

열경화 특성을 이용한 Hot-melt 스티키의 간단한 정량분석기법 탐색

박재석 · 엄기중 · 김형진

국민대학교 임산공학과

1. 서 론

현재 국내 제지 산업의 폐지 재활용률은 세계에서 가장 높은 수준으로 생산 원가 절감 및 자원 절약을 위해 긍정적 현상으로 판단된다. 그러나 폐지 재활용율의 증가로 인해 지료 내에는 오염물질인 점착성 이물질 즉, stickies 가 다량 함유되어 있는 것이 현실이다.

Stickies는 다양한 종류의 이물질로 구성되어 있으며, 그 중 hot-melt 및 wax 물질은 고지에서 유래되는 섬유상 원료 내에 혼합되어 있는 물질의 일종으로 공정 내에서 와이어 및 펄트 오염, 지절 발생 뿐만 아니라 제품의 품질저하 등의 주요인이 되고 있다. 이러한 문제점을 분석 및 평가하기 위해 다양한 정량 분석법이 개발되어 왔다 [1,2,4,5]. 그러나, 이물질과 섬유를 식별하기 위해 염료처리나 코팅처리 및 파우더 등 특수한 부가처리가 요구되었고 화상분석기 같은 장비를 사용해야하는 어려움도 따랐다.

따라서 본 실험에서는 hot-melt & wax의 열경화 특성을 이용하여 stickies를 간단하게 정량 분석하는 방법에 대한 가능성을 제시하고자 하였다.

2. 재료 및 방법

2.1 실험 재료

2.1.1 공시 재료

국내 라이너지 생산업체인 A사로부터 AOCC(American Old Corrugated Container) 및 KOCC(Korean Old Corrugated Container)의 현장지료를 분양받아 사용하였다. Dump chest에서부터 Headbox까지의 공정상에 있는 pipe line을 통하여 총 5개의 site를 선택하여 채취하였다.

2.2 실험 방법

2.2.1 수조지 제조

분양받은 지료를 이용하여 평량 80g의 수초지를 제조한 후, Hot-melt의 열경화 특성을 이용하여 Hot-melt 물질을 섬유에 점착시키기 위해 평판 드라이어를 이용하여 평판 플레이트의 온도를 190℃로 온도를 설정한 후, 그림 1과 같이 시트를 함습지 사이에 넣고 일정한 압력을 가하여 7분간 고온압착 처리 하였다.

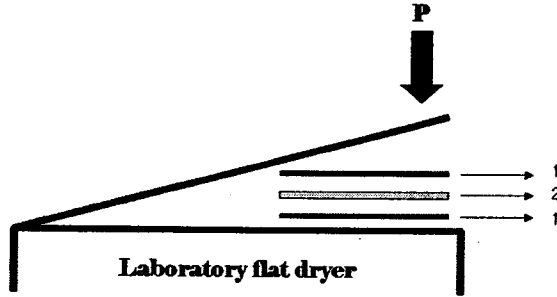


Fig 1. Typical handsheet dryer loading.

1 Plate + Blotting paper, 2 Hand sheet sample

2.2.2 Image 촬영

양쪽 상단에 100W 나트륨 백열등 2개씩(총4개)을 고정시킨 촬영대 바닥에 빛의 흡수를 위해 Black coated Paper를 비치하였다. 이어서, 고정된 위치에 일반 디지털 사진기를 배치시킨 다음 수초지에 증류수를 균일하게 분무 처리한 후 수초지를 촬영 하였다.

제조된 수초지에 증류수를 분무처리 함으로써 시트를 구성하는 섬유의 경우 물이 흡수되어 진한 갈색으로 나타나며, hot-melt 및 wax물질의 경우는 물의 흡수가 야기되지 않으므로 밝은 갈색으로 나타나게 된다(Fig. 2).

이에 따른 변화를 이용하여 image 분석용 디지털 화상을 얻었으며 image 분석용 소프트웨어를 통해 화상의 색도 및 명도차로 이미지 분석을 실시하였다.

