

재생펄프의 점착성 이물질 정량 분석 방법

윤병태·오세균

Quantification Method of Macro Stickies for Recycled Pulps

Byoung-Tae Yoon and Say-Kyoun Ow

ABSTRACT

A new test method has been developed for a quantitative evaluation of macro-stickies in recycled pulps. The method uses a fine slot screen to separate a sticky particles from fiber in the pulp samples. The obtained sticky particles were spread on filter paper and covered with silicon carbide powder in order to make the stickies area with sufficient contrast between stickies and background. The stickies are then counted by a scanner-based image analysis system. The validity of this evaluation method of stickies was tested with actual mill pulp samples obtained from various process stages of KOCC, ONP and white ledger wastepaper recycling plants respectively. It is shown that this method can be applied for a quantitative determination of stickies content in various recycled pulp samples. With this testing method, reproducible and reliable data were obtained for the actual mill pulp samples.

1. 서론

각종 고지 내에는 점착제인 라텍스, 핫 멜트 수지 및 감압 점착제와 같은 여러 종류의 점착성 이물질들이 포함되어있다. 이러한 이물질은 초지 시지질을 유발하여 생산성을 저하시키는 요인이 되며, 최종 지제품의 강도적 물성 및 가공적성을 해칠 뿐만 아니라, 외관상 상품가치를 저하시키는 문제점을 유발해 왔다.¹⁾ 더욱이 환경규제로 인하여 고지 사용량의 증가 및 공정수의 폐쇄화 같은 기술변화로 점착성 이물질의 공정수 내에 축적은 증가하고 있는 추세이다. 따라서 고지를 주원료로 하는 제지공장은 원지 생산 시 점착성 이물질로

인한 지질 때문에 조업중단으로 생산성에 악영향을 주기도 한다. 미국의 골판지 원지 업체가 점착성 이물질로 인한 조업중단으로 생산성이 연간 1억5천6백만 달러의 손실이 있다고 한다.²⁾

점착성 이물질은 크기에 따라 제거방법이 다르기 때문에 매크로(macro)와 마이크로(micro)단위로 분류한다. 매크로 단위의 점착성 이물질은 재생공정에서 클리닝, 부상부유, 그리고 스크리닝에 의하여 리젝트됨으로써 제거될 수 있고, 마이크로 단위의 점착성 이물질은 클리닝, 스크리닝보다 오히려 세척 및 부상부유법으로 제거될 수 있다.³⁾

한편, 점착성 이물질은 거동특성에 따라 1차적인 점착성 이물질(primary stickies)과 2차적인

• 한국화학연구소 펄프제지연구센터(Pulp and Paper Res. Center, KRICT, P.O. BOX 107, Yusong, Taejeon, 305-600 Korea).

점착성 이물질(secondary stickies)로 구분할 수 있다. 1차적인 점착성 이물질은 펄핑과 이후의 지료 제조과정에서 점착성 물질들이 파괴되어 나타나는 상태이고, 2차적인 점착성 이물질은 지료 제조과정에서 백수에 용해되거나 분산할 수 있는 1.0 micron 이하의 콜로이드 상태이다. 2차적인 점착성 이물질은 분산 상태로 유지하고 있으면 문제가 없지만, pH, 온도, 농도 등의 변화와 각종 양이온성 첨가제에 의한 정전기적 중화작용 등에 의해서 응집이나 흡착과 같은 문제를 일으킨다.^{3, 4)}

제지종사자, 연구자, 원료공급자들은 점착성 이물질에 대하여 다양한 정량법을 개발해왔다. 이 중에서 매크로 단위의 점착성 이물질 정량은 주로 Somerville screen을 사용하여 걸러진 리젝트를 패드로 형성한 후, 가열 압착 처리하여 점착된 이물질을 화상분석으로 면적과 수를 정량하는 방법을 사용하고 있다.^{3, 5)} 이러한 방법은 점착성 이물질과 함께 리젝트된 섬유가 열압착 처리 시 이물질 표면에 점착되는 한 면적 측정치의 오차와 이물질 자체의 모양에 따른 측정오차 발생으로 재현성에 문제가 있다고 한다.⁶⁾

재생펄프 및 종이에 대하여 다양한 점착성 이물질의 정량법을 개발했음에도 불구하고, 점착성 이물질에 대한 표준화된 정량법을 확립하는 것이 어렵다는 것이다. 그 이유는 각 공장마다 여러 가지 원료물질의 특성과 최종 지료에 요구되는 특성들이 다르기 때문이다. 따라서 점착성 이물질의 정량법은 이와 같은 상황을 고려되어야 한다.

