

## 직물표면과 손끝사이의 마찰계수 측정기술개발

권영하, 권현준, 박경희

경희대학교 테크노공학대학 기계·산업시스템공학부

### Development of Measurement System for Friction Coefficient between fabric surface and fingertip

Young Ha Kwon, Joon Hyun Kwon and Kyung Hee Park

Department of Mechanical and Industrial Systems Engineering,

College of Advanced Technology, Kyung Hee University

#### 1. 서론

직물의 촉각은 인간의 피부와 직물사이의 마찰력, 온도, 진동 등의 물리적, 역학적인 현상에 의해서 느끼게 된다. 그 중에서 마찰력은 질감을 결정하게 하는 가장 중요한 요소이다. 지금까지의 연구는 직물과 금속 등의 다른 물질 또는 직물과 직물사이에서 나타나는 마찰력을 측정하였으나, 본 연구에서는 직접 손끝으로 문지를 때 나타나는 마찰력을 실시간으로 측정할 수 있도록 다축 로드셀 등을 이용한 측정장치를 개발하였다.

#### 2. 마찰계수의 측정

측정장치는 다축 로드셀과 리니어 모터로 구성되어 있으며, 측정 및 구동은 컴퓨터에 의해 자동으로 처리되도록 하였다. 특수하게 설계 제작된 다축 로드셀은 스트레인 게이지를 이용한 센서로서 x방향( $F_x$ )과 z방향( $F_z$ )의 힘을 동시에 측정할 수 있도록 구성하였다. x방향의 힘 측정 센서는 손끝이 직물을 누르며 움직일 때 마찰력을 측정하며, z 방향의 로드셀은 손끝이 누르는 힘을 측정하여 서로 비를 구함으로써 마찰계수를 결정할 수 있도록 하였다. x 방향의 로드셀은 용량이 1N으로 0.1% 이내의 정밀정확도를 유지하고, z 방향의 로드셀은 용량이 10N으로 0.04% 이내의 정밀 정확도를 유지하도록 제작하였다. 다축 로드셀의 설계에서 x-z 방향의 센서는 상호 간섭을 하므로 보정이 필요하다. 특히 x 방향의 힘의 측정은 z방향에 영향을 받으므로 실제 x방향(마찰력)의 힘은 다음과 같은 교정에 의해 얻은 식  $F_x = F_x \text{측정값} - 0.015 \times F_z$  으로 보정 하였다.

리니어 모터는 손끝을 고정시켜 누른 상태에서 직물을 등속으로 움직이는데 사용하였다. AC 모터나 DC 모터를 일반적인 베어링으로 제작된 이동장치와 같이 사용하면 진동이나 상하 움직임이 있고 등속을 정확하게 유지할 수 없으므로 리니어 모터를 사용하였다. 사용된 리니어 모터는 최대 이동거리 175mm, 위치 분해능  $1\mu\text{m}$ , 위치정밀도  $4\mu\text{m}$ , 속도 0.001m/s - 3m/s 특성이 있어 마찰계수의 측정에 오차를 줄일 수 있는 특수한 장치로 판단된다. 로드셀에서 나오는 신호는 외부 잡음을 제거하고 신호를 증폭시켜 정확한 힘을 측정할 수 있도록 Instruments Division의 2310 signal conditioning amplifier를 사용하였다. 신호는 50Hz의 속도로 저장하여 처리하였다. 직물의 마찰계수를 측정하기 위하여 Fig. 1과 같이 직물을 리니어모터 위에 고정된 다축 로드셀 위에 20 gf의 인장을 가한 상태에서 고정시키고 손끝으로 가볍게 가능한 일정한 힘으로 누른 상태에서 리니어 모터는 10 mm/sec의 일정한 속도로 움직이며  $F_x$ 와  $F_z$ 의 값을 측정하게 된다. Fig. 2는 겨울용 양복지로서 평조적인 직물의 경사 및 위사  $F_x$ 와  $F_z$  및 마찰계수의 정의에 의한 두 측정된 값의 비로 나타나고

있다.  $F_z$ 값은 직접사람이 누르는 힘으로 약 0.5N은 유지하도록 하였으나 Fig. 2와 같이 시간에 따라 변화가 나타나고 있다.  $F_x$ (마찰력)은  $F_z$ 에 비교적 비례하며 계산된 마찰계수는 Table 1과 같이 측정되었다. 손끝과 직물의 마찰계수는 약 0.29에서 0.34이며 평균 마찰계수는 경사방향은 0.2996, 위사방향은 0.3471로 각각 측정되었다. 마찰계수의 SMD (Standard Mean Deviation)은 0.03 정도 되므로 전체적으로 안정된 측정이 이루어짐을 알 수 있다.

