 상승에 따른 제조원가의 상승을 야기 시키고 시간이 많이 소비되며 실시간 반응이 어렵다는 것 등이다. 그리고 이러한 문제점은 공정 전반에 걸쳐 부정적 영향과 경쟁력 저하를 초래하고 있다. 이에 따라 현재 높은 효율의 객관적인 시스템 개발이 요구되어지고 있다. 그러나 아직도 자동화에 많은 어려움을 겪고 있다.

이에 따라서 본 연구에서는 직물의 신축성을 신속하고 정확하게 측정하여 객관적으로 평가할 수 있는 시스템의 개발을 목표로 하였다. 직물의 신축성은 유연하고 부드러운 성질과 늘어나는 정도를 나타내는 것이며, 보통 직물의 소재가 얇고 부드러운 경우 신축성이 좋은 특징을 나타낸다. 이러한 직물의 신축성은

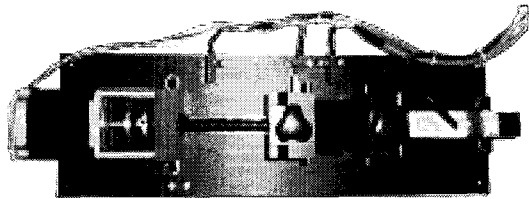
측정하기 위해서 직물의 늘어나는 정도를 측정하는 장치를 새로 구성하였다. 직물의 신축성을 평가하는데 있어서 수작업에 의해 이루어짐으로 해서 실시간 반영이 어렵고 객관적이지 못했던 직물의 신축성 평가를 로드셀과 모터를 이용하여 좀더 신속하고 객관적인 데이터를 측정하고자 한다.

2. 시스템 구성

본 연구에 사용한 직물 신축성 측정 장비의 구성은 <그림 1>과 <그림 2>에 나타내었다. 사용된 프로그램은 처리 속도가 빠르고 하드웨어 제어가 용이한 Visual C++ 6.0을 이용하여 프로그래밍 작업을 했으며 운영체제는 Windows 2000환경에서 실행 되도록 하였다. 신축성을 측정하는 장치는 하중 측정을 위한 로드셀과 직물을 일정한 거리만큼 이동시키기 위한 볼스크루, 그리고 모터로 구성 되어 있다. <그림 1>은 CAS의 CI-5010A 인디게이터와 J.S Technology의 JSC1000 모터 제어기를 나타내고 있으며, <그림 2>에는 Saehan Electronics의 4S56Q-08576S1 모터와 CRS HS-10L 하중 센서로 구성된 장치를 나타내고 있다.



<그림 1> 인디게이터와 모터 제어기

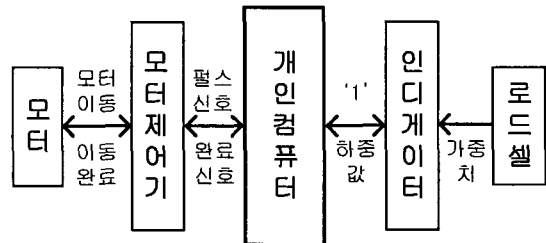


<그림 2> 신축성 측정 장치

3. 직물의 신축성 측정 방법

직물의 신축성을 측정하는데 있어서 고려해야 할 사항은 다음과 같다. 먼저 직물의 가로와 세로의 구조가 같은 경우는 어느 방향으

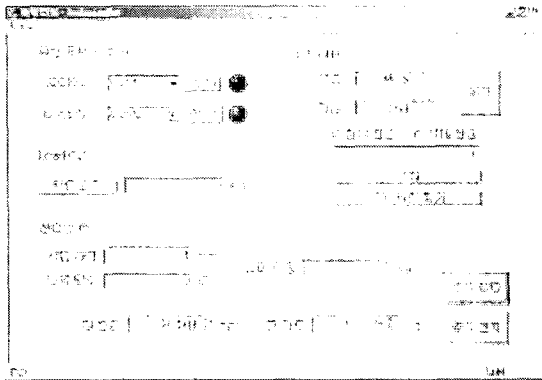
로도 신축성을 측정할 수 있지만, 가로와 세로의 구조가 다른 경우는 가로와 세로 방향의 신축성을 모두 측정한 후에 신축성이 좋은 특성을 나타내는 방향을 그 직물의 신축성으로 정하였다. 두 번째는 동일 직물에 대해서 직물의 크기에 따라 신축성이 달라지고 직물을 측정장치에 고정시킬 때도 매번 달라지는 문제점이 나타난다. 이러한 문제점을 해결하기 위해서 직물의 크기를 4cm×10cm의 크기로 일정하게 하였으며 에러를 줄이기 위해서 신축성 장치에 직물을 고정시킨 후에 설정값을 초기화 시켰다. 직물의 신축성을 측정하는 방법은 직물 고정대에 일정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



<그림 3> 컴퓨터와 인디게이터, 모터 제어기 그리고 신축성 장치와의 통신 순서

<그림 3>은 컴퓨터와 인디게이터, 모터 제어기 그리고 장치와의 통신 순서를 도시화한 것이다. 직물의 하중값을 읽기 위해서는 로드셀에서 전압 변화가 생기면 인디게이터는 로드셀의 전압 변화량을 읽어서 중량단위(kg)로 저장하고 이때 저장되어 있는 하중값을 컴퓨터로 읽어오기 위해서 RS232C 9핀 시리얼 통신을 이용하였다. 컴퓨터에서 인디게이터에 '1'이라는 신호를 보내면 인디게이터는 현재의 하중값을 컴퓨터로 전송하게 되고 전송 데이터는 하중값에 단위가 포함되어 전송된다.