본 연구는 현재 국내의 원료 체계 및 초치 환경에 적합한 매크로 단위의 점착성 이물질 정량법을 모색하여 고지를 원료로 하는 재생공정에서 점착성 이물질로 인한 문제점을 사전에 해결하는데 미력이나마 도움이 되고자 실시되었다.

2. 재료 및 방법

2.1 공시재료

2.1.1 공시펄프

100% 국산 골판지 고지(Korean old corrugated container: KOCC)를 주원료로 초치된 평량 180 g/m²의 라이너지를 사용하였다.

2.1.2 마스크 테이프

점착성 성분이 40%정도 함유하고있고 종이 표면에 비닐이 코팅되지 않은 골판지 포장용 마스크 테이프를 골판지 원지에 0.5~2.0%(stickies/g based on O.D. pulp) 붙여 사용하였다.

2.1.3 현장 지료

국산 골판지 고지를 원료로 하는 현장지료, 신문지 고지(ONP)를 원료로 하는 현장지료, 그리고 백상지 고지(white ledger)를 원료로 하는 현장지료를 채취하여 사용하였다.

2.1.4 약품

화상분석 시 점착성 물질의 명암대조(contrast) 목적으로 입경 45µm인 흑색 실리콘 카바이드 분말을 사용하였다.

2.2 실험방법

2.2.1 펄핑

라이너지 표면에 마스크 테이프를 0.5~2.0%(stickies/g based on O.D. pulp)를 붙여 300 g으로 준비한 다음, 105℃인 건조기에서 1 시간동안 노화시켰다. 노화된 원료를 저농도 펄퍼에 넣고 온도 70℃인 수돗물을 투입하여 지료농도 4%로 조정하였다. 이어서 온도 60℃ 정도, pH 7.0~8.0의 상태에서 1 시간동안 펄핑하였다.

2.2.2 정선 및 건조

펄핑이 끝난 지료를 슬릿 모양의 플랫 스크린(0.25 mm)으로 1차적인 정선작업을 실시하여 큰 입자의 점착성 이물질과 미해리물들을 제거하였다. 여기서 얻어진 지료 속에 남아있는 매크로 단위의 점착성 이물질을 Somerville screen(slot type, 0.15 mm)으로 2차적인 정선작업을 실시하였다. 물을 일정한 수준으로 주입하면서 육안으로 확인 할 수 있는 미세섬유를 비롯한 마이크로 단위의 점착성 입자들이 더 이상 빠져나오지 않을 때까지 정선작업을 실시하였다. 이때 소요시

간은 30 분 정도이다. 스크린에 걸러진 매크로 단위의 점착성 이물질과 섬유들을 수거하여 Whatman No.1여과지가 놓인 Büchner funnel(φ15 cm)로 이들을 균일하게 분산시키면서 패드를 만들었다. 젖은 상태인 패드에 흑색 실리콘 카바이드를 균일하게 분포시켜 105 °C의 압착조건에서 5 분간 건조시켰다. 이어서 부드러운 플라스틱 브러시로 패드 표면을 문질러서 점착성 입자에 달라 붙어있지 않은 실리콘 카바이드와 섬유들을 깨끗하게 제거하였다.

2.2.3 점착성 이물질 정량

앞에서 얻은 패드에서 Fig. 1처럼 흑색 실리콘 카바이드가 달라 붙어있는 점착성 입자들의 면적을 화상분석기(image analyzer)로 측정하였다. 여기서 얻은 측정치를 mm²/kg(based on O.D. pulp)단위로 산출하였다.

2.2.2항 및 2.2.3. 항과 동일한 방법으로 현장 지료의 매크로 단위 점착성 이물질을 측정하였다.

