

초미립 중질탄산칼슘이 도공지 물성에 미치는 영향

신동준, 정해성, 이용규

강원대학교 산림환경과학대학 제지공학과

1. 서론

최근까지 제지공장의 중질탄산칼슘 사용량은 꾸준히 증가하고 있다. 그 이유는 종이를 사용하는 소비자의 구매기호가 광택을 요구하는 아트지에서 무광택의 매트지로 변화하면서, 제지공장들이 품질향상을 위해서 싱글도공보다 더블도공의 생산량이 증가함과 동시에 원가절감을 위해서 상대적으로 값비싼 클레이 대신 중질탄산칼슘의 사용량이 늘어나고 있다. 최근의 이러한 변화는 도공액의 설계를 변화시켰고 더욱 우수한 도공지 생산을 위한 중질탄산칼슘 특성의 개선이 요구되고 있다. 그러므로 중질탄산칼슘의 특성 중 입자크기의 변화는 매우 중요하다. 그 이유는 안료 입자크기를 변화시키면 도공층의 공극의 특성을 변화시켜 도공지 자체의 물성뿐만 아니라 인쇄적성도 변화가 있게 된다. 따라서 본 연구에서는 현재 사용되고 있는 중질탄산칼슘의 입자 크기를 더 미립화한 초미립 중질탄산칼슘을 사용하여 도공액의 제조하고 도공지를 제조하여 어떤 변화가 있는지 알아보려고 하였다.

2. 재료 및 방법

2.1 공시재료

2.1.1 도공원지, 안료

본 연구에 사용된 도공원지는 국내 O사에서 분양 받은 평량 $75\text{g}/\text{m}^2$ 의 원지를 사용하였으며, 안료는 E사와 O사에서 분양받은 것으로 그 특성은 Table 1에 나타내었다.

Table 1. Properties of pigments

Pigment	Unit	Clay	GCC 95	GCC HG	Ultra GCC
Type	-	powder	Slurry	Slurry	Slurry
pH	-	7.0	9.5	9.48	8.3
Viscosity	cPs	-	197	396	480
Solid content	%	-	75.12	75.26	75.37
Brightness	%	87.50	91.33	91.10	91.21
PSD	%	60% < 2 μ m	95% < 2 μ m	98% < 2 μ m	100% < 2 μ m
		49% < 1 μ m	74% < 1 μ m	85% < 1 μ m	89% < 1 μ m
Company	-	E사	O사	O사	자체제조

2.1.2 바인더와 기타 첨가제

바인더는 라텍스(Lutex 701, LG-chemical, KOREA)를 사용 하였고, 기타 첨가제인 분산제(Dispersant), 윤활제(Lubricant), 내수화제(Insolubilizer), 증점제(Thickener) 등은 제지공장에서 사용하는 것을 분양받았다.

2.2 실험방법

2.2.1 도공액의 제조

도공액 고형분 농도는 65%로 하였으며, 배합비는 Table 2 에 나타내었다.

Table 2. Coating color formation for Matte grade (unit=pph)

No. Color	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
Ultra GCC	100	60	-	-	30	30	60
GCC95	-	-	60	-	30	-	-
GCC (HG)	-	-	-	60	-	30	-
Clay	-	40	40	40	40	40	40
Binder	12						13
NaOH	0.12						
Dispersant	0.20						
Lubricant	0.50						
Insolubilizer	0.30						
Thickener	0.10						

2.2.2 도공액의 물성측정

pH는 pH측정기(PB-11, Sartorius, Korea Ltd.)를 사용하였으며, 점도는 60rpm에서 저전단 점도계(DV-11 Viscometer Brookfield, U.S.A.)를 사용하여 측정하였으며, 보수성은 보수성 측정기(Water retention meter, AA-GWR, Kaltec scientific Inc, U.S.A.)으로 평균 공극의 크기가 5 μ m인 폴리카보네이트 멤브레인 필터를 사용하여 30초 동안 탈수된 양을 측정하였다.

2.2.3 도공지제조 및 물성측정

(가) 도공지 제조

도공지는 반자동 코너(K-control coater, RK Print Coat Instrument Ltd., U.K.)를 사용하여 원지에 25g \pm 0.1 g/m²으로 편면 도공한 후, 열풍 건조기(YJ-8600D, Yujin Electronics, Korea)에서 105 $^{\circ}$ C에서 30초간 건조 하였다. 캘린더링은 실험실용 슈퍼캘린더(Supercalender, Beloit Corporation, U.S.A.)를 이용하여 300psi압력으로, 70 $^{\circ}$ C에서 2회 통과시켰다.

