

지료의 정전기적 특성이 종이물성에 미치는 영향

김 정 은 · 이 철 환 · 류 정 용 · 신 종 호 · 송 봉 근

한국화학연구소 펄프제지연구센터

1. 서 론

초지계의 폐쇄화 경향과 고지의 재사용율 증가, 그리고 불투명도 및 백색도 등의 개선을 위해 첨가되는 충전제 사용량의 급속한 증가 등으로 인하여 지료내의 미세분 함량이 높아짐에 따라 미세입자의 효율적인 보류 및 투입되는 약품들의 효과를 최적화하는 것이 중요하게 대두되고 있다. 일반적으로 지료 조성분에는 다량의 물을 매체로 섬유 및 미세섬유, 충전제, 지력증강제, 염료, 사이즈 에멀전 등 다양한 종류와 형태를 갖는 물질들이 현탁 혹은 용해된 상태로 포함되어 있으며, 이러한 물질들은 표면에 전하를 띠고 있어 정전기적 상호작용에 의하여 응결 또는 응집이 일어나게 된다. 따라서, 복잡한 시스템 상에서의 콜로이드 현상을 이해하고 하전된 입자들의 상호작용을 규명하기 위해서 계내의 전하밀도나 제타전위 등과 같은 전기적 특성의 중요성이 인식되고 있다.

일반적으로 제타전위는 전기장내에서의 입자 mobility나, 흐름에 따라 발생하는 전위차로부터 얻어지며, 전하밀도는 서스펜션의 전하밀도를 정량적, 정성적으로 나타내는 검출법으로써, 시료가 중성을 나타내는 전하점, 즉 시료가 등전점을 얻는데 소요되는 당량(equivalent)의 고분자전해질 요구량으로 나타낸다.

본 연구에서는 초지 공정 중 습부에서 발생하는 여러 가지 현상을 조절하기 위한 일환으로, 시스템 상의 전하밀도와 제타전위를 측정함으로써 계내의 정전기적 특성과 이에 따른 보류도와 사이즈도 변화의 상관관계를 규명하고자 하였다. 먼저, 각 지료 및 첨가 약품들의 투입순서를 달리한 경우 제타전위, 보류도, 사이즈도를 측정하였으며, 둘째, 전하밀도가 다른 약품을 동일한 위치에 투입하였을 경우 전하밀도 차이에 따른 제타전위와 사이즈도의 변화를 측정하였다.

2. 재료 및 방법

2.1 실험재료

실험에 사용된 펄프로는 LBKP, NBKP 및 BGP를 사용하였다. 충전제로는 중질탄산칼슘(평균입경 $0.62 \mu\text{m}$)와 탈크(평균입경 $11.57 \mu\text{m}$)를 사용하였다.

2.2 실험방법

2.2.1 투입순서에 따른 정전기적 특성

2.2.1.1 시료의 준비

LBKP와 NBKP를 각각 valley beater를 사용하여 430 ml의 CSF가 되도록 고해하였으며, BGP는 표준해리기를 사용하여 50,000 회전시키는 조건으로 해리하였다. 펄프는 LBKP/NBKP/BGP (52.5/17.5/30)의 비율로 혼합한 후 농도 1%로 희석하였다. 충전제로는 CaCO₃와 Talc를 각각 50:50의 비율로 혼합하였다.

2.2.1.2 정전기적 특성 관찰

투입순서에 따른 지료의 정전기적 특성을 관찰하기 위하여 Table 1에 나타낸 바와 같이 약품을 투입한 후 각각의 단계별 제타전위를 측정하였다. 약품의 투입량은 각각 전건 펄프 대비 충전제 10%, anionic trash catcher (PW, Avebe) 0.5%, fixing agent (Finex 414, Taekwang) 0.1%, 사이즈제 (Expel 200D, Taekwang) 0.1%, 보류향상제 (CD-5, Allied colloid) 0.03%, bentonite (OG, Allied colloid) 0.3% 이었다. 각 단계의 제타전위는 SZP 04 (Mütek, Germany)를 이용하여 측정하였으며, 이 지료를 원심분리시킨 후 상등액 10 ml를 취하여 Particle Charge Detector (PCD 03 pH, Mütek, Germany)를 사용하여 전하밀도를 측정하였다. 또한, Mobility 측정을 위하여 상등액 20 ml에 Minusil 현탁액을 소량 첨가한 후 Mobility Meter (Mark II, Paper Chem. Lab., Inc., U.S.A.)를 이용하였다.

