

## 구두 상부용 가죽의 인장 회복량 측정실험

이 정 민<sup>1)</sup> · 배 민 철<sup>2)</sup> · 김 영 우<sup>2)</sup> · 최 승 명<sup>2)</sup> · 백 성 관<sup>2)</sup> · 이 형 옥<sup>3)\*</sup>

한국교통대학교 자동차공학과 대학원<sup>1)</sup> · 한국교통대학교 에너지시스템공학과<sup>2)</sup> · 한국교통대학교 자동차공학과<sup>3)</sup>

### Measurement of Tensile Relaxation of Leather for Shoe Uppers

Jeongmin Lee<sup>1)</sup> · Mincheol Bae<sup>2)</sup> · Yungwoo Kim<sup>2)</sup> · Seongmyung Choi<sup>2)</sup> ·  
Sungkwan Baek<sup>2)</sup> · Hyoungwook Lee<sup>3)\*</sup>

<sup>1)</sup>Graduate School of Automotive Engineering, Korea National University of Transportation,  
50 Daehak-ro, Chungju-city, Chungbuk 27469, Korea

<sup>2)</sup>Department of Energy System Engineering, Korea National University of Transportation,  
50 Daehak-ro, Chungju-city, Chungbuk 27469, Korea

<sup>3)</sup>Department of Automotive Engineering, Korea National University of Transportation,  
50 Daehak-ro, Chungju-city, Chungbuk 27469, Korea

(Received 2017.03.30 / Accepted 2017.05.17)

**Abstract** : In general, the shoe stretcher is utilized to stretching the leather of shoe upper in the longitudinal direction. In the capstone design class, we tried to make a shoe leather stretcher for the ball of foot. Since a natural cow leather was recovered in length according to relaxation time after stretched, it was difficult to predict the initial amount of set up of stretching. In this paper, tensile and relaxation experiments were conducted in order to predict the amount of initial stretching for appropriate tensile length. Apparatus of leather stretching was designed and strains of leather were measured according to relaxation times of 12, 18, 24 hours after stretching of 24 hours. It was revealed that the ratio of the final relaxed strain and the initial applied strain was about 0.404 with R-square of 0.990 for a shoe cow leather.

**Key words** : Leather, Shoe upper, Relaxed strain, Shoe stretcher, Ball of foot

### Nomenclature

px : pixel  
H : hour, h  
P : part

### 1. 서 론

시중에 판매되는 양산 가죽구두의 디자인은서양인의 족형과 디자이너의 미적 감각에 의존하여 많이 제작된다. 이에 동양인의 족형과 다른 점이 많아 불편함을 호소하는 이가 많다. 발 길이가 맞음에도 불구하고

발볼이 넓은 이가 불편함을 해소할 수 있는 방법으로 2가지가 있는데 첫째, 발볼에 맞는 치수의 구두를 착용하는 방법이다. 이는 발 길이가 맞지 않는 불편함을 다시 불러오게 된다. 이에 따라 두 번째 방법을 많이 선택하는데 발볼 부분을 발볼에 맞춰 늘리는 것이다. 맞지 않는 구두를 억지로 신으며 오랜 시간에 걸쳐 늘리는 방법도 있지만 짧은 시간과 맞지 않는 구두를 신어야하는 불편함을 거치지 않고 시중의 ‘제골기’라는 제품을 사용하여 발볼을 많이 늘린다.

본 연구는 2016년 한국교통대학교 에너지시스템공학과 졸업작품을 통하여 수행된 것으로, 발볼을 늘리는 제골기의 제작에 앞서 구두용 가죽의 인장시험 및 시간에 따른 회복량을 측정하여 목표하는 발 볼 사이

\*Corresponding author, E-mail: hwlee@ut.ac.kr

즈에 대하여 회복량을 고려하여 초기 확장길이를 선정하기 위하여 수행되었다.

구두용 소가죽을 장시간 인장시킨 후, 시간에 따라 회복되는 양을 측정하고, 초기 변형률 대비 최종 변형률의 관계를 찾아보고자 하였다. Okasana 등<sup>1)</sup>은 OMC (organic mineral compositions)로 액체화 처리된 구두 상부용 천연 가죽에 대하여 부하-제하-휴지의 단계로 변형률을 측정하였다. 본 연구에서는 가죽을 장시간 인장할 수 있는 장치를 구성하고, 구두용 소가죽을 인장한 후, 스캐너를 이용하여 시간에 따른 회복량을 측정하고, 변형률로 정리하였다.