(나) 도공지 물성측정

도공지 물성은 평활도(Back Type TOYOSEIKI社), 백지광택(Glossmeter PG-1M) 백색도(Reflectometer MODEL TC-6D)을 이용하여 측정하였다.

2.2.4 인쇄 적성평가

(가) 오프셋 인쇄적성평가

인쇄적성의 평가는 RI-III TESTER를 이용하여 인쇄적성 중에서 Ink Set-off, Ink Trapping, Wet pick, Dry pick을 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 도공액 물성 변화

Fig.1.은 초미립 중질탄산칼슘을 이용해서 제조한 도공액의 저전단 점도와 보수도를 측정한 결과를 나타내고 있다. 초미립 중질탄산칼슘을 단독으로 사용한 경우에는 저전단하에서 다른 도공액과 비교하여 점도가 다소 낮은 결과를 볼 수 있었고, 보수도 또한 낮은 값을 보여 주고 있다. 이것은 클레이와의 혼합을 통하여 개선이 가능

하였으며, 상대적으로 안료 크기가 다른 중질탄산칼슘과 혼합하여 안료의 입도경의 분포를 넓게 함으로서 더욱 우수한 보수도를 지닐 수 있다는 것을 실험을 통해 확인할 수 있었다.

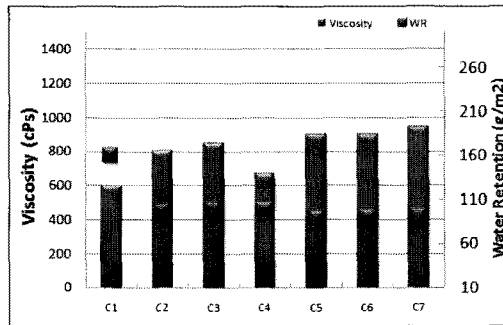


Fig. 1. Viscosity and water retention

3.2 도공지의 물성 및 인쇄적성 평가

(가) 평활도와 백지광택

Fig. 2.은 초미립 중질탄산칼슘을 이용하여 제조한 도공지의 평활도와 백지광택의 측정 결과 값을 나타낸 것이다. 초미립 중질탄산칼슘을 단독으로 사용하여 제조한 도공지는 다른 안료를 혼합하여 제조한 도공지에 비교해서 평활도와 백지광택이 다소 낮은 결과를 나타내었다. 이것은 구형의 형태인 중질탄산칼슘을 단독으로 사용한 도공지보다 쉘린더 적성에 더 적합한 판상형의 클레이를 혼합하여 사용하였으므로 나타난 결과 값이라 사료된다.

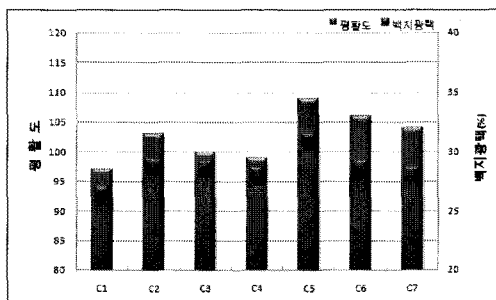


Fig. 2. Smoothness and Paper gloss

(나) Whiteness와 Brightness

Fig. 3은 초미립 중질탄산칼슘을 이용하여 제조한 도공지의 백색도와 명도의 측정 결과 값을 나타낸 것이다. 초미립 중질탄산칼슘만을 단독으로 이용하였을 경우 다른 도공액에 비교하여 다소 높은 백색도가 측정되었으며 명도의 경우 입도경이 다른 안료로 혼합하여 제조된 도공지와 유사한 결과 값을 나타내었다. 이것은 혼합하여 제조된 도공지의 경우 백색도가 낮은 클레이를 혼합하였기 때문이다.

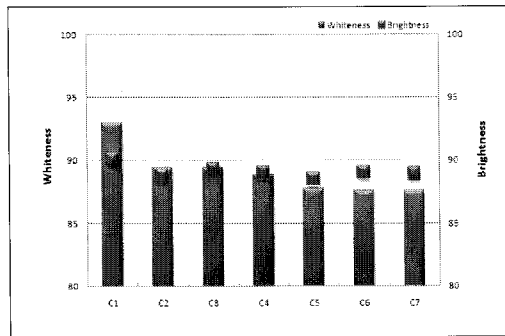


Fig. 3. Whiteness and Brightness

(나) Ink set-off 와 Trapping

Fig. 4은 초미립 중질탄산칼슘을 이용하여 제조한 도공지의 잉크세트성과 트래핑의 결과 값을 나타낸 것이다. 이 결과를 보면 서로 다른 안료를 사용하여 입도경의 분포가 넓을수록 도공지의 표면은 공극의 감소됨으로서 잉크세트성과 트래핑의 결과 값이 입도경의 분포가 좁은 도공지에 비교하여 다소 낮아지는 것을 확인할 수 있었다.

