

초미립 경질탄산칼슘이 도공지 품질에 미치는 영향

김선경 · 원종명 · 이용규[†]

접수일(2012년 8월 6일), 수정일(2012년 8월 16일), 채택일(2012년 8월 20일)

Effect of Ultra Fine Precipitated Calcium Carbonate on the Quality of Coated Paper

Sun Kyung Kim, Jong Myoung Won and Yong Kyu Lee[†]

Received August 6, 2012; Received in revised form August 16, 2012; Accepted August 20, 2012

ABSTRACT

This study was carried out in order to evaluate the effects of ultra fine precipitated calcium carbonate (UFPCC) on properties of coating color, coated paper and off-set printability. It was found that blending of UFPCC increased the low-shear viscosity and water retention of coating color. The smaller the particle size, the more significant the effect of it. When the blending ratio of UFPCC was increased, brightness, whiteness and opacity of the coated paper were improved, while paper gloss was decreased due to the increase in roughness. When the UFPCC with the average particle size of 0.12 μm was used, the ink receptivity during off-set printing was improved while print gloss was maintained or a little decreased. It was also observed that the dry-pick and wet-pick strength of coated paper were improved by the use of UFPCC. In conclusion, it is possible to produce the low gloss matt paper with the use of UFPCC since it could improve the optical properties and ink receptivity of coated paper.

Keywords : UFPCC, particle size, low-shear viscosity, water retention, optical properties, ink receptivity, pick strength

1. 서론

도공지는 안료와 바인더를 주성분으로 하는 도공액을 원지 위에 도포한 종이이다. 도공의 주목적은 종이

의 백색도 및 광택 등의 외관적성 향상으로 인한 미적 상품가치 증가와 인쇄품질의 향상에 있다.¹⁻²⁾ 최근의 경쟁적인 세계시장에서는 품질의 향상과 비용의 절감이라는 두 가지 요구가 점차 증가되고 있으며 특히, 도

• 강원대학교 산림환경과학대학 제지공학과(Dept. of Paper Science & Engineering, College of Forest & Environmental Sciences, Kangwon National University, Chuncheon, 200-701, Korea).

[†] 주저자(Corresponding author): e-mail: yklee@kangwon.ac.kr

공분야에서는 백색도, 불투명도 및 인쇄적성에 집중되고 있는 추세이다.³⁾ 도공지의 품질은 여러 가지 변수들에 의하여 결정되는데 그 중 주성분이며 도공층 내 가장 많은 부분을 차지하는 안료의 종류 및 배합 비율이 도공지의 품질을 결정하는 주요한 인자이다.⁴⁾

도공용 안료 중, 탄산칼슘은 산성초지에서 중성 및 알칼리초지로의 전환과 인쇄용지의 고백색도화 경향에 따라 그 사용량이 증가 되었다.⁵⁻⁶⁾ 그 중 경질탄산칼슘(Precipitated calcium carbonate)는 주로 초지용 충전제로 사용되고 있으며, 특히 인쇄용지의 경량화에 따른 벌크 문제를 해소하기 위한 일환으로 그 사용량이 점차적으로 증가하고 있는 추세를 보이고 있다. 그러나 도공분야에서는 점도가 높아 유동학적으로 불리하고, 도공액의 고농도화가 어려운 특성을 지니고 있기 때문에 중질탄산칼슘(Ground calcium carbonate)에 비해 널리 사용되지 못하였다. 이러한 이유로 경질탄산칼슘을 도공에 적용하기에는 많은 기술 및 정보가 부족하다는 현실에 직면하고 있다.⁷⁻⁸⁾ 하지만 최근에는 새로운 기술의 도입 및 다양한 특성을 지니는 경질탄산칼슘들이 종이 도공용 안료로서 개발되고 있다. 현재 사용되고 있는 경질탄산칼슘보다 입자크기를 보다 미립화한 초미립 경질탄산칼슘도 그 중 하나이다. 이러한 경질탄산칼슘은 미세하며 균일한 입자경으로 인하여 도공지의 품질을 상승시키기 때문에 고품질의 도공지를 제조할 수 있다는 장점을 가지며 그에 따라 경질탄산칼슘의 수요가 점점 증가되는 추세이다.⁹⁾

따라서 본 연구에서는 경질탄산칼슘이 도공용 안료로서의 적합성 및 사용 가능성을 평가하기 위한 일환으

로 세 종류의 초미립 경질탄산칼슘이 도공액 및 도공지의 품질에 미치는 영향과 오프셋 인쇄적성에 미치는 영향에 대하여 연구하였다.