## 2. 실험방법

### 2.1 실험장치

본 실험에서는 한국인의 남성 30~34세 평균 발 너비인 100.78mm<sup>2)</sup>를 참고하여, Fig. 1과 같이 나무 판의 너비를 101mm로 제작하고 양 옆에 인장될 가죽을 나무토막으로 잡아주는 1차 실험, 가죽의 끝단부위가 미끄러지지 않도록 Side-Vise로 잡아주는 2차 실험을 진행하였다. 1차 실험에서는 나무와 가죽사이에 미끄러짐이 일부 발생하였으나 초기 인장변형률과 최종 회복 변형률을 측정하는 데에는 문제가 없기 때문에 측정데이터는 유효하게 생각된다.

두 실험 모두 가죽이 나무판에 아치형이 되도록 고정하였다. 이후 곡률이 있는 2개의 나무 조각과 간격을 늘려줄 도구를 사용하는 실험 장비를 준비하였다. 구두와 유사한 상태에서 길이를 측정하기 위하여 220mm 길이의 가죽을 사용하였다. 그 중 60mm는 실험 장비에 고정되었으며 인장에 영향을 받지 않았다. 양쪽 30mm 씩을 제외한 중앙의 160mm는 각 20mm씩 나누어 총 8 Part로 구분 했으며 이 길이는 시장조사를 통해 가죽구두의 발 볼 부분 둘레를 측정하여 적용한 것이다.

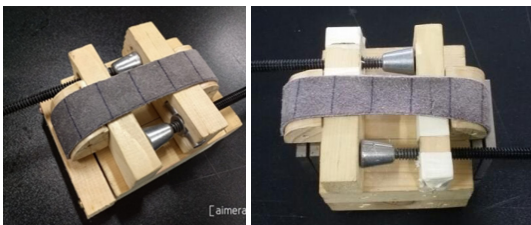


Fig. 1 Leather tension testing apparatus of 1st and 2nd trials

### 2.2 실험내용

Fig. 2와 같이 초기, 24H 인장 후, 12H, 18H, 24H 복원 시간을 부과한 후 각각 스캔하여 픽셀을 측정하였다. Fig. 3과 같이 S/W를 이용하여 측정하였으며, 모눈종이의 1cm당 픽셀은 59px로 측정되었다. 이와 같은 방법으로 측정된 Part별 픽셀을 Fig. 4, 5와 같이 정리 하였다.

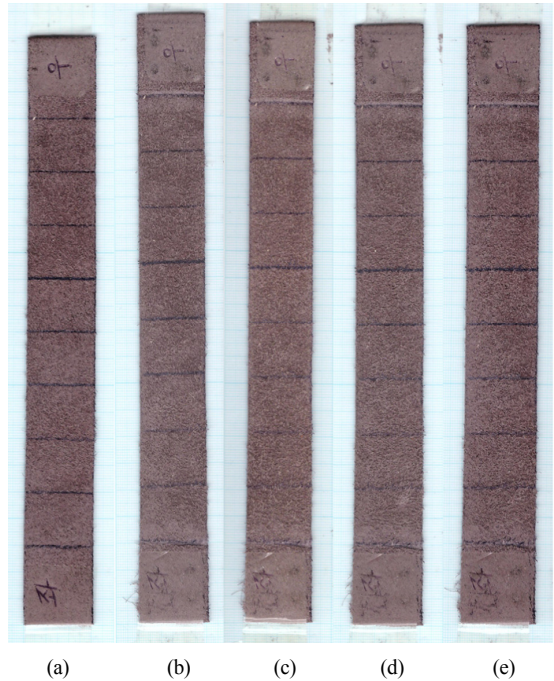


Fig. 2 Photos of specimen length after relaxation: (a) initial; (b) after tension; (c) 12H relaxation; (d) 18H relaxation; (e) 24H relaxation