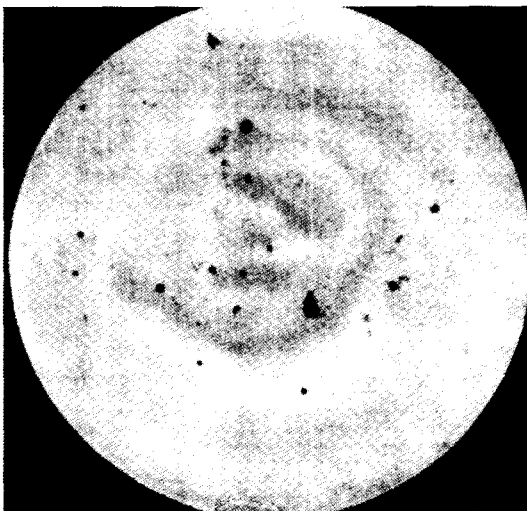


Fig. 1. Pad for image analysis covered with black silicon carbide powder on sticky particles.

3. 결과 및 고찰

3.1 마스크 테이프 첨가에 따른 점착성 이물질 정량

Fig. 2는 마스크 테이프를 0.5%에서 2.0%까지 일정한 양으로 첨가함에 따라 검출된 점착성 이물질의 면적을 나타낸 것이다. 보는바와 같이 마스크 테이프의 첨가량을 증가함에 따라 검출된 점착성 이물질의 면적이 직선형태로 비례하면서 증가하는 것을 볼 수가 있다. 따라서 실리콘 카바이드에 의한 화상분석법으로 점착성 이물질의 정량이 가능함을 보여주고 있다.

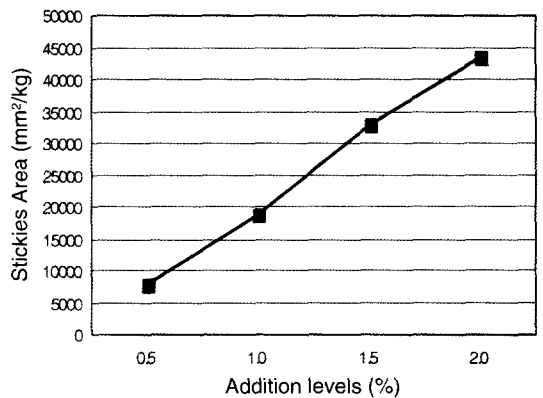


Fig. 2. Variation of stickies content with addition levels of masking tape.

3.2 현장 지료의 점착성 이물질 정량

3.1항의 결과를 근거로 하여 KOCC, ONP, 그리고 white ledger의 고지를 원료로 하는 재생공정에서 채취한 지료의 점착성 이물질 정량 분석을 실리콘 카바이드에 의한 화상분석법으로 실시하였다. 이에 따라 각 공정별 이물질 감소현상을 살펴보고, 그 결과의 신뢰성을 확인하고자 다음과 같은 결과를 얻었다.