2. 재료 및 방법

2.1 공시재료

2.1.1 도공원지 및 안료

본 연구에 사용된 도공원지는 H사의 백상지를 사용하였으며 물성은 Table 1과 같다. 도공용 안료는 중질탄산칼슘(Setacarbo-K), 클레이(α -gloss) 및 평균입도가 다른 세 종류의 초미립 경질탄산칼슘을 사용하였으며 그 물성은 Table 2에 나타내었다.

2.1.2 바인더와 기타 첨가제

바인더는 라텍스(Lutex 701, LG-chemical, KOREA)를 사용하였고, 그 물성은 Table 3과 같다. 분산제, 윤활제, 내수화제 및 증점제를 기타 첨가제로 사용하였다.

Table 1. Properties of base paper

Properties	Base paper
Grammage(g/m^2)	75
Thickness(μm)	100
Gloss(%)	6.12
Roughness(μm)	5.94
Opacity(%)	86.58
Brightness(%)	92.62
Whiteness(%)	81.3

Table 2. Properties of pigments

Pigment	GCC	Clay	UFPCC 1	UFPCC 2	UFPCC 2
Type	slurry	powder	powder	powder	slurry
Particle size(μm)	1.1	3.8	0.12	0.3	1.0
pH	9.5	7.0	9.2	9.2	12.0
Viscosity(cPs)	197	-	-	-	185
Solid content(%)	75.1	99.9	99.9	99.9	65.12

Table 3. Properties of latex

Solids content (%)	Particle size (\AA)	Viscosity (cPs)	Tg ($^{\circ}C$)	Gel content (%)
50.0	1100	300	3	80

Table 4. Formulations of coating color

	unit:pph							
	1	2	3	4	5	6	7	8
GCC95	100	80	80	80	70	70	70	70
Clay	-	20	10	-	30	20	10	-
UFPC	-	-	10	20	-	10	20	30
Binder	10							
NaOH	0.12							
Dispersant	0.02							
Lubricant	0.5							
Insolubilizer	0.3							
Thickener	0.1							
Solids content(%)	65							

2.2 실험방법

2.2.1 도공액의 제조

각각의 도공액은 Table 4와 같이 배합하여 제조하였다. 가성소오다를 사용하여 물의 pH를 조절한 후에 분산제와 안료를 첨가하여 슬러리 형태로 약 15분간 교반 후 유동제, 바인더, 윤활제, 내수화제 순으로 첨가하여 도공액을 제조하였다.

2.2.2 도공액의 물성 측정

도공액의 점도는 저점단 점도계(DV-II Viscometer, Brookfield, U.S.A.)를 사용하여 측정(60rpm에서 No. 4 spindle) 하였고, pH는 pH측정기 (PB-11, Sartorius Korea. Ltd)를 사용하였으며, 보수성은 보수성 측정기 (Water retention meter, A Å-GWR, Kaltec scientific inc, U.S.A)를 사용하여 30초 동안 탈수한 양으로 평가하였다.

2.2.3 도공지 제조

실험용 반자동 코터(K-control coater, RK print Coat Instrument Ltb, U.K)를 사용하여 원지에 도공량 8 g/m²로 편면 도포한 후, 105℃의 열풍 건조기(YJ-8600D, Yujin Electronics, KOREA)에서 30초간 건조하였다. 슈퍼 캘린더(Beloit Corporation, U.S.A.)를 사용하여 온도 70℃, 압력 250 psi 에서 도공면이 Cotton filled roll쪽으로 향하게 하고 1회 통과하여 캘린더링을 실시하였다.

