

신문지 재활용 공정의 일차 점착성 이물질 실시간 정량을 위한 새로운 방법

김동호[†] · 류정용 · 김용환 · 송봉근

(2003년 8월 12일 접수; 2003년 10월 15일 채택)

New Method for Real-Time Analysis of Primary Stickies in ONP Recycling Process

Dong-Ho Kim, Jeong-Yong Ryu, Yong-Whan Kim and Bong-Keun Song

(Received on August 12, 2003; Accepted on October 15, 2003)

ABSTRACT

The possibility of real time analysis about hot melt resins and pressure sensitive adhesives in newsprint stock was investigated by performing comparative tests using conventional image analysis method and real time contaminants analyzer. Based on the test results, the performance of real time contaminants analyzer in terms of detecting primary stickies in newsprint stock could be verified. Real time stickies analysis showed good precision and over-estimation of hot melt resins and under-estimation of pressure sensitive adhesives could be corrected by adapting new method. Real time analysis of primary stickies in the actual newsprint stock also showed good correlation with conventional image analysis and the performance of real time contaminants analyzer could be verified again. Adjustment of the contrast sensitivity of real time contaminants analyzer was enough to set the proper monitoring conditions for primary stickies in newsprint stock.

1. 서론

본 연구는 신문지 고지의 점착성 이물질 중 일차 점착성 이물질의 실시간 정량에 관한 것이다. 먼저 본 연구에서는 유동하는 지료의 화상을 실시간으로 분석하여서 그 속에 포함된 이물질 함량을 측정하는 분석기기를 활용하여, 크기 75 μm 이상의 일차 점착성 이물질을 계량할 수 있는지의 여부를 탐색하였다. 아울러

일차 점착성 이물질에 대한 실시간 분석기기의 효율적인 측정조건을 탐색하여 제지공정의 현장에서 일차 점착성 이물질을 정량하는 새로운 방법의 측정 기준을 제시하고자 하였다.

제지공정에서 이물질이란 의도적으로 첨가되지 않은 섬유이외 물질의 총칭으로 다양한 불순물 및 각종 점착성 이물질 즉, 스틱키 (stickies) 등을 예로 들 수 있다. 이 중 스틱키란 부드럽고, 점착성을 나타내는 이

[†] 한국화학연구원 펄프제지연구소 (Pulp and Paper Research Center (PPRC), Korea Research Institute of Chemical Technology (KRICT), P.O. Box 107, Yusong, DaeJeon 305-606, Korea

물질의 충칭으로 주로 점착제와 핫멜트계 수지 및 왁스에 의해 형성된다⁴⁾. 스틱키는 고지 재활용의 효율성을 가장 크게 저해하는 이물질로 와이어, 펄트 및 기타 공정요소에 부착되어 초지 시 지절을 발생시킴으로써 생산성을 저하시킬 뿐 아니라, 외관상 상품가치와 인쇄적성을 저하시키며, 최종 제품의 강도 및 가공적성에도 악영향을 미친다²⁾. 특히 우리나라는 원가절감을 위해 고지의 재활용률을 증대시키고자 전력을 다하고 있으며, 환경보호 및 용수 절감을 위해 청수 사용량을 절감하고 궁극적으로는 무방류화를 목표로 하고 있기에 초지 계 내의 점착성 이물질의 도입과 축적이 심각하게 진행되고 있는 실정이다. 전체 종이 생산량의 20%에 달하는 신문지 역시 그 원료의 대부분을 고지에 의존하기에 이물질에 의한 공정 오염 문제가 심각하게 대두되고 있으며 특히, 제지 설비가 갈수록 고속화 및 광폭화됨에 따라, 초지 시 지절로 인해 비롯되는 다운타임이 생산효율에 더욱 심한 악영향을 미칠 것으로 판단되므로, 점착성 이물질의 제거를 위한 새로운 처리기술의 개발이 절실히 요청되고 있다³⁾.

고지 내에 함유된 복사용 토너, 안료 코팅 시의 점착제인 라텍스, 책자의 제본에 사용되는 핫멜트 수지 및 각종 테이프류에 포함된 감압 점착제 등은 초지계 내에 잔존할 때 전술한 점착성 이물질을 형성한다.

이와 같이 초지공정에서 발생하는 스틱키 즉 점착성 이물질은 미세한 스크린의 슬롯 폭인 0.15~0.3 mm 이상의 크기를 가져 스크린에 의해 분리될 수 있는 일차 점착성 이물질 즉, 매크로 스틱키(macro stickies)와 이보다 작은 이차 점착성 이물질인 마이크로 스틱키(micro stickies)로 크게 분류된다^{4,5)}. 일차 점착성 이물질과 이차 점착성 이물질은 그 거동 특성에서도 다음과 같은 차이를 갖고 있다. 일차 점착성 이물질은 고지의 펄핑 과정에서 점착성 이물질이 분화됨에 따라 나타나지만, 이차 점착성 이물질은 제지공정의 백수에 오염물질이 용해되거나 분산된 상태인 콜로이드로 존재한다. 이러한 이차 점착성 이물질은 일차 점착성 이물질의 미분화로 인하여 상당부분 비롯되므로 일차 점착성 이물질의 제거를 위한 적절한 정선 처리는 공정 및 품질관리의 측면에서 매우 중요하다⁶⁾.

신문고지의 정선 공정은 지료로부터 연속적으로 이물질을 분리해내는 과정으로서 클리너와 스크린, 부상부유 탈묵기 등으로 구성된다. 정선공정의 이물질 분리 효율은 전술한 각 설비의 운전상황에 의해 좌우되는데, 만일 설비의 유지, 보수에 문제가 발생되어 분리 효율이 저하된다면 이물질의 초지계 내로의 과도한 유

입으로 인하여 생산 효율과 제품의 품질 모두 저하되는 결과를 피할 수 없다. 이 밖에도 주원료인 고지 내의 이물질 함량이 크게 변화되고 있는 상황에서 정선 효율이 일정한 처리 공정을 그대로 적용한다면 고지의 품질이 변화되는 만큼 제품의 품질과 생산 효율이 함께 변동하는 문제점이 야기되기에 주원료의 변화에 능동적으로 대처할 수 있는 공정운영 기술의 개발이 시급한 실정이다. 따라서 최종 제품의 품질과 그 생산 효율을 개선하는 시발점은 고지의 재활용 공정 내에 얼마만큼의 점착성 이물질이 유입되고 그 처리 결과가 어떠한가를 실시간으로 파악하는 데에서 찾을 수 있다 하겠다.