3.2.1 KOCC 지료의 점착성 이물질 정량

Fig. 3은 KOCC의 재생공정을 나타낸 것이

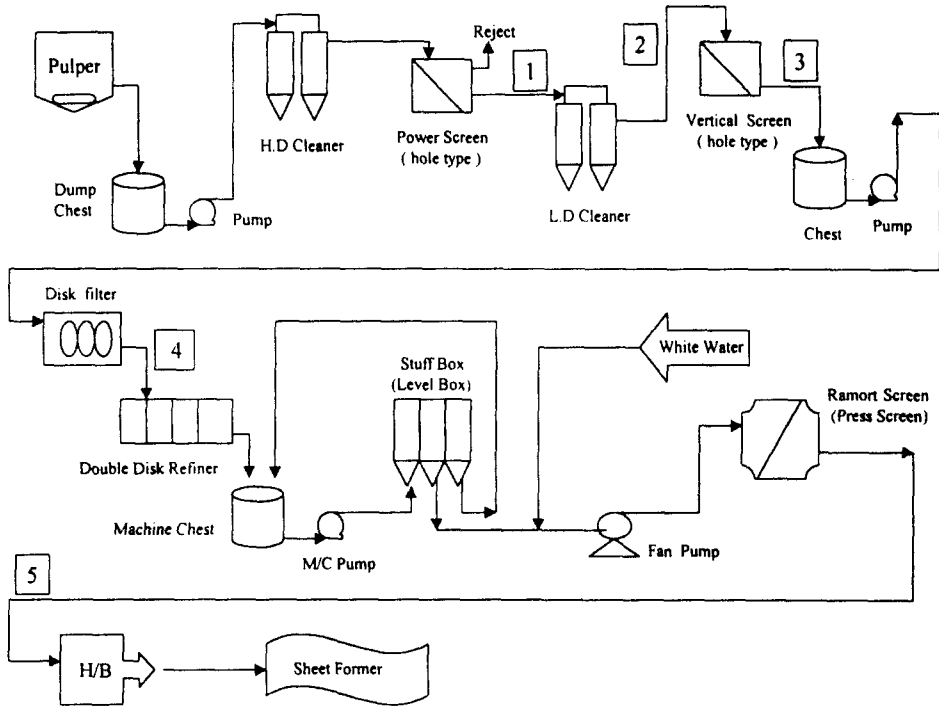


Fig. 3. Schematic diagram for recycling process of KOCC.

다. 1~5번 위치에서 채취한 지료를 가지고 점착성 이물질을 정량 하여 그 결과를 Fig. 4에 나타냈다. Fig. 3에서 지료가 1에서 5로 이동함에 따라 점착성 이물질의 양은 감소되는 것으로 알려져 있다. 그러나 Fig. 4에서 4번과 같이 점착성 이물질의 양이 증가된 것을 볼 수가 있다. 이러한 현상은 수직형 스크린에서 리젝트된 것을 다시 스

크린 하여 얻어진 지료가 수직형 스크린의 출구 지료와 혼합하여 체스트로 들어가기 때문에 4번에서 점착성 이물질의 양이 증가된 것으로 생각된다. Fig. 4에서 3번과 같이 점착성 이물질은 수직형 스크린에서 많이 제거되는 것으로 나타났다.

3.2.2 ONP 지료의 점착성 이물질 정량

Fig. 5는 ONP의 재생공정을 나타낸 것이다. 1~8번 위치에서 채취한 지료를 가지고 점착성 이물질을 정량 하여 그 결과를 Fig. 6에 나타냈다. 지료가 1에서 8로 이동함에 따라 점착성 이물질의 양은 감소되는 것으로 알려져 있다. 그러나 Fig. 6에서 6번처럼 2차 flotator 입구에서 점착성 이물질의 양이 증가된 것을 볼 수가 있다. 보통 flotation은 지료농도 0.8~1.0%범위에서 실시하고 있는데, 순환하는 백수를 사용하여 이 농도 범위로 희석시킨다. 이 과정에서 백수에 존재하고 있는 점착성 이물질이 유입되어 flotator 입구의 점착성 이물질의 양이 증가된 것으로 생각된다. Fig. 6에서 4번처럼 점착성 이물질은 대부분 슬

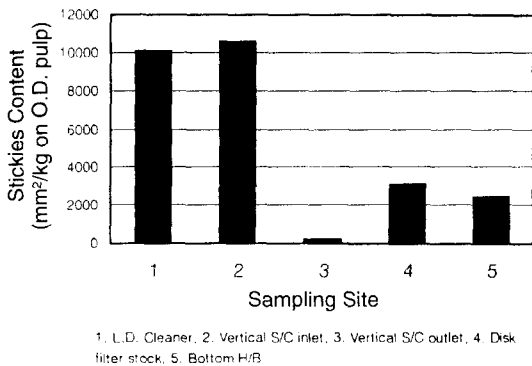


Fig. 4. Stickies content of KOCC stocks.