2.2.4 도공지의 물성측정

도공지 물성은 거칠음도(PPS, L&W, Sweden), 백지 광택(Gloss meter, Model T480A, Technidyne corp, U.S.A.), Brightness, Whiteness, Opacity(Elrepho 3000, Datacolor International, U.S.A.)를 측정하였다.

2.2.5 도공지의 오프셋 인쇄적성 측정

도공지의 인쇄적성은 인쇄시험기(RI- II)를 사용하여 잉크세트성, 인쇄광택 및 표면강도(Wet, Dry-pick)를 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 도공액의 물성 평가

초미립 경질탄산칼슘의 첨가가 도공액의 저전단 점도에 미치는 영향을 조사한 결과 Fig. 1에서 보는 바와 같이 입자 크기가 1.0µm인 경질탄산칼슘 첨가 시에는 중질탄산칼슘 단독 사용 시 또는 중질탄산칼슘과 클레이 혼합 사용 시보다 낮은 점도를 나타내었으나, 입자 크기 0.12µm와 0.3µm인 초미립 경질탄산칼슘의 경우에는 첨가량이 증가됨에 따라 점도가 급격히 상승하였다. 이는 Lee의 연구에서 입자가 작을수록 유동량이 증가하며, 입자 사이즈가 작을수록 비표면적과 체적이 증가하여 도공액의 점도가 증가한다는 연구 보고와도 일치하였다.¹⁰⁾ 도공액의 보수성은 초미립 경질탄산칼슘의 각각의 배합에서 10 파트 첨가 시 우수한 특성을 보이고, 첨가량의 증가에 따라 다시 감소하는 경향을 보였는데, 이는 Lee와 Kim 등의 연구에서 밝힌 바와 같이 입자의 크기와 형태 및 크기에 따라 형성되는 패키구조의

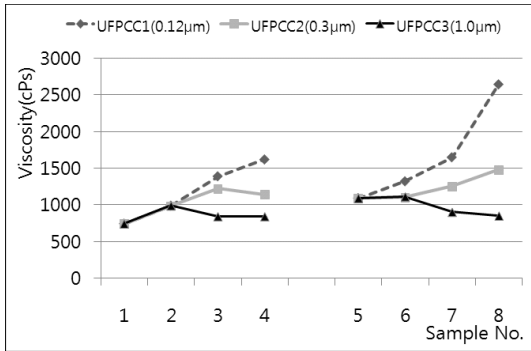


Fig. 1. Effect of ultra fine PCC on the low shear viscosity of coating color.

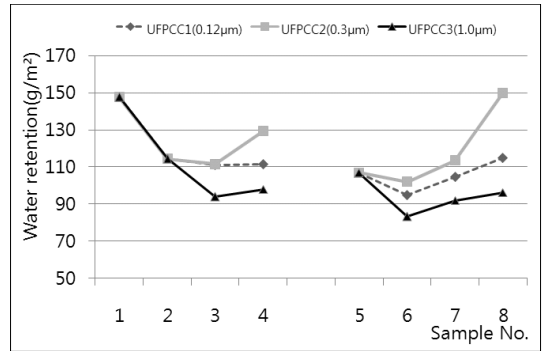


Fig. 2. Effect of ultra fine PCC on the water retention value of coating color.

변화에서 비롯된 것으로 사료된다.^{11, 14)}

3.2 도공지의 물성 평가

3.2.1 거칠음도 및 백지광택

Figs. 3~4는 캘린더링 전, 후의 도공지 거칠음도를 측정 한 결과이다. 도공지의 거칠음도는 캘린더링을 거침으로써 감소되기는 했지만 첨가된 초미립 경질탄산칼슘의 입자크기가 클수록 증가되는 경향을 나타내었다. 입자크기가 0.12µm인 경우에는 클레이 투입량에 따라 다소 다른 값을 나타내기는 했지만 중질탄산칼슘 단독 사용 시에 비하여 거칠음도의 증가가 매우 미미하였다. 하지만 전술한 바와 같이 다른 안료에 비하여 입자크기가 작음에도 불구하고 초미립 경질탄산칼슘의 입자크기가 증가함에 따라 거칠음도가 증가하는 경향을 나타낸 것은 입자의 모양이 프리즘 형태를 지니고 있을 뿐만 아니라 입자 크기 분포의 폭이 매우 좁기 때문에 점도가 증가함으로써 거칠음도가 증가한 것으로 판단