상기한 정량 분석이 실시간이 아닌 시간차를 갖는 형태로 이루어진다면 이미 생산된 다량의 불량품과 그것을 제조하는 과정의 생산 효율 저하를 감수해야 하기에 분석의 실효를 거두기 어렵다. 그러나 불행히도 지금까지는 점착성 이물질에 대한 정량 분석을 실시간으로 수행할 수 없었으며, 정량 분석에 많은 시간이 소요되는 기존의 방법 및 분석기기 등은 고속으로 초지되는 실제 현장의 초지기 운전 효율 개선의 측면에서 실질적인 도움을 줄 수 없었다. 즉 정선과정에 있는 일단의 원료에 대하여 많은 시간과 노력을 들여 분석하였다 하더라도 그러한 특징을 지닌 원료는 이미 제품으로 만들어진 이후로서 장시간이 소요되는 분석결과를 활용한 생산 공정의 효과적인 조절은 전적으로 불가능한 것이 현실이었다. 만일 현장 원료의 오염 상황을 실시간으로 분석할 수 있다면 보다 효율적인 생산 공정의 조절은 물론, 최종 제품의 균일성을 혁신적으로 개선하여 그 품질을 현격히 향상시킬 수 있을 것이다. 따라서 본 연구에서는 기존의 ink spec, dirt 및 shive의 측정을 위해 개발된 측정기기를 활용하여 국내 제지산업의 실정에 맞는 일차 점착성 이물질에 대한 실시간 현장 분석 가능성을 탐색하고, 이를 활용한 실시간 오염물질 분석기술을 확립함으로써, 고지 재활용에 따른 공정 트러블을 미리 예측하고 절감시킬 수 있는 새로운 제지기술을 도모하고자 하였다.

만일 dirt 및 잉크 측정 설비와 일차 점착성 이물질 측정 설비를 종합한 새로운 실시간 계측 설비를 개발하고 우리 현실에 맞는 그 적용방법을 확립한다면, 이를 활용하여 고지 재활용 공정의 지료 조성단계를 분석, 평가함에 따라 보다 효율적인 고지 재생공정 관리가 가능하리라고 기대된다.

2. 재료 및 방법

2.1 재료

본 연구에서 사용된 공시재료는 전남목포 소재 B사의 현장에서 채취한 지료로서, Drum pulper-A, Drum pulper-B, Slot screen, Disperser, Headbox의 5곳에서 sampling하여 일차 점착성 이물질 분석에 활용하였다.

제본용 핫멜트를 냉동 분쇄하여 신문지와 함께 해리하는 과정을 통해 인위적인 핫멜트 점착성 이물질을 구성하였고, Pressure Sensitive Adhesives (PSA)의 경우는 감압 점착지를 신문에 붙여 해리하는 방법으로 구성하였다. 인위적으로 구성된 일차 점착성 이물질은 국산 신문 지료와 함께 혼합되어 실시간 이물질 분석기 및 화상분석기를 활용한 분석용 시료로 사용되었다.

2.2 실험방법

각 공정(Drum pulper-A, Drum pulper-B, Slot screen, Disperser, Headbox)의 현장 지료와 인위적으로 조제한 점착성 이물질이 포함된 지료를 대상으로 기존의 분석용 화상분석기기를 활용하여 일차 점착성 이물질 함량을 분석한 후 실시간 이물질 분석기 (SIMPATIC, Techpap社)와의 연관성을 살펴보았다.

Fig. 1은 실시간 이물질 분석기와 기존의 화상분석법의 활용상황과 본 연구에서 적용한 실시간 이물질 분석기 및 그의 실제 제지공정에서의 적용상황을 모식화한 그림들이다.

2.2.1 기존의 화상분석기를 활용한 각 현장 지료의 일차 점착성 이물질 분석

본 연구에서는 프랑스 펄프제지연구소 (CTP)에서 개발된 점착성 이물질 정량법을 활용하여 신문지료에 포함된 일차 점착성 이물질 함량을 측정하였다 (Fig. 2).

각 조성공정의 현장 지료로부터 전건 25 g (Drum pulper-A, Drum pulper-B, Slot screen) 및 100 g (Disperser, Headbox) 씩을 각각 취해서 2 L 부피의 삼각플라스크에 넣고, 셀룰라아제(Novozyme342, Novozyme社)를 전건지료 대비 5%씩 첨가한 후 중탕

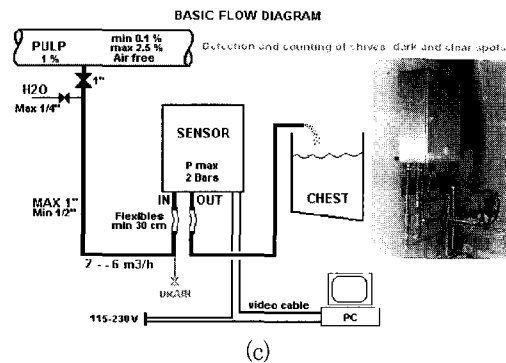
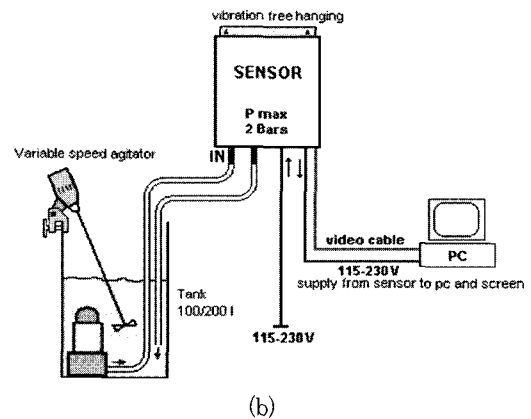
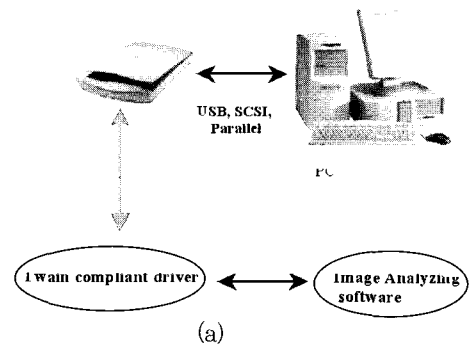


Fig. 1. Schematic diagrams of conventional image analyzer (a), real time contaminants analyzer (b) and example of mill actual application (c).