모터의 제어는 컴퓨터에서 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.



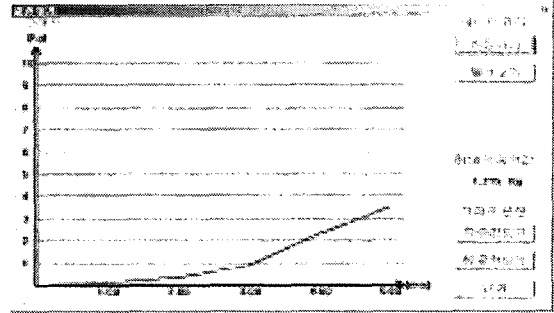
<그림 4> 신축성 측정 장치 제어 프로그램

신축성 장치로부터 신축성을 측정하기 위한 기본 설정 방법은 다음과 같다. <그림 4>에서 통신 포트 세팅 부분은 모터 제어기와 로드셀과의 통신을 위하여 초기 통신 포트를 열어주는 기능을 담당하는 것으로 모터제어기는 COM1포트로 로드셀은 COM2포트로 연결한다. 모터제어기의 모드는 수동, 자동 그리고 반자동 모드가 있는데, 수동 모드는 사용자에 의해 직접 모터 제어를 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. 그러므로 컴퓨터에서 모터를 제어하기 위해서 반자동 모드로 설정한다.

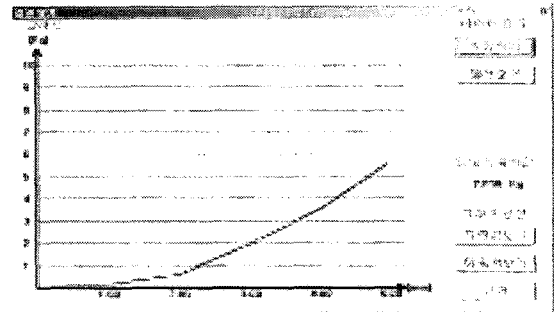
기본 설정이 모두 끝나면 신축성을 측정하기 위해서 모터의 스텝 이동간격(mm)과 총 이동횟수를 설정하면 각 스텝마다 현 하중값을 읽어오게 된다. 그리고 최대 하중값을 설정해 놓으면 총 이동횟수에 도달하기 이전에 최대 하중값을 넘으면 모터의 이동이 멈추게 되고 신축성 측정을 중지하여 현재까지의 측정 데이터를 이용해서 결과를 나타내게 된다.

4. 결과 및 고찰

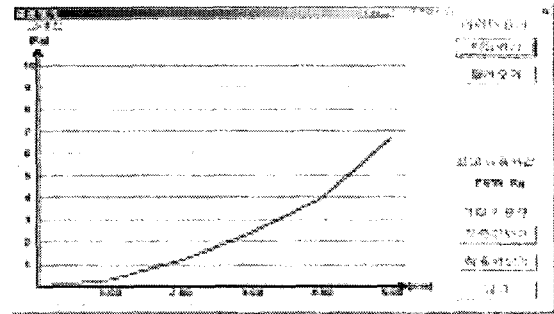
직물의 신축성 측정 장치로 동일 직물에 대해서 세 번의 신축성을 측정해 본 결과, 실험 데이터는 모두 다르게 나타났다. 이러한 이유는 직물의 신축성을 측정함에 있어 첫 번째 측정에서 직물에 가해진 힘에 의해 직물의 구조가 변했기 때문이다. 그러므로 동일한 직물을 여러 번 반복해서 측정할 경우 직물의 고유한 신축성의 특성은 거의 잃어버리게 된다.



<그림 5> 첫 번째 실험 결과 그래프.



<그림 6> 두 번째 실험 결과 그래프.



<그림 7> 세 번째 실험 결과 그래프.

<그림 5, 6, 7>은 제어 프로그램에서 첫 번째 실험시와 두 번째, 세 번째 실험시의 결과를 나타내는 그래프이다. 그림에서 볼 수 있는 것과 같이 세 번의 실험값이 모두 다른 결과가 나왔다. 그림에서 보면 실험을 더 해 갈수록 그래프의 기울기 값이 커짐을 알 수 있다. 기울기가 커졌다는 것은 직물의 신축성이 줄었다는 의미를 나타낸다. 첫 번째 측정값과 세 번째 측정값을 비교해 보면 측정값이 두 배정도 차이가 있음을 알 수 있다. <표 1>의 데이터를 보면 첫 번째 실험에 비해 세 번째 실험이 하중치가 크게 증가한 것을 알 수 있다.