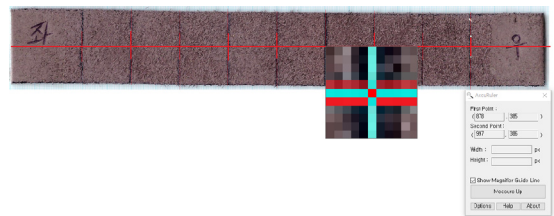


Fig. 3 Pixel measurement method

## 3. 결과 및 고찰

### 3.1 실험결과

앞서 획득한 픽셀 데이터에  $\epsilon = \delta/L$ 을 이용하여, 초기 부과변형률 대 최종 잔여변형률과 비교하고 최

Measurement of Tensile Relaxation of Leather for Shoe Uppers

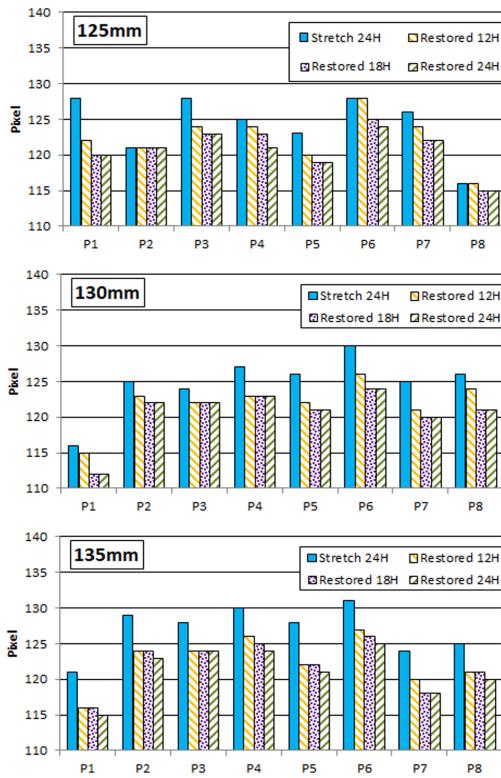


Fig. 4 Pixel data per part (1st Experiment)

종적으로 얻고자 하는 변형률과 초기 부과변형률과의 관계를 예측하고자 하였다. 가죽은 초기 중심부 길이 100mm에 대하여 125mm, 130mm, 135mm, 140mm가 되도록 인장하였고, 8개 부위에 대하여 초기, 24시간 인장 후, 12시간, 18시간, 24시간 회복후의 픽셀을 측정하였다. 첫 번째 실험 결과 P3과 P6의 초기 증가 변형률이 P4와 P5보다 컸으며 최종 잔여변형률도 크게 나타났다.

두 번째 실험의 경우 P3과 P6의 초기 증가 변형률은 컸으나 최종잔여변형률이 같음으로 나타났다. 이는 실험장치가 닿은 P3과 P6의 변형률이 크게 나타날 것으로 예상했으나 전체적으로 고르게 변형되었음을 알 수 있다. 첫번째 실험은 전체 가죽의 스캔이 생략되어 모든 파트를 20mm로 가정하여 초기 증가 변형률을 구한 값이며 데이터의 신뢰도가 떨어지지만 두 번째 실험과 같은 경향성을 보여줌으로써 전체적인 데이터는 신뢰성이 있는 것으로 생각된다.

18시간 이후에는 변형률의 변화가 거의 없는 것으로 판단되었고, 24시간 이후의 픽셀단위의 데이터를

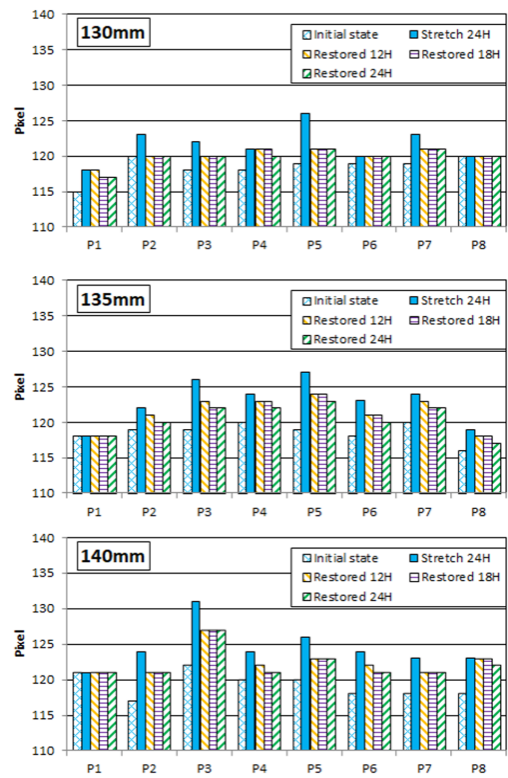


Fig. 5 Pixel data per part (2nd Experiment)