수조에서 온도 45 °C를 유지하면서 12시간 동안 교반하며 반응시켰다. 효소처리 없이 somerville 스크린 처리만으로 걸러낸 점착성 이물질에는 다량의 섬유가 부착되어 화상분석의 정도를 저해하는 원인이 되지만, 본 연구에서는 효소를 활용한 새로운 일차 점착성 이물질 전처리법을 활용함에 따라, 보다 정확하게 화상 분석을 실시하여 일차 점착성 이물질 함량을 측정할 수 있었다. 효소 반응 후 다시 somerville screen으

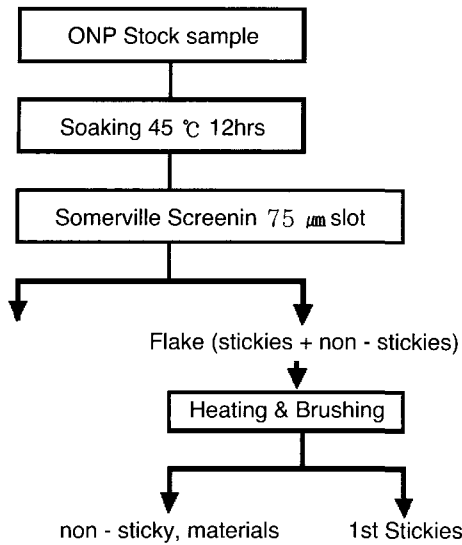


Fig. 2. Classification of ONP based on size and sticky properties.

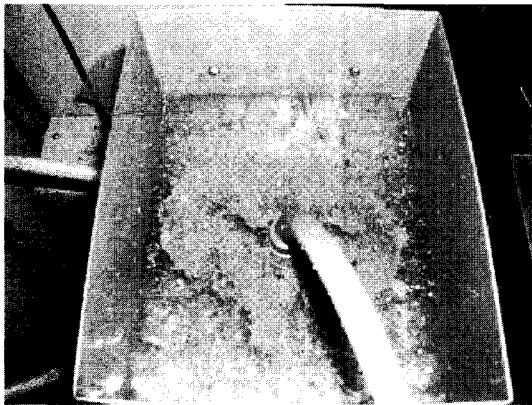


Fig. 3. Somerville screening.

로 걸러진 이물질들을 여과하면 섬유분이 부착되지 않은 이물질만을 구할 수 있다. 이러한 이물질 중에서 다시 점착성 이물질만을 골라내기 위하여 여과지를 50 °C 미만의 실온에서 건조시킨 후 105 °C의 Dry oven에 15분 동안 열을 가한 다음, 실리콘지를 덧대고 눌러주고 잔존해 있는 섬유와 비점착성 이물질을 솔로 털어 내는 작업을 실시하였다. 이렇게 얻은 시료를 화상 분석기로 분석하고 다시 140 °C에서 15분간 가열시킨 다음 화상의 변화를 측정하였다.

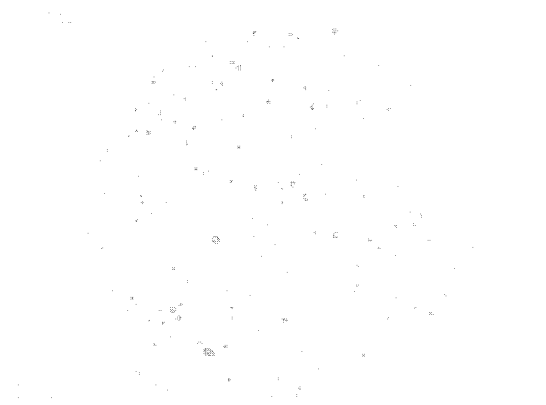


Fig. 4. Stickies after filtering and hot pressing.

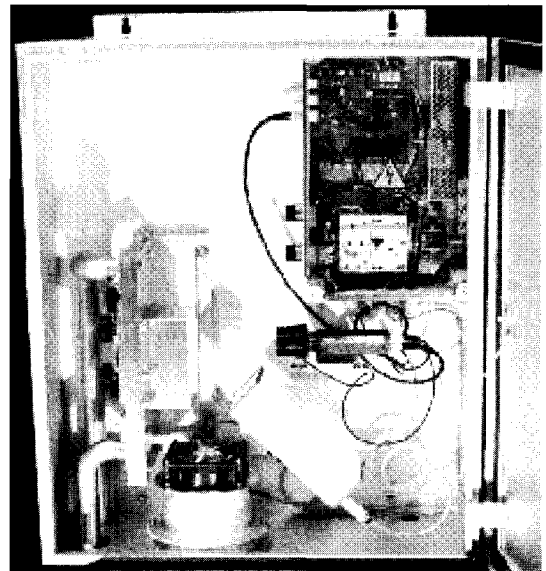


Fig. 5. Inner part of real time contaminants analyzer.

2.2.2 실시간 이물질 분석기를 활용한 일차 점착성 이물질 분석

일차 점착성 이물질을 첨가하여 인위적으로 조성한 지료와 실제 공정의 현장 지료를 농도 0.45%, 0.9%로 각각 희석한 후, 실시간 이물질 분석기를 활용하여 black dot를 측정하였다 (Fig. 5 & 6). 측정 시 실시간 이물질 분석기의 Sensitivity를 변화시켜 dirt, shive, ink 및 stickies 등의 수와 면적을 측정하였다.

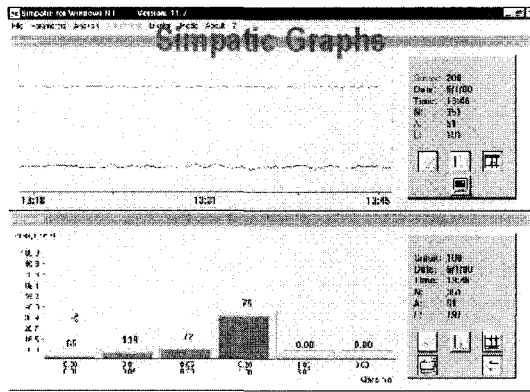


Fig. 6. Monitoring image of real time contaminants analyzer.

2.2.3 핫멜트 점착제 및 감압 점착제의 분쇄 및 착색 처리

핫멜트와 감압 점착제를 액체 질소에 침지하여 동결시킨 다음 고속 믹서로 분쇄시켰다. 4 mm 이상 크기의 거대입자를 채로 제거한 다음 ONP를 해리시키는 고농도 펄퍼에 첨가하여 함께 교반 하였다. 이러한 처리를 통해 핫멜트와 감압 점착제 입자의 색은 밝은 노랑 색으로부터 검정 색으로 바뀌어 기존의 화상분석기

와 실시간 이물질 분석기를 활용하여 측정이 가능하게 되었다 (Fig. 7).

3. 결과 및 고찰

3.1 인위적으로 조성한 핫멜트 첨가 지료의 일차 점착성 이물질 정량

전술한 바와 같이 핫멜트계 점착성 이물질이 첨가된 지료를 조성한 다음, 기존의 화상분석법과 새로운 실시간 분석기를 활용한 분석 방법을 비교하여 일차 점착성 이물질에 대한 실시간 분석의 가능 여부를 파악하고자 하였다.

