

# 천연 신발 및 피혁 폐기물 재활용 연구

## A study on the recycle of shoe and leather wastes

이상철, 김원주, 신은철, 박수민<sup>1</sup>

한국신발피혁연구소 기능재료연구부 천연소재연구팀, <sup>1</sup>부산대학교 유기소재시스템공학과

### Abstract

신발 및 피혁 제품의 분쇄는 섬유 길이와 물리적인 특성을 고려하여 3~4mm 정도의 섬유 길이로 절단되는 Niagara beater가 우수하였고, 섬유간 접착력을 부여하는 Binder 물질로는 NR latex와 EVA emulsion이 인장, 인열강도가 우수하여 NR latex와 EVA emulsion이 7:3의 비율로 혼합하여 사용하는 것이 가장 좋은 결과를 나타내었다. 또한 코팅 처리된 신발 재단 폐기물의 경우 Niagara beater에 Alcalase를 투입하는 것이 분쇄시간의 단축에 유리한 경향을 나타내었고, 건조 공정은 90℃ 이하로 유지하는 것이  $\Delta E$ 값의 변화가 거의 없었고 100℃에서는  $\Delta E$ 값이 7.55를 나타내어 황변이 발생하였다.

### 1. 서 론

신발 및 피혁을 제조하는 공정은 각각 20여단계의 공정으로 구성되어 있어 각 공정별 천연피혁 폐기물이 발생하게 되는데 종전까지는 대부분 해양투기, 매립 등의 방법으로 폐기물을 처리하여 경제적이 부담이 매우 큰 특징을 가지고 있었다. 하지만 전 세계적으로 자원의 재활용에 대한 관심의 증대로 신발 및 피혁 폐기물에서 발생하는 것을 상품성, 경제성, 자원의 효율성적인 측면에서 검토하기 시작하였다.

이로 인해서 피혁폐기물에서 크롬을 분리하여 재사용하는 연구<sup>1)</sup>, 공업용 Gelatin 제조 연구<sup>2),3)</sup>, 크롬 분리를 통한 액체 비료<sup>4)</sup> 등의 연구가 국내외적으로 활발히 진행되고 있다. 그러나 경제성이 다소 떨어지는 문제와 크롬 처리에 대한 신뢰성의 결여로 인해서 국내의 경우 상업화에 실패하였다. 이로 인해서 새로운 폐기물 재활용 방안이 검토되었는데 이는 신발 및 피혁 폐기물을 물리적인 방법으로 분쇄한 후 단섬유화 시킨 후에 접착제를 적용하여 결합력을 부여한 후 물리적인 가공공정을 거쳐 상품성이 있는 제품으로 생산하여 신발용 소재(Back counter, Texon, Insole 등), 벽지, 바닥재 등의 용도로 사용이 가능한 Leather like sheet를 제조가 자원을 재활용과 환경적인 측면에서 전 세계적으로 주목받고 있다.<sup>5)</sup>

## 2. 실험

### 2.1 실험 재료 및 기구

#### 2.1.1 재료

신발 재단폐기물은 신발업체에서 폐기되는 코팅된 천연가죽 폐기물을 사용하였고, 피혁 폐기물은 피혁 제조 공정 중 원단의 두께 조절 공정을 통해 발생한 Shaving scrap을 사용하였다.

#### 2.1.2 시약

실험에 사용된 접착물질로 SBR latex(금호석유화학), NR latex(정우무역), Acrylic binder(벽산화학), Urethane binder(벽산화학), EVA emulsion(Air product사)가 사용되었고, 폐기물의 pH 조절을 위해 NaOH, HCl, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>(DC chemicals)를 사용하였다. 신발폐기물의 습식분쇄의 효율성을 위한 효소로는 Alcalase 3.0(Novozymes사)를 사용하였다.

#### 2.1.3 기구

폐기물의 단섬유화를 위해 Yasuda seiki에서 제작된 실험용 Niagara beater를 사용하였고, Sheet화를 위한 Forming machine으로는 Square type sheet machine(대일기공)을 사용하여 아래의 그림 1과 같은 공정으로 Leather sheet를 제조하였다.

### 2.2 Sheet 제조

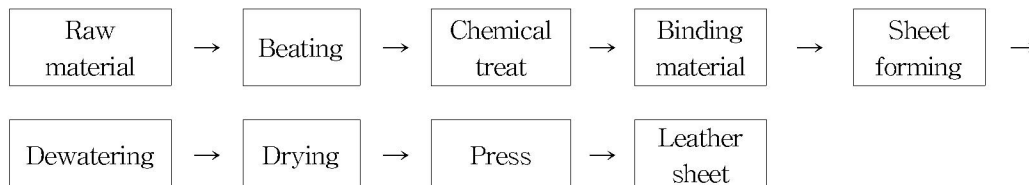


Fig. 1. Manufacturing process of leather like sheet.