길이를 환산하여 변형률로 측정하였다. 측정된 변형률은 초기 부과 변형률을 x축으로 최종 잔여 변형률을 y축으로 하여 선도를 작성하여 Fig. 6과 같이 도시하

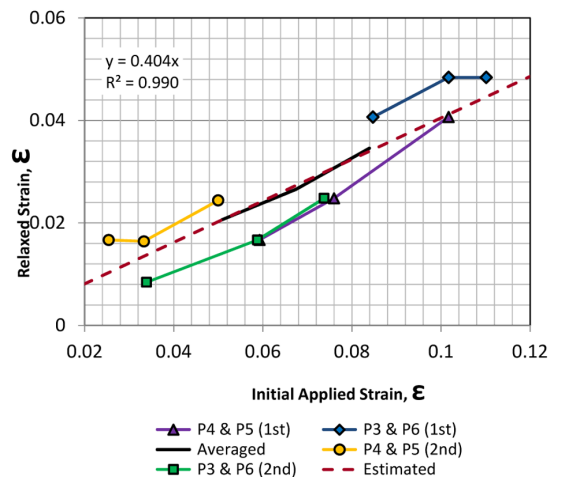


Fig. 6 Relations between the initial applied strain and relaxed strain after 24 hours

었다. 변형 시 주로 중심부에 위치하였던 P3 ~ P6까지의 데이터에 대하여 24H 후 최종 잔여변형률을 도시하였다. 7일 이후의 데이터는 24시간의 데이터와 거의 변화가 없었으며, 이로부터 24시간의 데이터를 이용하여 가죽의 인장을 예측할 수 있다고 판단하였다.

전체적인 데이터로부터 선형 근사를 하였고, 초기 부과 변형률과 최종 잔여변형률 사이에는 선형적으로 0.404의 기울기를 가지며, R-sqr. 은 99%로 값을 잘 묘사하고 있음을 알 수 있다.

여기서 얻을 식을 이용하면 최종적으로 0.02의 변형률을 얻고자 할 경우 초기 약 0.0495의 변형률을 초기에 부과하여야 함을 알 수 있다. 이는 발볼의 사이즈를 늘리기 위하여 제곱기를 통하여 초기에 확장시켜야 하는 길이를 예측할 수 있도록 하는 데이터가 될 수 있어, 본 실험의 효율성을 알 수 있다.

#### 4. 결론

본 연구에서는 발볼과 맞지 않는 구두를 신장함에 있어서 초기 신장의 길이를 예측하기 위하여 가죽의 인장 실험 및 회복실험을 수행하였다. 구두의 상부를 만드는 소가죽을 재료로 이용하였고, 장시간 신장하

여야 함에 따라 인장할 수 있는 장치를 설계하여 제작하였다. 신발의 형태와 유사한 상태에서 인장할 수 있도록 하였으며, 4가지의 신장상태에서 24시간을 유지하였다. 신장 후 12시간, 18시간 24시간이 경과 후, 회복되고 난 길이를 측정하여 초기 변형률과 최종 잔여 변형률 간의 관계를 분석하였다. 예측한 결과 초기 부과 변형률과 최종 잔여 변형률은 0.404의 기울기를 가진 선형관계임을 알 수 있었다.

#### Acknowledgement

본 연구는 2016년 한국교통대학교 에너지시스템공학과 생산시스템종합설계 및 졸업 작품을 통하여 수행된 것으로 관계자들에게 감사를 드립니다.

#### References

- 1) Okasana K., Olena M., and Boguslaw W., "Deformation Characteristics of Leather for Shoe Upper, Filled with Natural Minerals" J. Chem. Chem. Eng.8, pp.47-53, 2014.
- 2) <http://sizekorea.kats.go.kr>