Fig. 8, 9에 나타낸 바와 같이 실시간 이물질 분석기를 활용하여 지료의 농도, 측정 유속 및 측정 감도 (Contrast Sensitivity)를 달리하면서 black dot의 함량을 계량하고, 이를 기존의 화상분석기로부터 얻은 일차 점착성 이물질 측정 데이터와 비교한 결과, 다음의 사항을 확인할 수 있었다.

먼저 크기 0.3 mm 미만의 일차 점착성 이물질에서는 새로운 실시간 분석기와 기존 화상 분석기로 측정된 이물질의 수와 면적 측정결과가 유사한 경향을 보

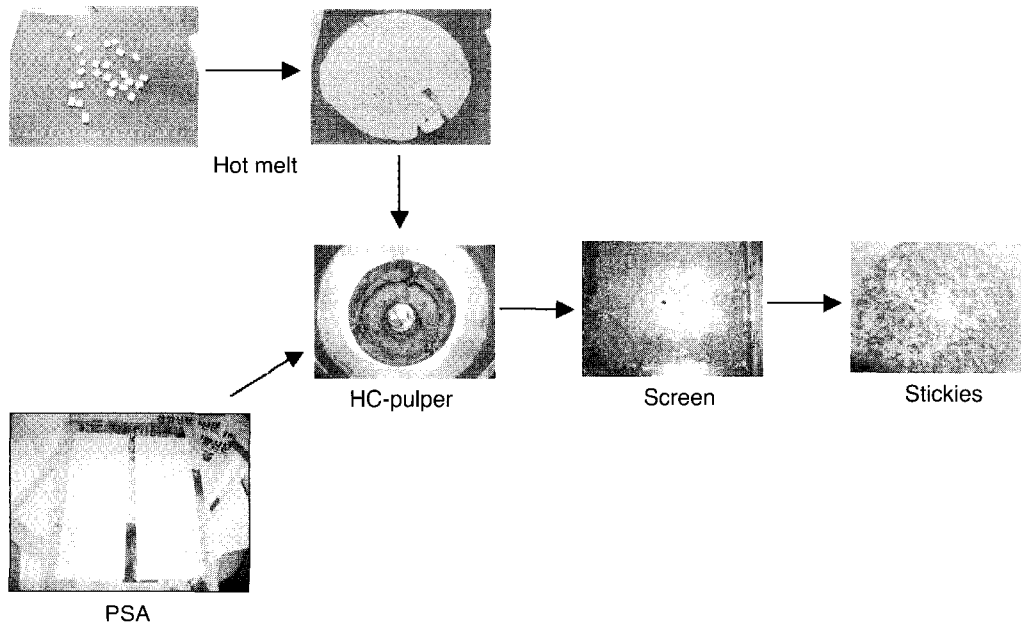


Fig. 7. Blackening and Screening process of hot-melt & PSA.

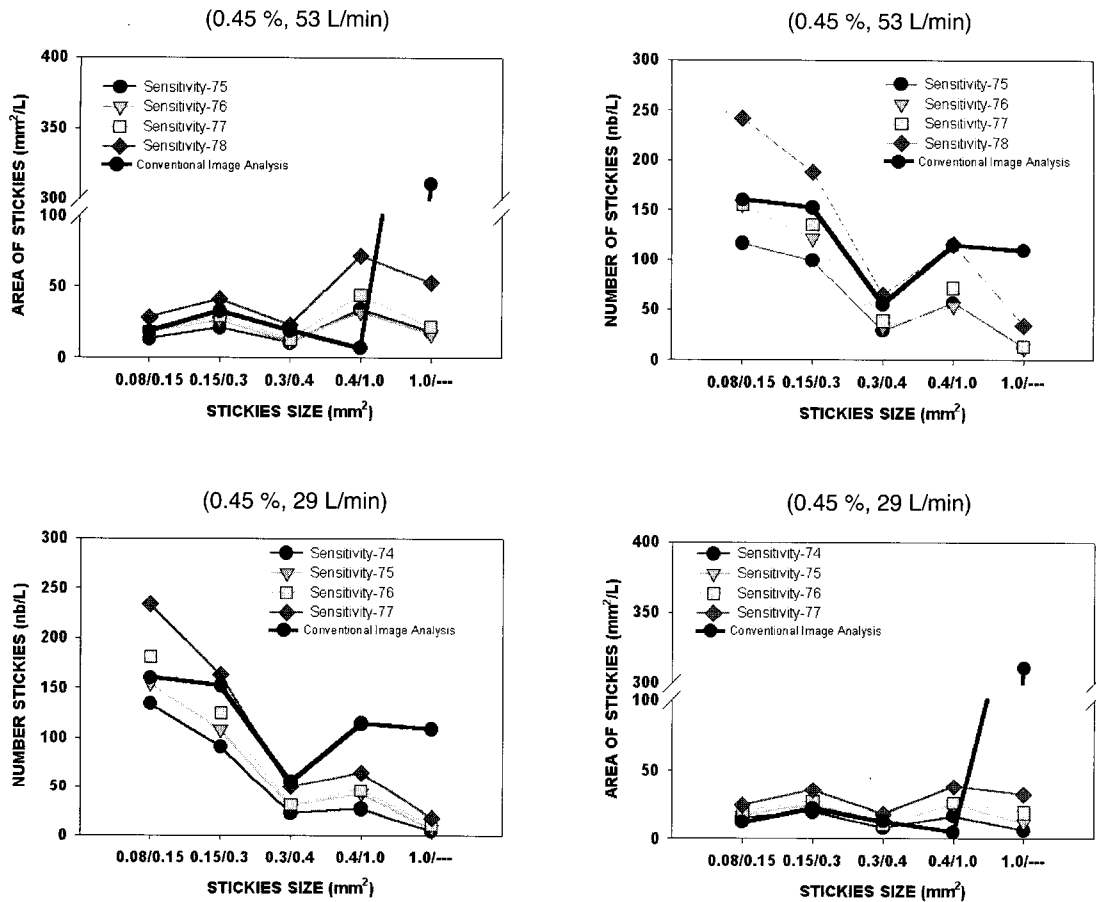


Fig. 8. Number & area of hot-melt stickies measured by real time contaminants analyzer and conventional image analyzer at the stock consistency 0.45 %.

이는 결과로부터 새로운 실시간 분석기를 활용한 일차 점착성 이물질의 실시간 계량이 가능함을 확인하였다.

비록 0.4 mm 크기 이상의 일차 점착성 이물질의 경우 화상분석기를 활용한 데이터와 실시간 분석기의 계측치가 다소 차이를 보였지만, 화상분석기를 활용한 실험실적 점착성 이물질 측정과정의 고온 압착 처리로 인해 크기가 다소 큰 핫멜트 점착성 이물질 입자가 퍼짐에 따라 마치 큰 이물질이 많은 것처럼 보인다는 점을 고려할 때, black dot의 수와 면적 측정을 기준으로 한 점착성 이물질의 실시간 분석이 유의함을 확인할 수 있다.