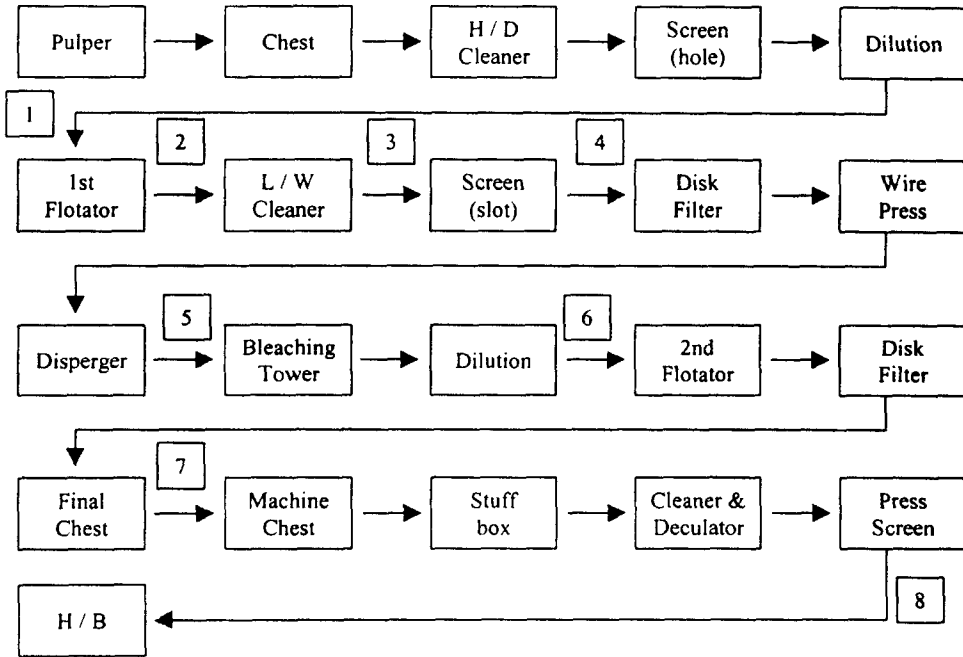


Fig. 5. Block diagram for recycling process of ONP.

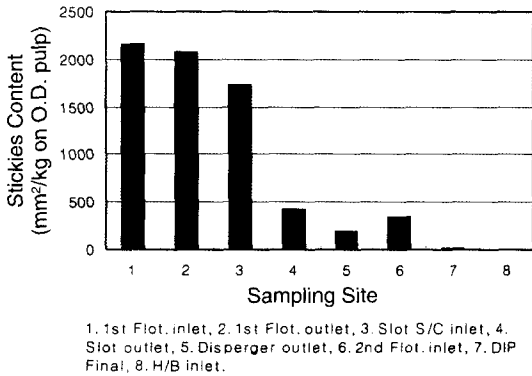


Fig. 6. Stickies content of ONP stocks.

릿 스크린에서 제거되는 것으로 나타났고, 7번처럼 flotator에서도 점착성 이물질이 제거되는 것으로 나타났다.

3.2.3 White ledger 지료의 점착성 이물질 정량

Fig. 7은 white ledger의 재생공정을 나타낸 것이다. 1~6번 위치에서 채취한 지료를 가지고

점착성 이물질을 정량 하여 그 결과를 Fig. 8에 나타냈다. 지료가 1에서 6으로 이동함에 따라 점착성 이물질의 양은 감소되는 것으로 알려져 있다.

그러나 ONP 재생공정에서 Fig. 6의 6번처럼 Fig. 8에서도 3번과 같이 flotation 전의 점착성 이물질 양이 증가된 것을 볼 수가 있다. 이러한 현상은 3.2.2항에서 언급한바와 같이 순환하는 백수로 flotator농도인 0.8~1.0%범위로 희석되는 과정에서 점착성 이물질의 양이 증가된 것으로 생각된다. Fig. 8의 2와 4번처럼 white ledger의 재생공정에서 점착성 이물질은 ONP 재생공정처럼 슬릿 스크린과 flotator에서 많이 제거되는 것으로 나타났다.