된다. 이는 Osterhuber의 실험 결과와도 일치하는 경향을 나타내었다.¹²⁾

Figs 5~6은 캘린더링 전, 후의 도공지의 백지광택에 대한 결과를 보여주고 있다. GCC에 클레이가 첨가되었을 때는 캘린더링 여부에 관계없이 모두 백지광택이 증가되었으나 비록 정도의 차이는 있지만 초미립 경질탄산칼슘이 첨가되어질수록, 그리고 초미립 PCC의 입자크기가 증가될수록 백지광택이 현저히 감소하는 경향을 나타내었다. 이러한 결과가 나온 것은 PCC 특유의 입자 형태 및 입자크기 분포에서 비롯된 점도 증가 및 거칠음도 증가에서 비롯된 것으로 사료된다.

3.2.2 Brightness, Whiteness 및 Opacity

Figs. 7~12는 도공지의 brightness, whiteness 및 opacity의 측정값을 나타내고 있다. Brightness와 whiteness의 경우 클레이의 첨가에 의해 크게 감소되었다가 초미립경질탄산칼슘의 첨가에 의하여 회복되는

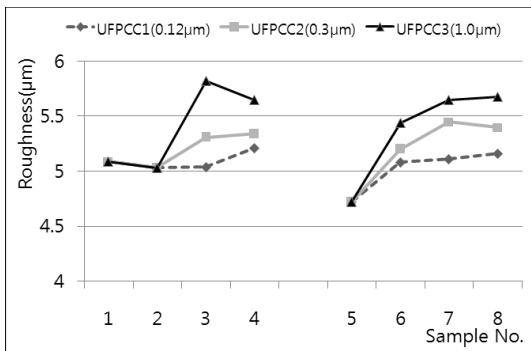


Fig. 3. Effect of ultra fine PCC on the roughness of coated paper (Before calendaring).

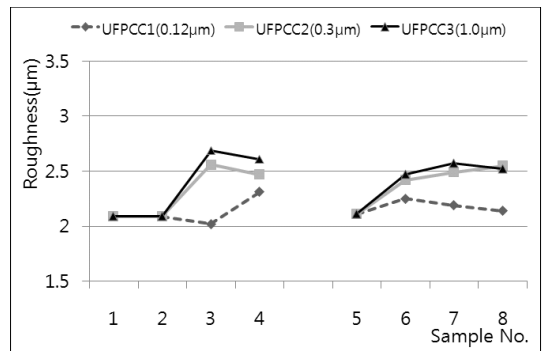


Fig. 4. Effect of ultra fine PCC on the roughness of coated paper (After calendaring).

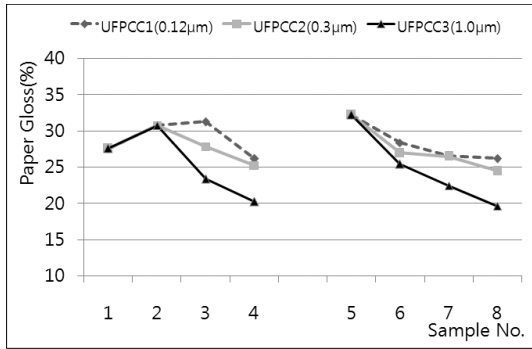


Fig. 5. Effect of ultra fine PCC on the paper gloss of coated paper(Before calendaring).