Fig. 8의 0.45%농도, 유량 29 L/min 조건에서 일차 점착성 이물질 면적 측정 결과를 보면 전술한 기존 분석법의 오류를 다시 한번 확인할 수 있다. 0.4~1.0 mm 크기의 일차 점착성 이물질은 열압 과정 중에 여

과지 위에서 확산, 용착되어 화상분석 시 마치 크기 1.0 mm 이상의 입자인 것처럼 간주되었기에, 기존의 화상분석법을 활용한 크기 0.4 mm 이상의 일차 점착성 이물질 정량에 오류가 발생하였음을 이해할 수 있다.

Fig. 8과 Fig. 9에 나타난 바와 같이 농도가 일정할 때에는 실시간 이물질 분석기를 통과하는 지료의 유속이 변화하더라도 일차 점착성 이물질의 측정 수량 및 면적은 큰 차이를 보이지 않았다. 이것은 유량이 29 L/min에서 53 L/min으로 두 배 이상 변화되더라도 스트로보스코프의 순간적인 섬광에 의해 채택, 분석되는 영상으로부터 산출한 이물질 함량은 차이가 없음을 의미한다. 따라서 본 연구에서 활용된 실시간 이물질 분석기는 지료의 흐름이 빠르고 느린 것에 상관없이 이물질 함량을 정확히 측정하는 장점이 있음을 확인할

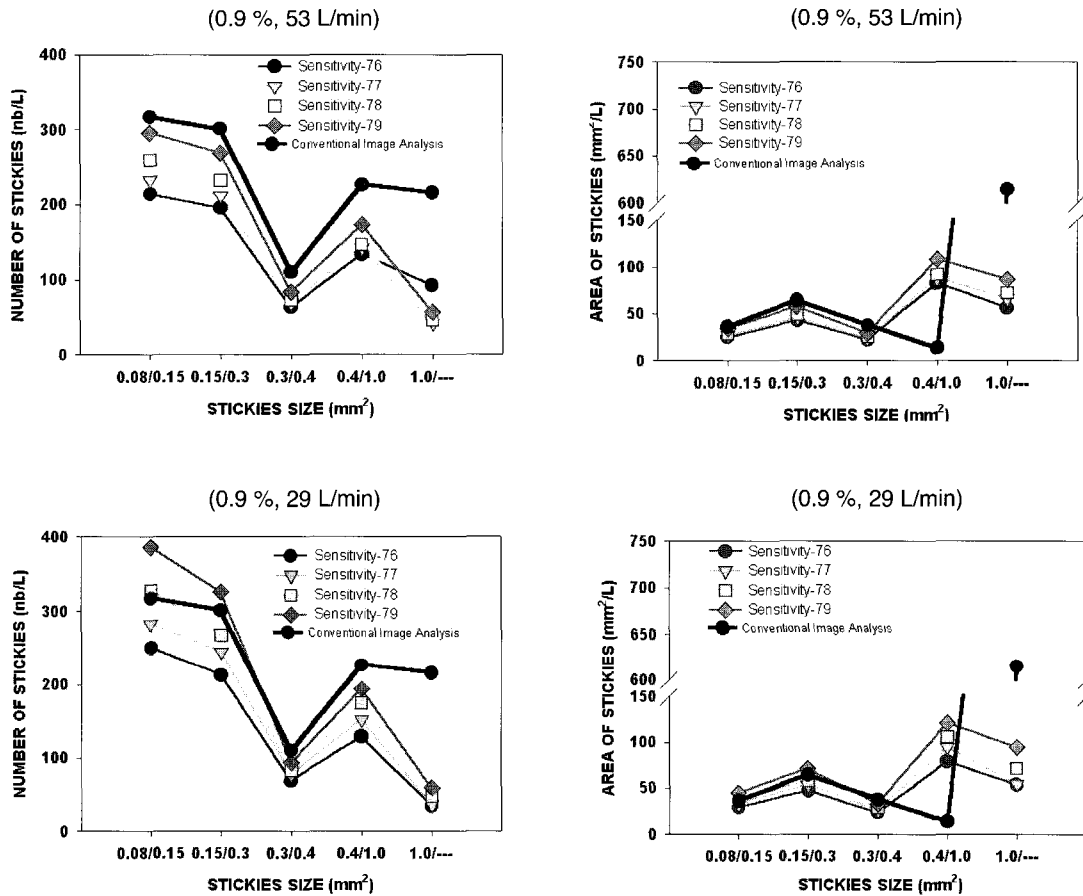


Fig. 9. Number & area of hot-melt stickies measured by real time contaminants analyzer and conventional image analyzer at the stock consistency 0.90%.

수 있었다. 그러나 지료의 농도가 0.45%로부터 0.9% 까지 두 배 증가하는 경우, 농도의 증가와 함께 이물질 함량 역시 두 배로 증가한 결과 Fig. 9에 나타낸 바와 같이 실시간 이물질 분석기와 기존 화상분석기 모두 일차 점착성 이물질 함량이 증가하는 결과를 나타내었다. 이러한 결과를 종합하여 볼 때, 실시간 이물질 분석기를 활용한 black dot 측정을 통해서 핫멜트 점착성 이물질의 정량이 가능함을 확인할 수 있었다.

3.2 인위적으로 조성한 감압 점착제 첨가 지료의 일차 점착성 이물질 정량

인위적으로 제조한 감압 점착제 이물질을 첨가하여 조성한 신문지료에 대해서 Fig. 10, 11과 같이 농도와

유속을 달리하여 실시간 이물질 분석을 실시한 다음, 기존의 화상 분석기를 활용한 측정 데이터와 비교한 결과, 다음의 사실을 확인할 수 있었다.

먼저 Fig. 10, 11을 Fig. 8, 9와 비교해 볼 때, 감압 점착제를 첨가한 지료에 대한 실시간 이물질 분석 데이터가 기존의 화상 분석치와 0.4 mm 이상의 일차 점착성 이물질 측면에서 더 근접한 결과를 나타내었음을 확인할 수 있다.