2.2.1.3 초지

당 연구센터에서 제작한 RDA/HSF (Retention and Drainage Analyzer with Handsheet Former, KRICT, Korea)를 사용하여 Table 1에 나타낸 순서에 따라 약품을 투입한 후 평량 60 g/m²로 수초지하였다. 초지 시 탈수된 백수의 탁도를 측정하였고, 얻어진 수초지의 회분을 측정하기 위하여 회화로 온도 400℃에서 48시간 연소시켰다.

Table 1. Procedure of chemical addition in Papermaking.

STEP METHOD	A	B	C	D	E	F	G
I	Pulp	Filler	PW	Finex	Expel	CD-5	OG
II	Pulp	Filler	-	Finex	Expel	CD-5	OG
III	Pulp	Filler	PW	AKD	Finex	CD-5	OG
IV	Pulp	Filler	PW	Finex	Expel	CD-5	-

2.2.1.4 사이즈도 측정

수초지의 사이즈도는 Stöckigt 시험법(KS M7025)에 의거하여 측정하였다.

2.2.2 전하밀도 변이에 따른 수초지의 물성변화

2.2.2.1 시료의 준비

LBKP와 NBKP를 각각 valley beater를 사용하여 430 ml의 CSF가 되도록 고해하였으며, 펄프는 LBKP와 NBKP를 70:30의 비율로 혼합한 후 농도 1%로 희석하였다. 충전제로는 CaCO₃와 Talc를 30:70의 비율로 혼합하였다.

2.2.2.2 정전기적 특성 관찰

전하밀도 변이에 따른 정전기적 특성을 관찰하기 위하여 fixing agent와 사이즈제 그리고 보류향상제를 투입한 후 각각의 단계별 제타전위 및 전하밀도를 측정하였다. Fig. 1에 도시한 투입순서에 따라 Table 2에 나타낸 전하밀도를 갖는 약품들을 각각 A1/A2/A3, B1/B2/B3, A1/A2/B3의 조합에 의하여 지료에 첨가하였다.

약품의 투입량은 펄프 전건중량당 충전제 20%, fixing agent 0.2% (wet-base), 사이즈제 0.3% (wet-base), 보류 향상제 0.03%이었다. 각 단계의 제타전위는 SZP 04 (Mütek, Germany)을 이용하여 측정하였으며, 이 지료를 원심분리시킨 후 상등액 10 ml를 취하여 Particle Charge Detector (PCD 03 pH, Mütek, Germany)를 사용하여 전하밀도를 측정하였다.

2.2.2.3 초지

당 연구센터에서 제작한 사각수초지기를 사용하여 Fig. 1에 나타낸 순서에 따라 약품을 투입한 후 평량 70 g/m²로 수초지하였다.

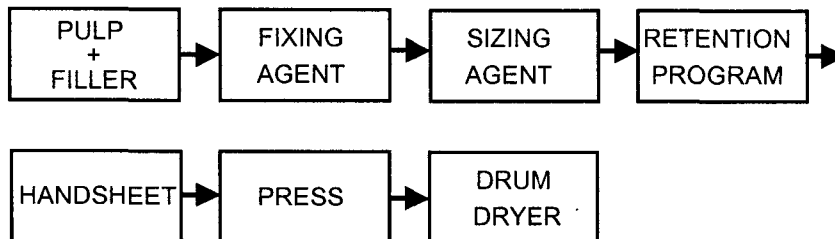


Figure 1. Papermaking procedure.