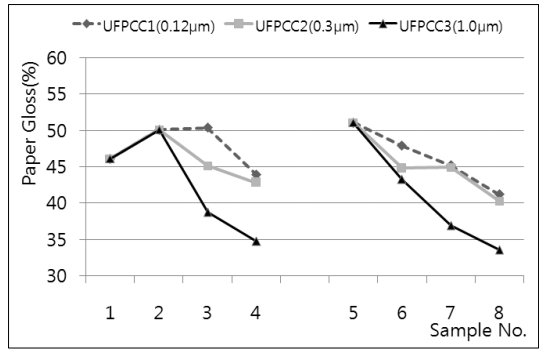


Fig. 6. Effect of ultra fine PCC on the paper gloss of coated paper(After calendaring).

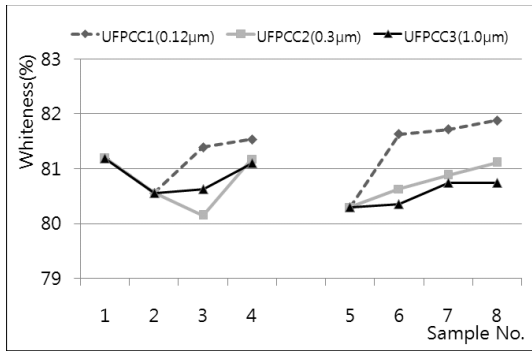


Fig. 7. Effect of ultra fine PCC on the whiteness of coated paper(Before calendaring).

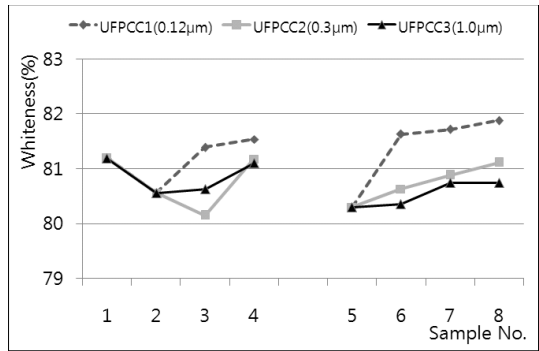


Fig. 8. Effect of ultra fine PCC on the whiteness of coated paper(After calendaring).

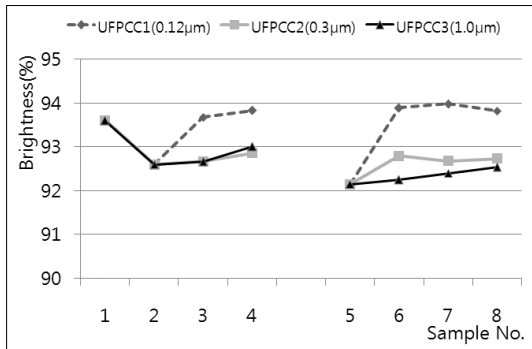


Fig. 9. Effect of ultra fine PCC on the brightness of coated paper(Before calendaring).

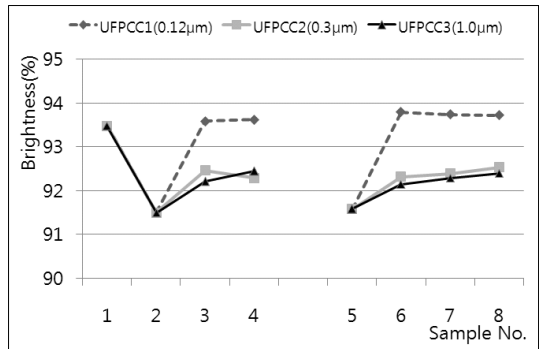


Fig. 10. Effect of ultra fine PCC on the brightness of coated paper(After calendaring).