감압 점착제는 핫멜트와 달리 열압 처리를 받더라도 여과지에 용착되며 퍼지는 경향이 미미하기에, 0.4 mm 이상의 일차 점착성 이물질에 대한 화상 분석치와 실시간 분석기의 측정치가 큰 차이를 나타내지 않은 것으로 판단된다. 이와 반대로 0.4 mm 미만의 일차 점착성 이물질 개수 및 면적은 핫멜트 첨가 지료의 경우와 달리 감압 점착제를 첨가한 지료의 화상분석

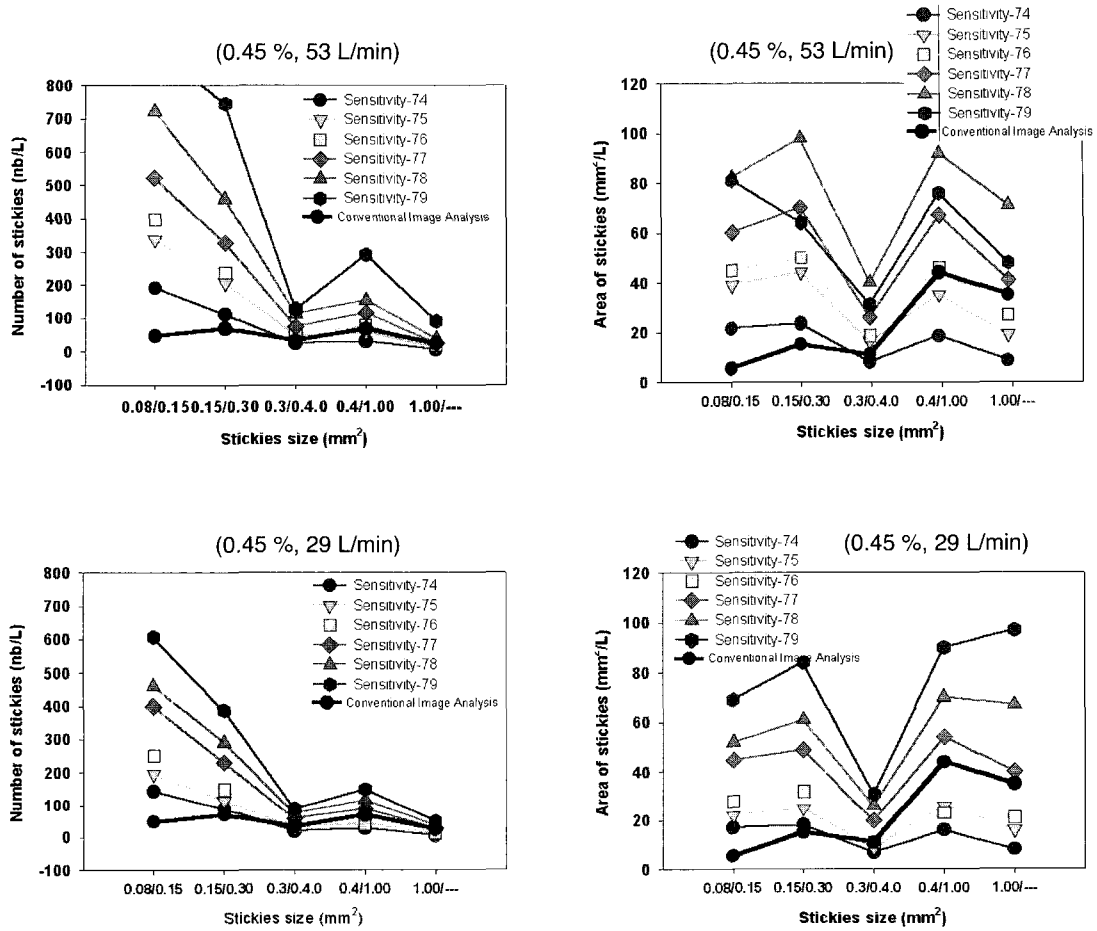


Fig. 10. Number & area of PSA stickies measured by real time contaminants analyzer and conventional image analyzer at the stock consistency of 0.45%.

결과, 오히려 실시간 분석기의 측정 결과보다 저하됨을 확인하였다.

핫멜트로부터 기인한 일차 점착성 이물질은 그 모양이 입체적으로서 스크린 플레이트의 슬롯으로 걸러지기 쉬운 반면, 감압 점착제로 구성된 일차 점착성 이물질은 판상으로서 비록 그 크기가 스크린 슬롯 폭보다 크더라도 유연하게 슬롯을 통과함에 따라 걸러지기 어려운 특징이 있다. 따라서 스크린으로 거른 일차 점착성 이물질만을 측정하는 기존의 화상분석법에 비하여 전체 지료의 black dot를 정량하는 실시간 이물질 분석기를 활용하는 방법의 경우, 슬롯을 통과할 만큼 작은 크기의 일차 점착성 이물질까지 빠짐없이 모두 측정됨에 따라 그 개수 및 면적이 크게 나타났다고 판단된다.

Fig. 10에 나타난 바와 같이 농도가 일정할 때에는

실시간 이물질 분석기를 통과하는 지료의 유속이 변화하더라도 일차 점착성 이물질의 측정 수량 및 면적은 큰 차이를 보이지 않았다. 이것은 유량이 29 L/min에서 53 L/min으로 두 배 이상 변화되더라도 스트로보스코프의 순간적인 섬광에 의해 채택, 분석되는 영상으로부터 산출한 이물질 함량은 차이가 없음을 의미한다. 따라서 본 연구에서 활용된 실시간 이물질 분석기는 지료의 흐름이 빠르고 느린 것에 상관없이 이물질 함량을 정확히 측정하는 장점이 있음을 다시 한번 확인할 수 있었다. 이러한 결과를 종합하여 볼 때, 실시간 이물질 분석기를 활용한 black dot 측정을 통해서 핫멜트 수지 및 감압 점착제로부터 유래된 점착성 이물질의 정량이 가능함을 확인할 수 있었다.