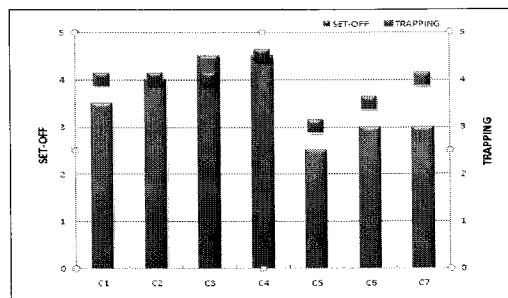


Fig. 4. Ink set-off 와 Trapping

(라) Wet-pick과 Dry-pick

Fig. 5.은 초미립 중질탄산칼슘을 이용하여 제조한 도공지의 **Wet-pick**과 **Dry-pick**의 측정값을 나타낸 것이다. 안료의 입도경 분포를 넓게 하여 제조한 도공지의 경우 **Dry-pick**과 **Wet-pick** 모두 양호한 결과 값을 보였다. 또한 바인더 함량을 증량시킨 도공지의 경우에도 **Dry-pick**과 **Wet-pick**은 양호한 결과 값을 보였다. 하지만 안료의 입도경 분포를 좁게 하여 제조한 도공지를 비교했을 때 다소 낮은 값을 보여짐으로 입도경의 분포와 바인더의 함량이 도공지의 피크강도와 밀접한 관계가 있다는 것을 확인할 수 있었다.

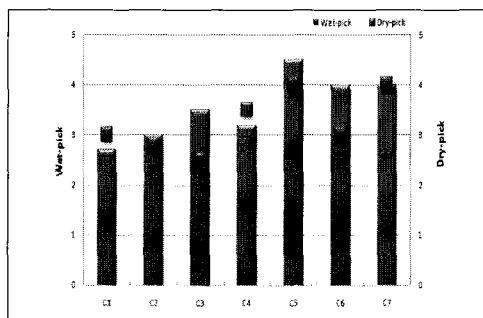


Fig. 5. Wet-pick과 Dry-pick

(마) Wet-rub

Fig. 6.은 초미립 중질탄산칼슘을 이용하여 제조한 도공지의 **Wet-rub**의 측정값을 나타낸 것이다. **Wet-rub**은 도공층의 습윤 마모저항을 측정한 것으로 보통 **Wet-rub**의 성질은 **Wet-pick**의 성질과 유사한 성격을 가진다. 도공층의 공극구조는 도공층 내수강도에 영향을 미치므로 초미립 중질탄산칼슘을 단독으로 사용하였을 때 보다 여러 안료의 혼합사용으로 인하여 안료의 입도 분포를 넓게 하였을 때 높은 **Wet-rub** 값을 가지는 것을 알 수 있다. 또한 바인더의 함량이 증가할수록 안료와 안료사이의 결합을 증가시키며 공극이 감소되므로 보다 높은 **Wet-rub**강도를 가지게 됨을 알 수 있다.

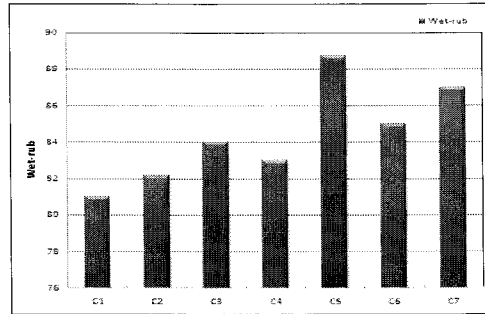


Fig. 6. Wet-rub

4. 결 론

초미립 중질탄산칼슘을 이용하여 도공액을 제조하고 도공지를 제조함으로써 도공지 물성에 변화가 있는지를 알아보하고자하여 다음과 같은 실험을 하였다.

1. 도공액의 경우 초미립 중질탄산칼슘을 단독으로 사용하였을 때 도공액의 물성 측정 시 점도와 보수도는 안료를 혼합하여 사용한 다른 도공액보다 낮은 결과 값을 나타내었다. 이것은 다른 안료와 혼합하여 개선이 가능 하였으며, 상대적으로 안료 크기가 다른 중질탄산칼슘과 혼합하여 안료의 입도경 분포를 넓게 함으로서 더욱 우수한 보수도를 지닐 수 있다는 것을 실험을 통해 확인하였다.