### 3. 결론

손끝을 접촉자로 사용하여 마찰계수를 측정하는 것이 가능하게 장치를 설계하였다. 객관성을 높이기 위하여 손끝이 누르는 압력과 속도를 일정하게 유지하도록 다축로드셀과 리니어모터를 사용하였다. 같은 직물을 여러 번 문지르게 되면 잔털 등의 정렬이 바뀌게 되어 마찰계수가 감소하는 경향을 보인다. 본 연구에서 개발된 마찰계수 측정 장치 및 방법은 인간이 직물을 문지릴 때의 주관적 평가와 함께 연구되면 직물의 객관적 질감평가에 효과적으로 응용될 수 있을 것이다.

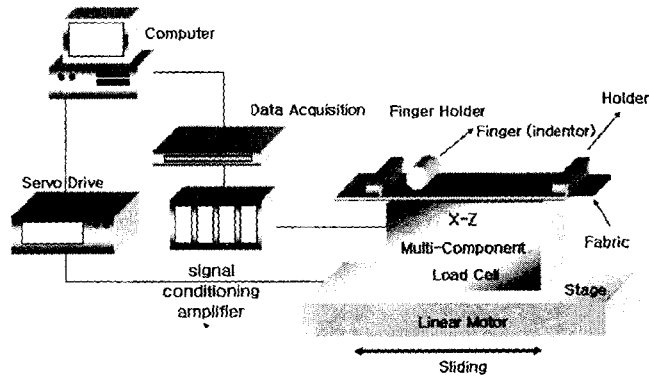
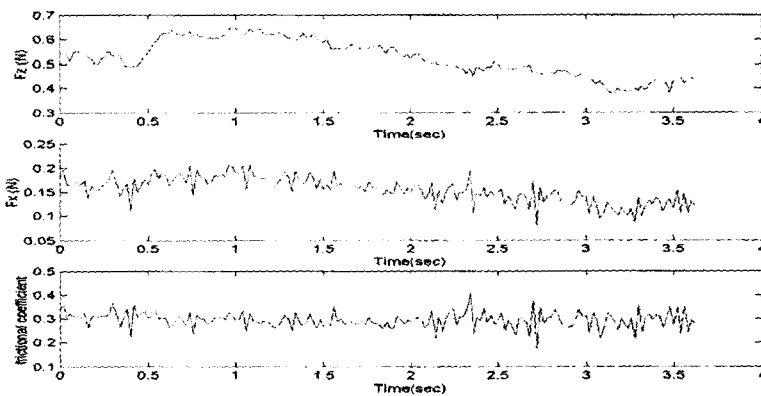
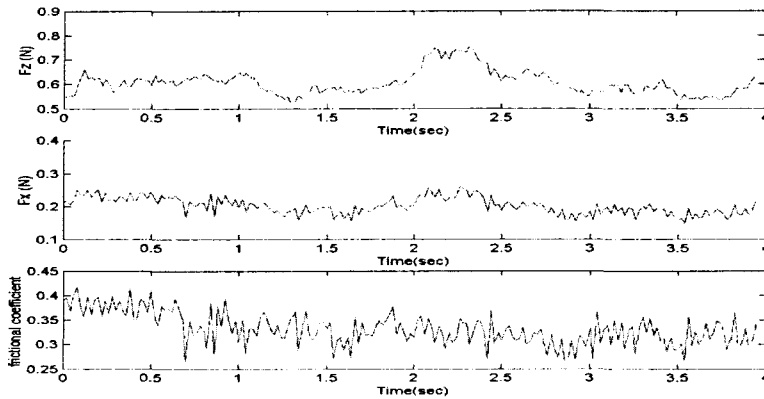


Fig. 1 Constitution of Measuring System.



(a) warp direction



(b) weft direction

Fig. 2 spectrum of friction force and friction coefficient  
(a) warp direction, (b) weft direction.

Table 1 Friction coefficient and SMD.

	the number of times	Friction coefficient ( $\mu$ )	SMD
warp direction	1	0.3061	0.0317
	2	0.2988	0.0351
	3	0.2939	0.0334
	Mean	0.2996	0.0334
weft direction	1	0.3626	0.0306
	2	0.3464	0.0305
	3	0.3322	0.0332
	Mean	0.3471	0.0314

### 3. 참고문헌

- 1) Farideh talebpour, Ian holme, "Effect of Different Variables and Chemical Pre-Treatment on Fabric Friction" , International Conference for Inauguration of SOTSEA 2002
- 2) Marie-Ange Bueno, Bernard Lamy, Marc Renner, Pierre Viallier-Raynard, "Tribological investigation of textile fabrics"
- 3) P. W. Harrison BSc CTextFTI, " Fabrics: Sensory and Mechanical Properties ", The Textile Institute, 1996
- 4) P. W. Harrison BSc CTextFTI, " Fabrics : Sensory and Mechanical Properties ", Textile Progress Vol.26 No.3
- 5) Susan J, Lederman and M. M Taylor "Fingertip force, Surface Geometry, and Perception of roughness by active touch" Perception & Psychophysics, 1972, Vol 12(5), 401-408