2.2.3 Image histogram calculation

고해상 디지털 카메라로 촬영된 image파일을 *Photoshop Tm*을 이용하여 수초지 주변의 배경을 검은색으로 filtering처리 하였다(그림 3). Filtering 과정은 화상 image 중 hot-melt 물질을 분석을 위한 수초지 색도의 정보 추출을 위한 Image 분석 전처리 과정으로 수행하였다.

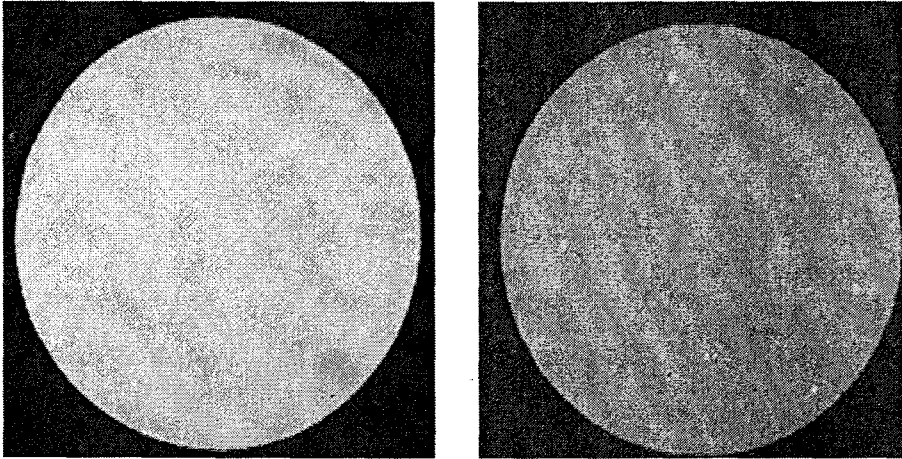


Fig 2. Image of the hand sheets before and after wetting.

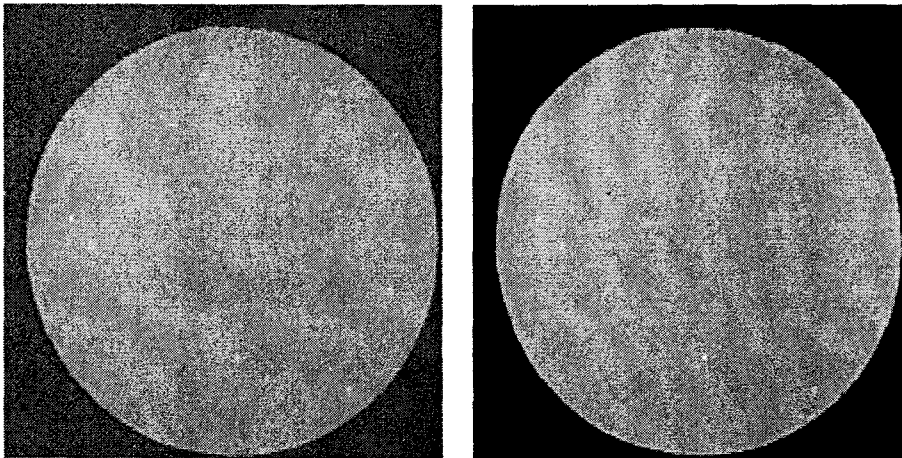


Fig 3. Image of the hand sheets files before and after filtering.