이러한 문제점을 해결하기 위해서 한번 실험에 사용된 직물은 다시 사용하지 않았다.

그러나 한번의 실험에 의해서 나온 결과가 반드시 그 직물의 신축성의 특성을 나타낸다고 할 수 없으므로 동일한 직물에 대하여 4cm×10cm의 크기로 10개의 직물을 준비하였다. 이렇게 준비한 직물에 대하여 한번씩만 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

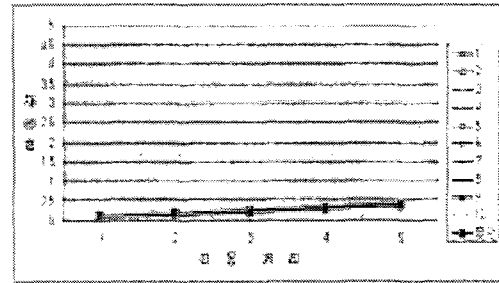
세 종류의 직물(A, B, C)에 대해서 각각 10개의 직물을 준비하여 한번씩 실험한 결과를 비교해 보았다.

<표 2>는 직물 A의 신축성을 실험한 결과를 나타내는 것으로 10번의 실험에 대한 이동거리별 하중 값을 나타낸 것이다. <표 2>에서 보면 열은 1mm에서 5mm까지의 이동거리를 나타내며 행은 실험횟수를 나타낸다. <표 2>에서 보는 바와 같이 비파괴 검사 시 실험 결과는 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 8>은 <표 2>의 하중값을 그래프로 나타낸 것으로 보는 것과 같이 동일한 직물에 대해서는 비슷한 기울기와 비슷한 모양의 그래프를 나타내고 있다.



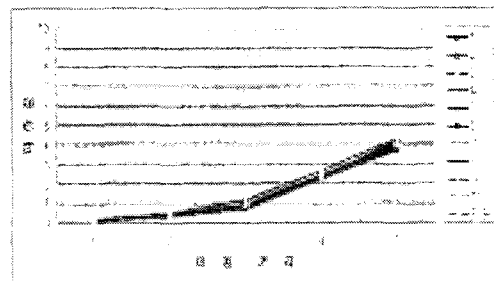
<그림 8> 직물 A의 실험 결과 그래프.

직물 B의 실험 결과는 <표 3>에서 보는 것과 같이 1mm에서의 5mm까지의 이동거리에 따라 각각 10번씩의 실험 값을 나타낸 것으로 실험횟수에 상관없이 항상 일정한 하중 값을 나타내기 때문에 신축성 평가 시에 아주 적절한 수단을 제공한다.

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>에서도 동일한 직물에 대해서 비슷한 기울기와 비슷한 모양의 그래프를 나타내고 있다.



<그림 9> 직물 B의 실험 결과 그래프.

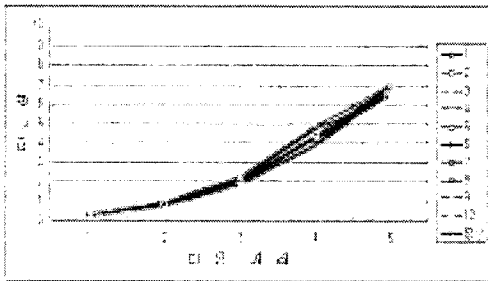
직물 C의 실험 결과는 <표 4>에서 보는 것과 같이 1mm에서의 5mm까지의 이동거리에

따라 각각 10번씩의 실험 값을 나타낸 것으로
 써 실험횟수에 따른 평균값과 비교할 때 편차
 가 심하지 않음을 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	0.260	0.790	1.990	4.420	6.730

<그림 10>의 경우도 거의 유사한 모양의
 그래프를 나타내고 있다.



<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 나타내
 고 있음을 알 수 있었으며, 실험을 더 많이 할
 수록 측정 데이터는 직물의 신축성을 더 정확
 하게 나타낼 수 있다.

5. 결 론

본 연구에서는 기존의 사람의 수작업에
 의해 측정되어 정확한 수치화와 실시간 반응
 이 어려웠던 직물의 신축성을 좀더 객관적이
 고 실시간 반응에 용이하게 하기 위하여 신축
 성 측정 장비를 설계하여 직물의 신축성의 결
 과를 수치화 하였다. 모든 직물은 고유한 특성
 을 지니고 있어서 동일한 직물에 대해서는 거
 의 비슷한 결과가 나왔다. 직물의 신축성을 실
 험한 값 이용하게 되면 직물의 신축성을 수치

화 할 수 있다.

향후 연구에서는 직물을 구별할 수 있는
 고유한 코드와 함께 직물의 신축성을 측정하
 는 값을 데이터베이스화하여 직물의 코드를 통하
 서 원하는 직물의 신축성을 빨리 파악할 수
 있는 시스템을 개발하여 실시간 활용이 가능
 한 시스템 개발에 대한 연구가 필요하다.

참고 문헌

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