2. 도공지의 표면 특성 중 평활도와 백지광택의 경우 서로 다른 입도경을 가진 안료를 혼합하여 제조함으로써 도공지 표면 특성의 평활도와 백지광택을 향상 시킬 수 있었다. 이것은 안료가 형태가 구형인 중질탄산칼슘을 단독으로 사용 것보다 쉘린더 적성에 더 적합한 판상형의 클레이를 혼합하여 사용하여 나타난 결과라고 볼 수 있다.

3. 도공지의 인쇄적성 평가 중 잉크세트성과 트래핑의 경우 도공액의 안료 입도경이 넓게 분포된 도공지는 잉크세트성과 트래핑이 낮게 측정되었다. 이 결과를 보면 도공액의 안료에 입도경의 분포에 따라서 도공지의 표면은 공극의 변화됨으로 잉크세트성과 트래핑의 결과 값에 영향을 미치는 것으로 확인할 수 있었다.

4. 도공지의 인쇄적성 평가 중 **Wet-pick**과 **Dry-pick**의 경우 안료의 입도경 분포를 넓게 하여 제조한 도공지의 경우 **Dry-pick**과 **Wet-pick** 모두 양호한 결과 값을 보였다. 또한 바인더 함량을 증량시킨 도공지도 **Dry-pick**과 **Wet-pick**은 양호한 결과 값을 보였다. 하지만 안료의 입도경 분포를 좁게 하여 제조한 도공지를 비교했을 때 다소 낮은 값을 보이므로 입도경의 분포와 바인더의 함량이 도공지의 피크강도와 밀접한 관계가 있다는 것을 확인할 수 있었다.

결론적으로 초미립 중질탄산칼슘을 이용한 도공지 제조 시 고품질의 도공지를 생산하기 위한 방법의 하나로 서로 다른 안료를 혼합하여 입도경의 분포를 조절하여 도공액을 제조함으로써 우수한 광학적 특성과 인쇄적성 모두를 갖춘 고품질의 도공지를 제조할 수 있을 것이라 기대할 수 있다.

5. 참고문헌

1. 고 기 호 “세계 도공지 및 백상지 시장”, Coating CON. 2004
2. 부설 창강제지 연구소 제지기술 06. 제20호, Kangwon National University p.1-2
3. Jung, 탈크가 그라비어 인쇄적성에 미치는 영향, 2008
4. 川崎宗之輔, Particle Size Distribution of Calcium Carbonates and Physical Properties of Coated Paper”
5. Guillermo Bluvol, Peter Burri “A New Coating GCC for Enhanced Optical Properties”
6. Peter Burri “Pigment Concept for Improved Paper and Print Properties”
7. Lorysso Marie “Engineer pigments reduce SC paper cost, enhance surface propertis, printabilty”
8. J. C. Foster, J. M. Doll, and J. M. Doll “Effect of Calcium Carbonate Particle Size and Shape on Properties and Performance of Calcium Carbonate Granulations“
9. Mikael Larsson och Gunnar Engström “Interactions in coating colors based on GCC of broad and narrow particle size distribution and their effect on pore structure“

10. Legrix, A., Nutbeem, C., Proceedings of the 2001 TAPPI Coating Conference, "Performance Solids Relationships for Engineered Carbonates", p. 17Garey, C. (Ed.), Physical Chemistry of Pigments in Paper Coating TAPPI Press, Atlanta, GA, 1977.
11. Patrick A. C. Gane, Philip M. McGenity, and PhilipWatters, Factors influencing the runnability of coating colors at high speed, Tappi J. 75(5) : 61-73 (1992).
12. Garey, C. (Ed.), Physical Chemistry of Pigments in Paper Coating TAPPI Press, Atlanta, GA, 1977.Patrick A. C. Gane, Philip M. McGenity, and PhilipWatters, Factors influencing the runnability of coating colors at high speed, Tappi J. 75(5):61-73 (1992)
13. Yong Kue Lee, "Papre Coating", Kang Won University, p.49~108, 235~309, 2004
14. Chang Keun Kim, Yong Kue Lee "Studies on the pore of coating layer and printability(IV) -Effect od pigments size on pore coating layer" Journal of Korea TAPPI, 31(3), 1999
15. Chang Keun Kim, Yong Kue Lee "Studies on the pore of coating layer and printability(II) -Effect od pigments size on pore coating layer" Journal of Korea TAPPI, 31(3), 2001
16. Osrerhuber E. J., McFadden M. G. Roman N., "Coating pore structure and Offset printed Gloss". Coating Conference Proceeding TAPPI PRESS Atlanta, p. 39~58, 1996