Image filtering 작업 후 hot-melt 물질과 섬유와의 회색도 식별을 위하여 이미지를 gray image로 변환하였으며 gray image 내의 픽셀 정보들을 image histogram으로 환산한다. Gray level로부터 얻는 image histogram은 복잡한 색상을 가진 화상에서 회색도에 따른 픽셀의 객체를 분리 할 수 있으며, 이로부터 영역의 과잉분할을 최적화하는 방법과 복잡한 다중 객체를 가진 이미지에서 객체를 분리할 수 있는 효율적인 방법을 채택하였다. 환산된 픽셀정보의 누적지수를 통하여 산술 분포 곡선을 작성하였으며, 측정된 값을 1차 미분하여 편이도를 분석한 뒤 변색 level의 정확한 측정을 위하여 2차

도함수의 변곡점을 구하였으며 적분을 통하여 해당 곡선의 면적비를 환산하여 ppm단위의 농도를 계산 하도록 하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 Image 분석 적용 가능성 검토

Fig. 4 및 5는 image histogram calculation 소프트웨어를 이용하여 시트의 픽셀 정보의 값을 회색도 값으로 환산한 결과 값을 나타낸 것이다.

Fig. 4 및 5에 나타낸 3개의 image histogram 곡선은 다소 유사한 누적도 값을 보였지만 Fig. 4경우 특정 이물질에 의해 histogram의 sholder가 생성되어 histogram의 표준 분포 곡선의 변형을 야기하였으며, Fig. 5의 경우 규칙적인 표준분포곡선 형태를 보여주고 있다. Fig 4와 5를 비교하여 볼 때, 이물질을 보다 많이 함유하고 있는 채취한 지료가 Dump chest에서 다소 불규칙한 곡선을 보이고 있음을 알 수 있다.

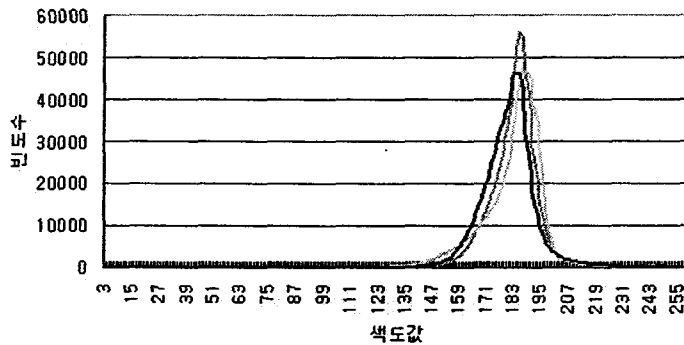


Fig 4. Histogram obtained from of digital image taken at KOCC Dump chest.

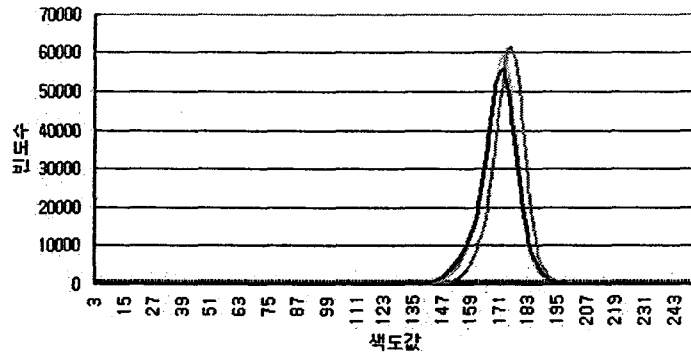


Fig 5. Histogram obtained from of digital image taken at KOCC headbox.

Histogram의 sholder 부분과 표준곡선 부분의 간섭지점을 2차 도함수를 통해 변곡점의 위치를 측정한 후 다시 histogram obtained from of digital image에서 적분을 행하여 해당 곡선의 비율을 산출하여 hot-melt 물질의 농도값을 도출하였다. Fig. 6의 2차도함수 peak로부터 hot-melt 물질에 의해 야기된 최초의 0에 수렴하는 변곡점을 산정 하였으며, 색도값 197에서 hot-melt와 섬유의 명확한 경계를 나타냈다. 색도값 197부터 가장 밝은 색도값(Max: 256)까지 적분하여 산출된 면적값과 총면적분 비를 이용하여 시트상의 hot-melt 농도(ppm)를 산출하였다.

$$Hot-melt \text{ 농도} = \frac{\int_{inflection}^{chromaticity 256} f(x)}{\int_{chromaticity 3}^{chromaticity 256} f(x)}$$

Fig. 6에서 변곡점을 색도값 197로 판단하였을 경우, 수초지 상의 Hot-melt 농도는 2154 ppm으로 산출할 수 있었다.