Table 2. Characteristics of chemicals used in Papermaking

Chemicals		Charge Density (ueq/g)
Fixing Agent	A1 : T사, Korea	277.6
	B1 : H사, USA	288.6
Sizing Agent	A2 : T사, Korea	21.4
	B2 : H사, USA	25.8
Retention Agent	A3 : N사, USA	75.3
	B3 : N사, USA	131.1

2.2.2.4 사이즈도 측정

수초지의 사이즈도는 Stöckigt 시험법(KS M7025)에 의거하여 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 약품투입순서에 따른 정전기적 특성

3.1.1 제타전위 및 사이즈도 관찰

Table 1에 따라 약품 투입순서를 달리한 경우 제타전위의 변화를 Fig. 2에 나타내었다. 그림에서 알 수 있는 바와 같이, 투입방법 I, III, IV번의 제타전위가 약품을 첨가함에 따라 점차적으로 증가하는 반면, ATC를 첨가하지 않은 투입방법 II의 경우는 변화가 미미함을 보여주고 있다. 뿐만 아니라 Fig. 3에 나타낸 사이즈도 역시 투입방법 II의 사이즈도가 현저히 저 하됨을 알 수 있었다. 이는 헤드박스의 제타전위를 0 ~ -8 mV 부근에서 조절할 경우 초지 조업성이 향상된다는 일반적인 이론을 뒷받침하는 것으로서 제타전위가 등전점에 가까울 수록 약품 보류도가 높아짐에 따라 사이즈도가 증가된 것으로 생각된다.

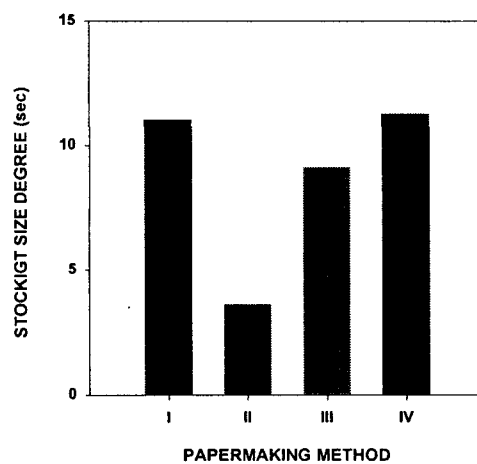
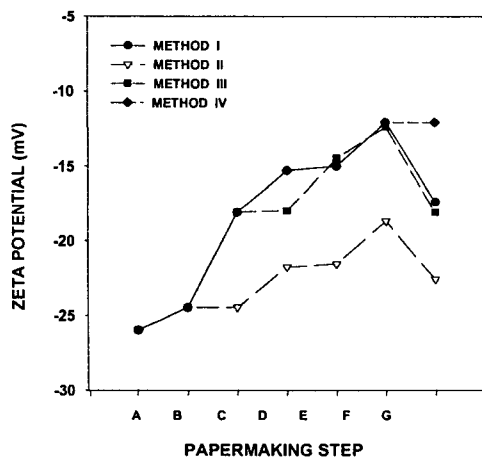


Figure 2. Effect of addition sequence of chemicals on zeta potential.

Figure 3. Effect of papermaking method on size degree.

3.1.2 보류효과

약품순서에 따른 탁도 및 회분의 측정결과를 Fig. 4에 나타내었다. 투입방법 I과 III번은 미세분의 보류가 상대적으로 양호하였으나, 투입방법 IV의 경우 상당량의 미세분이 보류되지 못하고 계외로 배출됨을 알 수 있었다. 본 실험에 적용한 마이크로 파티클 보류시스템은 양이온성 고분자 물질로 지료 조성분을 응집시킨 후 강한 전단력에 의해서 응집체를 파괴시키고, 여기에 강한 음전하로 하전된 미립의 마이크로파티클을 가함으로써 지료 조성분의 순간적인 재응집을 유도하는 방법이다. 따라서 과도하게 적용된 전단력하에서 음이온성 마이크로 파티클이 투입되지 않는 투입방법 IV의 경우에는 미세분의 보류도가 급격히 감소하는 것으로 생각된다.