이상과 같이 silicon carbide에 의한 화상분석법으로 각 현장 지료의 점착성 이물질을 정량 하여 각 공정별 이물질 감소현상을 살펴보았다. KOCC, ONP, white ledger의 재생공정에서 점착성 이물질은 대부분 스크린과 flotator에서 제거되는 것을 볼 수가 있었다. 만약 점착성 이물질의 문제가 가장 심각한 KOCC 재생공정에서도 flotation 장치가 있다면 점착성 이물질의 제거는 한층 더 효과적이라고 생각된다.^{7, 8)} 상기와 같은 점착성 이물질 정량의 결과는 현장 관계자를 통하

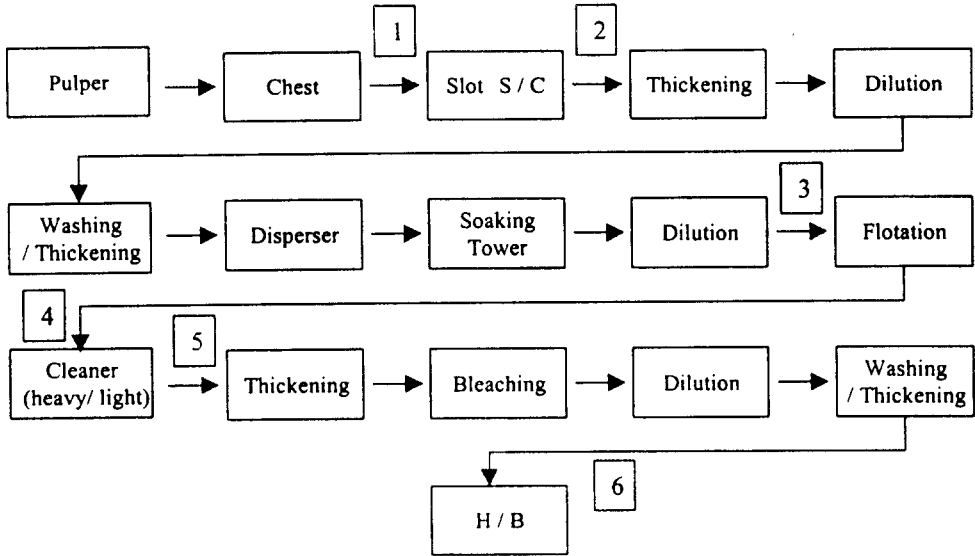


Fig. 7. Block diagram for recycling process of white ledger.

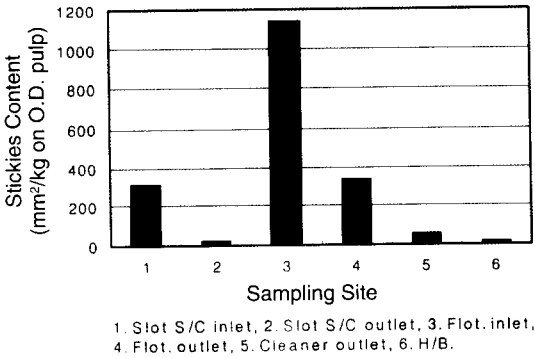


Fig. 8. Stickies content of white ledger stocks.

여 확인됨으로써 실리콘 카바이드 의한 화상분석법이 점착성 이물질을 정량하는데에 적용이 가능한 것으로 생각된다.^{9, 10)}

4. 결론

실리콘 카바이드에 의한 화상분석법으로 현장 자료의 점착성 이물질을 정량한 결과 신뢰성 있으므로, 고지를 원료로 하는 현장 자료의 점착성 이물질을 정량하는데 적용이 가능한 것으로 판단된다.

인용문헌

1. Krueger, W.C., and Bowers, D.F., Tappi J. 64 (7): 39(1981).
2. Friberg, T., Progress in Paper Recycling, 6, 70 (1996).
3. Dyer, J., Progress in Paper Recycling, 8, 44 (1997).
4. Klein, R., Grossmann, H., Adhesives in recycling, 41 (1996).
5. Darlington, W.B., and Blair, W.R., Progress in Paper Recycling, 5, 68 (1995).
6. William, K., Contaminant Problems Seminar, 161 (1992).
7. Ortner, H., and Pfalzer, L., Pulping Conference, p 695 (1983).
8. J-S Amand, F., Perrin, B., and de Luca, P., Progress in Paper Recycling, 8, p 39 (1998).
9. Biza, P., Lippert, G. V., Wochenblatt Für Papierfabrikation, 11/12 p 439 (1992).
10. Ackermann, C., Putz, H. J. and Götsching, L., Progress in Paper Recycling, 2, p 22 (1998).