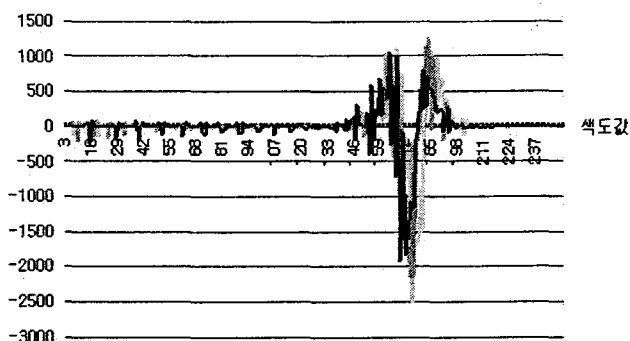


Fig 6. The 2nd derivative of histogram (KOCC headbox).

3.2 현장 자료의 Hot-melt 농도 비교

그림 7은 지료조성 공정의 5개 site에서 채취한 이물질의 농도가 각각 다른 지료를 이용하여 hot-melt 물질의 농도변화율 및 KOCC와 AOCC 공정 라인으로부터 채취한 지료의 hot-melt성 이물질의 비교분석 결과를 나타내었다.

그림 7에서와 같이 지료조성 공정라인에서 공정흐름의 클리닝 및 스크리닝 공정에 의해 이물질이 제거되어 hot-melt 물질 함량이 큰 폭으로 감소하는 것을 알 수 있었으며, 최종 Headbox 단계에서는 각각 2154, 2159ppm의 적은 농도 값을 나타내는 것을 알 수 있었다.

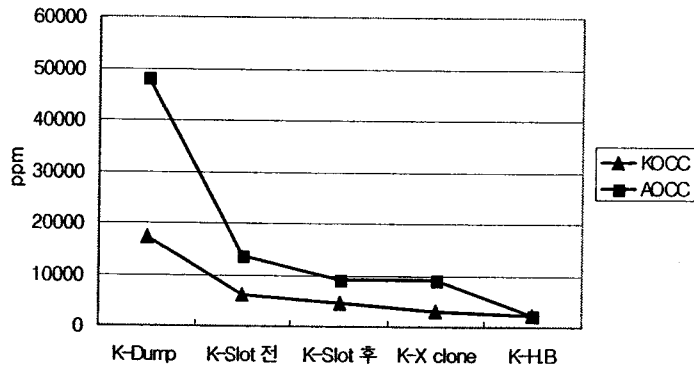


Fig 7. Hot-melt concentration of KOCC and AOCC.

4. 결 론

본 실험에서는 hot-melt 및 wax sticky의 열경화적 특성을 이용하여 고온 압착 처리와 Image histogram기법을 이용하여 특별한 측정 장비를 사용하지 않고 비교적 간편한 방법으로 정량분석이 가능함을 확인할 수 있었다.

5. 참 고 문 헌

1. Heise, O. Cao, B. Dehm, J. Holik, H. Schnabel, Dr S. Kribel, A. "A New Stickies Test Method", TAPPI Recycling Symposium Proceedings p 213-229, (1998).
2. Doshi, M.R Dyer, J. "Management and Control of Stickies", Paper Recycling Challenge, Vol III, p195-233, sect 3.
3. 김현중, 박영배, 효율적인 이미지 분할을 위한 RGB 채널 선택 기법, 소프트웨어 및 응용 제 31권 10호 (2004).
4. 윤병태, 오세균, 재생펄프의 점착성 이물질 정량분석 방법, 펄프·종이기술 제31권 2호(1999).
5. 김동호, 류정용, 김용환, 송봉근, 신문지 재활용 공정의 일차 점착성 이물질 실시간 정량을 위한 새로운 방법, 펄프·종이기술 제35권 4호(2003).