3.2 약품전하밀도 변이에 따른 수초지의 물성변화

3.2.1 제타전위 및 사이즈도

Table 2에 나타낸 바와 같이 약품의 조합을 달리한 경우 측정된 제타전위를 Fig. 5에 나타내었다. 높은 양 전하밀도를 갖는 보류제 B3를 첨가한 B1/B2/B3, A1/A2/B3의 경우는 초지계가 과도하게 양이온화되어 양 제타전위를 나타낸 반면, A1/A2/A3는 등전점에 근접하는 음 제타전위를 나타냈다. Fig. 6에는 Table 2에 나타낸 물성을 갖는 약품의 조합을 달리하여 초지한 수초지의 사이즈도를 나타내었다. 이 결과에서 A1/A2/A3의 사이즈도가 다른 약품조합에 비해 30 - 40% 우수함을 알 수 있었다. 이는 역시 0 ~ -8 mV 범위의 제타전위가 약품효과를 향상시킨다는 이론을 뒷받침하는 것으로 생각된다.

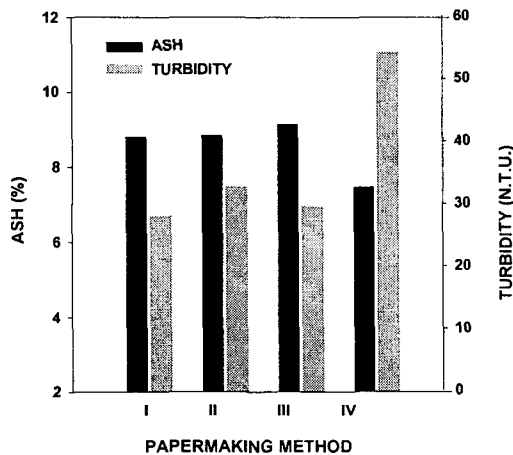


Figure 4. Effect of papermaking method on ash content and turbidity.

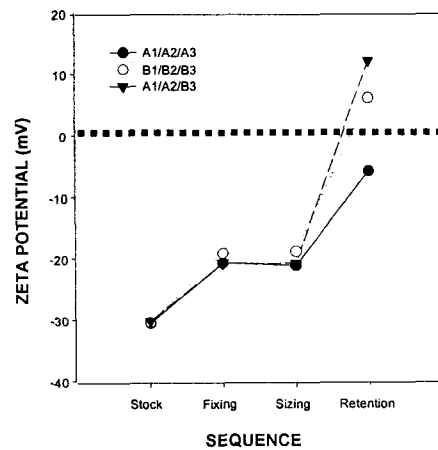


Figure 5. Effect of charge density of chemicals on size degree.

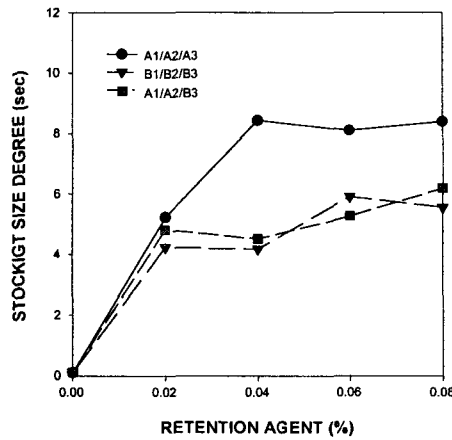


Figure 6. Dependence of size degree on addition level of retention aids as a function of chemical charge density.

4. 결 론

초지계내의 정전기적 특성, 즉 지료의 전하밀도와 제타전위를 투입순서와 약품자체의 전하밀도라는 관점에서 측정하고, 이들을 각각의 조건에서 초지된 수초지의 물성과 비교한 결과, 지료의 전하밀도와 제타전위를 상호 연관적으로 모니터링함으로써 약품의 종류 뿐만 아니라 투입량 및 투입위치, 그리고 최종 지제품의 물성을 조절 또는 예측할 수 있을 것으로 생각된다.

참고문헌

1. Brouwer, P. H., *Tappi Journal*, 74(1): 170 (1991).
2. Pietschker, D. A., *Tappi Journal*, 68(4): 84 (1985).
3. Scott, W. E., *Principles of Wet End Chemistry*, 33 (1996).
4. Scott, W. E., *Tappi Journal*, 67(11): 72 (1984).

본 연구는 과학기술부의 기술용역개발사업(과제번호 : KO-9902)의 연구비 지원에 의해 수행된 결과의 일부분임.