폐기물을 적당한 크기로 임의로 파쇄한 후 섬유 길이 3~5mm가 되도록 Niagara beater에서 분쇄한 후에 접착물질의 결합이 용이하도록 pH를 조절한 후 Latex, EVA 등의 Binder 물질을 1~2시간 혼합한 후 Receiver로 이동시켜 Squard type sheet forming machine에서 Sheet의 형성과 탈수를 진행한 후 70~90℃의 온도에서 건조를 한 후 두께 조절과 강도 조절을 위해 90℃, 100kg/cm<sup>2</sup>에서 2~3분 Press를 실시하여 Leather like sheet를 제조하였다.

## 3. 결론

폐기물의 물리적인 처리 방법인 Cutting mill, Disk mill, Niagara beater중 Niagara beater 방식이 섬유의 길이가 3~4mm정도로 비교적 균일한 분쇄가 이뤄져 인장, 인열강도에서 우수한 특성을 나타내었고, 동일한 양의 Binder material을 처리할 시 NR latex와 EVA emulsion가 물리적인 특성이 우수한 실험 결과

를 나타내었고, 최종적으로 굴곡힘 강도, 제품의 성형성 등을 고려할 때 EVA emulsion과 NR latex의 비율은 7:3으로 혼합사용하는 것이 물리적인 특성이 우수하였다.

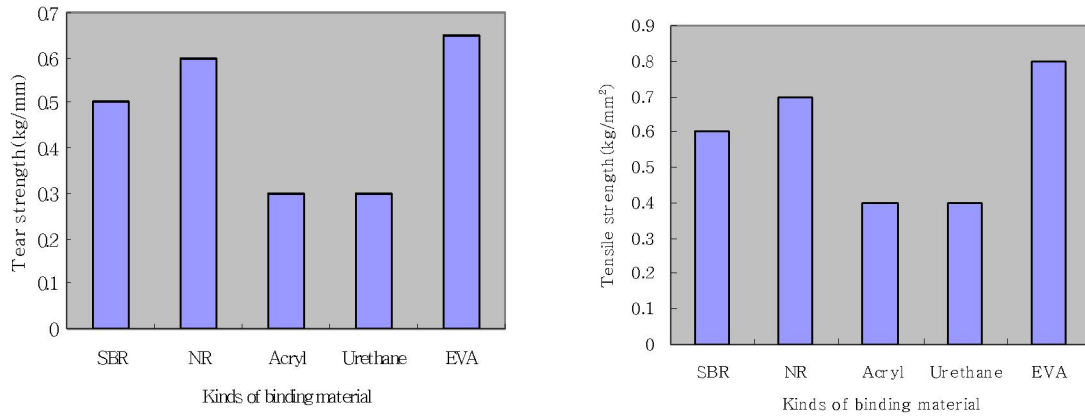


Fig. 2. Physical property according to binding materials.

코팅처리된 신발 재단 폐기물의 경우 효소제인 Alcalase enzyme과 Alkali 처리시 물리적인 특성이 다소 떨어지는 특성을 나타내었지만 Coating 도막의 제거가 잘 이루어져 Beating 시간의 절약과 균일한 특성을 가지는 Sheet 제조가 가능하였고, 건조 시에는 Latex 성분이 Binder로 작용하여 표면의 90℃에서는 ΔE값 측정시 변색이 거의 없었고, 100℃에서는 7.55를 나타내어 Press 온도는 90℃로 진행하는 것이 Sheet의 황변성에 유리하였다.

## 참고문헌

1. Thorstensen, T. C., Fundamentals of pollution control for the leather industry, 5(1984).
2. M.M. Taylor., Influence of pepsin and trypsin on chemical and physical properties of isolated gelatin from chrome shaving., JALCA, Vol. 92. (1997).
3. G. Stockman., Practical consideration of the production scale hydrolysis of blue shavings., JALCA, Vol. 91.(1996).
4. 정광용, 유기질 및 부산물 비료 활용상의 실제, 한국토양비료학회, 17(1995).
5. Li, J.; Chen, G.; Wu, Z-g., Study on Preparation of Collagen Fiber from the leather Waste and its Sheet Characteristic., Leather science and engineering, 16(4)(2006).