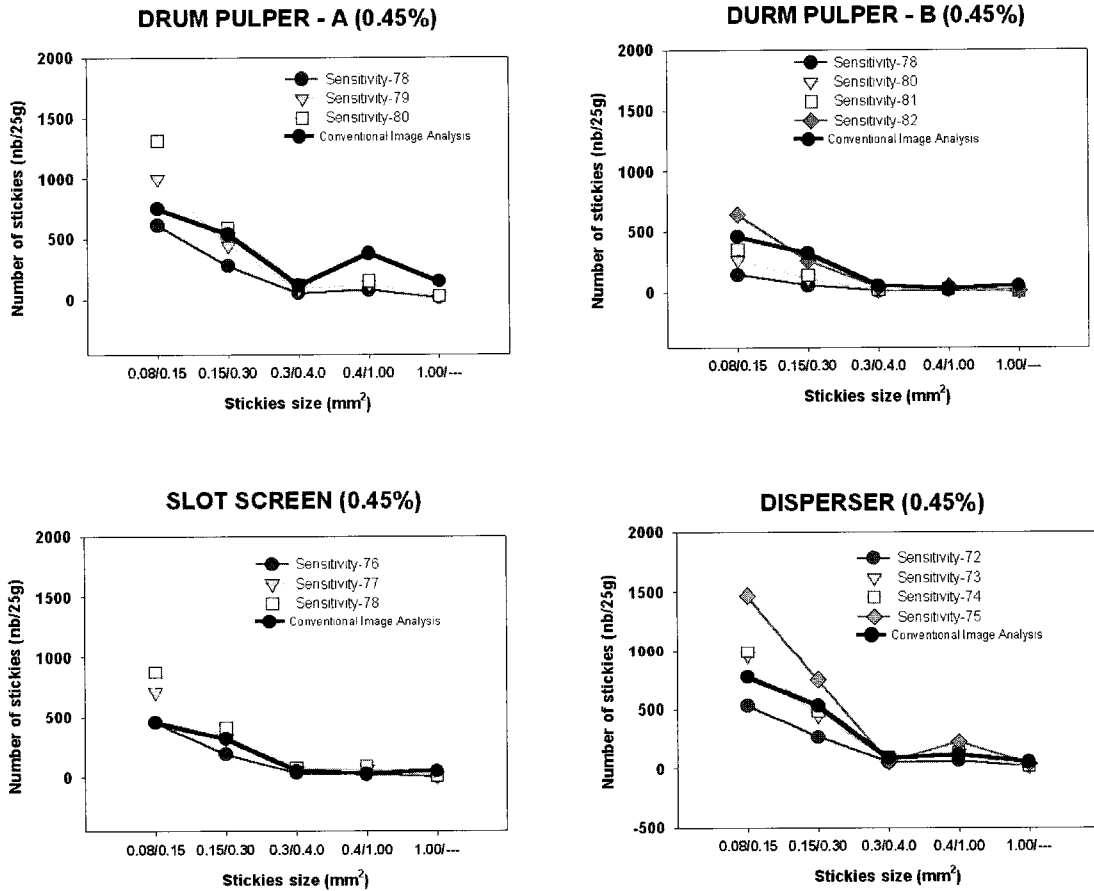


Fig. 11. Number of primary stickies of actual NP stock measured by real time contaminants analyzer and conventional image analyzer at the stock consistency of 0.45%.

3.3 실제 신문지 조성 공정의 지료에 대한 일차 점착성 이물질 분석, 비교

B사의 각 정선공정에서 채취한 지료를 0.45%로 희석한 후에 기존의 화상분석기와 실시간 이물질 분석기로 측정된 결과는 Fig. 11 및 12와 같다.

Fig. 11에 나타난 바와 같이 실시간 이물질 분석기의 측정감도를 78에서 82 사이로 조정함에 따라 기존의 화상분석기로 측정된 일차 점착성 이물질 개수 결과와 유사한 black dot 측정치를 얻을 수 있었다. 이것은 지료 내의 검은색 dirt를 모두 감지하는 실시간 이물질 분석기를 활용하여 실제 신문지료의 점착성 이물질의 개수만을 측정하는 화상분석 결과를 예측할 수 있음을 보여준 결과이다. 즉, 실시간 이물질 측정기를 활용한 점착성 이물질 개수 측정이 실제 현장 지료의

경우도 가능함을 나타내고 있다할 것이다.

그러나 점착성 이물질의 면적을 비교한 Fig. 12의 결과를 살펴보면 개수의 경우와 달리 실시간 이물질 측정기와 기존 화상분석법으로 측정된 측정치간에 다소 큰 차이가 보였다. 특히 이러한 차이는 Fig. 13의 정선공정 초기에 해당하는 드럼 펄퍼나 슬롯 스크린의 경우 더욱 두드러지게 나타났다.

일차 점착성 이물질의 크기가 0.3 mm 미만인 분포 구간에서는 실시간 이물질 측정기와 화상분석법을 활용하여 측정된 stickies 면적 측면에서 유사한 결과를 얻을 수 있었으나 크기 0.4 mm 이상의 경우, 기존의 화상분석법을 활용할 때에 여과지 위의 일차 점착성 이물질 중 핫멜트계의 stickies가 hot-pressing 처리로 인해 spreading되어 0.4 mm 크기 이상의 stickies로서 간주됨에 따라 전술한 바와 같이 실시간

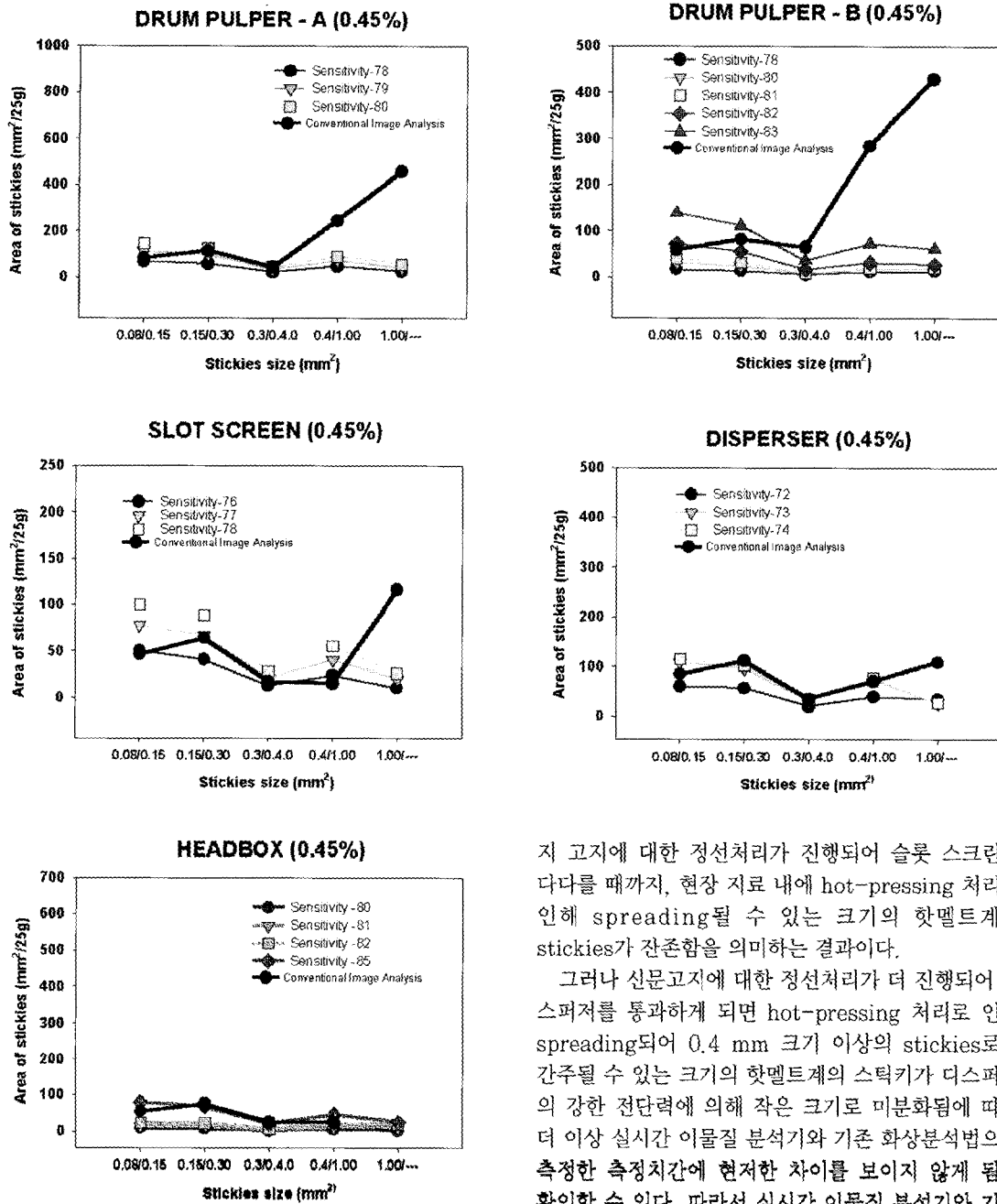


Fig. 12. Area of primary stickies of actual NP stock measured by real time contaminants analyzer and conventional image analyzer at the stock consistency of 0.45%.

이물질 측정기와 기존 화상분석법으로 측정된 측정치 간에 다소 큰 차이가 보였다고 판단된다. 이것은 신문

지 고지에 대한 정선처리가 진행되어 슬롯 스크린에 다다를 때까지, 현장 지로 내에 hot-pressing 처리로 인해 spreading될 수 있는 크기의 핫멜트계의 stickies가 잔존함을 의미하는 결과이다.

그러나 신문고지에 대한 정선처리가 더 진행되어 디스퍼저를 통과하게 되면 hot-pressing 처리로 인해 spreading되어 0.4 mm 크기 이상의 stickies로서 간주될 수 있는 크기의 핫멜트계의 스틱키가 디스퍼저의 강한 전단력에 의해 작은 크기로 미분화됨에 따라 더 이상 실시간 이물질 분석기와 기존 화상분석법으로 측정된 측정치 간에 현저한 차이를 보이지 않게 됨을 확인할 수 있다. 따라서 실시간 이물질 분석기와 기존 화상분석법으로 측정된 측정치 간에 차이는 측정 방법으로부터 기인하는 것이지 근본적으로 차이를 나타내는 것이 아님을 알 수 있다.

0.08에서 0.15 mm 구간의 일차 점착성 이물질 측정 결과를 살펴보면 스틱키의 개수와 면적 모두에서 기존 화상분석법으로 측정된 결과가 다소 적음을 알 수 있는데 이것 역시 전술한 바와 같이 설명할 수 있

다. 즉, 감압 점착제로 구성된 일차 점착성 이물질이 판상으로서 비록 그 크기가 스크린 슬롯 폭보다 커다랄지라도 유연하게 슬롯을 통과함에 따라 걸러지기 어려운 특징이 있다. 따라서 스크린으로 거른 일차 점착성 이물질만을 측정하는 기존의 화상분석법에 비하여 전체 지료의 black dot를 정량하는 실시간 이물질 분석기를 활용하는 방법의 경우 슬롯을 통과할 작은 크기의 일차 점착성 이물질까지 빠짐없이 모두 측정됨에 따라 그 개수 및 면적이 크게 나타난다. 상기한 이유로 인하여 실시간 이물질 분석기와 기존 화상분석법으로 측정한 측정치 간에 차이가 유발되었다고 해석된다.

이로써 실시간 이물질 분석기를 활용하여 실제 현장 지료의 측정 유속 및 측정 감도 (Contrast Sensitivity)를 달리하면서 black dot의 함량을 계량하고, 이를 기존의 화상분석기로부터 얻은 일차 점착성 이물질 측정 데이터와 비교한 결과, 새로운 실시간 분석기와 기존 화상 분석기로 측정된 이물질의 수와 면적 측정결과가 유사한 경향을 보이는 증거를 제시하게 되었으며 이로부터 새로운 실시간 분석기를 활용한 일차 점착성 이물질의 실시간 계량이 가능함을 확인할 수 있었다.

4. 결론

실시간 이물질 측정기를 활용하여 신문지료 내에 인위적으로 투입된 핫멜트 스틱키와 PSA의 측정이 가능함을 기존 화상분석법과의 비교로서 알 수 있었다. 실제 신문지료를 기존 화상분석법과 실시간 이물질 측정기를 활용하여 분석한 결과, 새로운 실시간 분석기와 기존 화상 분석기로 측정된 이물질의 수와 면적 측정결과가 유사한 경향을 보이는 증거를 제시하게 되었으며 이로부터 새로운 실시간 분석기를 활용한 일차 점착성 이물질의 실시간 계량이 가능함을 확인할 수 있

었다.

앞으로 dirt 및 잉크 측정 설비와 debris 측정 설비를 종합한 새로운 실시간 스틱키 계측 설비를 개발하고 우리 현실에 맞는 그 적용방법을 더욱 확립한다면 이를 활용하여 재활용 제지공정의 지료 조성 공정을 monitoring, 평가함에 따라 생산단계에서부터 오염물질의 발생, 축적을 최소화하고 폐자원 재활용성을 제고하며 환경 친화적 신 공정의 구현을 촉진하는 효과를 거둘 수 있을 것으로 기대된다.

5. 인용 문헌

1. Krueger, W.C. and Bowers, D.F.: "Removing "stickies" from recycled fiber", TAPPI, 64(7): 39-41 (July 1981).
2. Cathie, K., Haydock, R. and Dias, I.: "Understanding the fundamental factors influencing stickies formation and deposition", Pulp and Paper Canada, 93(12) : 392-395 (Dec. 1992).
3. Wilhelm, D. K.: "The interaction and control of stickies in a newsprint Mill operation," M. S. thesis, institute of Paper Science and Technology, Atlanta, GA, 1998.
4. Makris, S. P., "Classification and Behavior of stickies in Recycle Pulp", M. S. thesis, institute of Paper Science, institute of Paper Science and Technology, Atlanta, GA, 1998.
5. Dyer, J.: "A summary of stickies quantification methods", Progress in Paper Recycling, 6(4), pp 44-51 (August 1997).
6. Cathie, K., Haydock, R, and Dias, I., "Chemical nature and control of stickies," Pira report PB®2, 1999.