경향을 나타내고 있다. 특히 whiteness의 경우 클레이 대신에 0.12µm의 초미립 경질탄산칼슘이 대체됨에 따라 중질탄산칼슘만 사용했을 때보다 높은 값을 나타내었고, brightness는 중질탄산칼슘 단독 사용 시와 유사하거나 다소 개선되는 결과를 나타내었다. 그러나 0.12

µm보다 큰 초미립 경질탄산칼슘의 사용 시에는 중질탄산칼슘 단독 사용 시보다는 낮은 값을 나타내었다. 탄산칼슘은 클레이에 비해 안료 자체의 백색도가 높기 때문에 탄산칼슘의 배합 비율이 증가될수록 whiteness 및 brightness가 우수하다고 사료된다.¹³⁻¹⁴⁾ 불투명도의 경

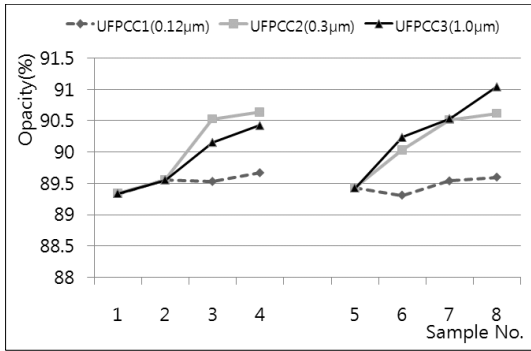


Fig. 11. Effect of ultra fine PCC on the opacity of coated paper(Before calendaring).

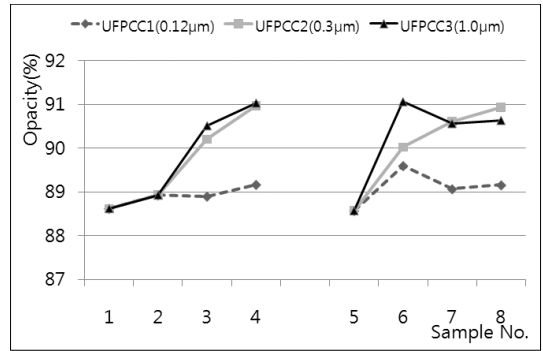


Fig. 12. Effect of ultra fine PCC on the opacity of coated paper (After calendaring).

우 초미립 경질탄산칼슘의 사용에 의해 모두 개선되었는데, 특히 입자 크기가 커질수록 더 현저한 개선효과가 얻어졌다. 이와 같은 현상은 입자크기가 증가될수록 별거한 구조를 이룸으로써 빛을 더 산란시킬 수 있기 때문인 것으로 사료된다.¹¹⁾

3.2.4 도공지의 인쇄적성

초미립 경질탄산칼슘을 첨가할수록 잉크세트성이 좋아졌는데 이는 입자 크기가 작아 잉크의 세트성이 증가하였다고 사료된다. Amy 등의 연구에서 입자의 크기가 작아질수록 잉크의 세트성이 빨라진다는 것과 같

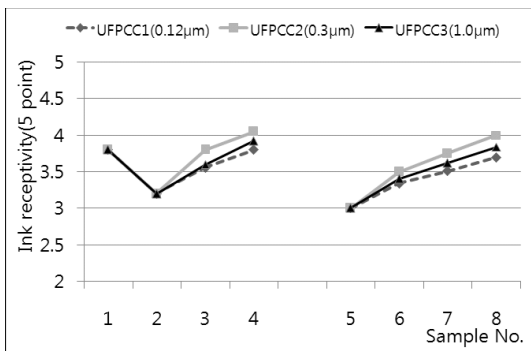


Fig.13. Effect of ultra fine PCC on the ink receptivity of coated paper.

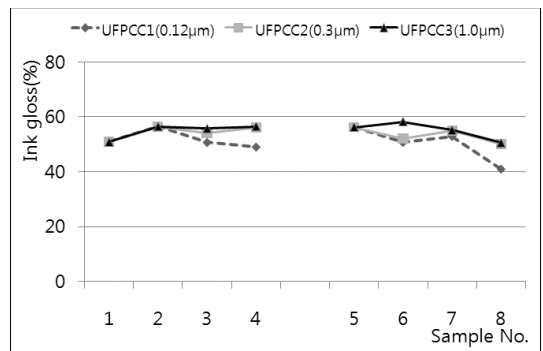


Fig. 14. Effect of ultrafine PCC on the ink gloss of coated paper.

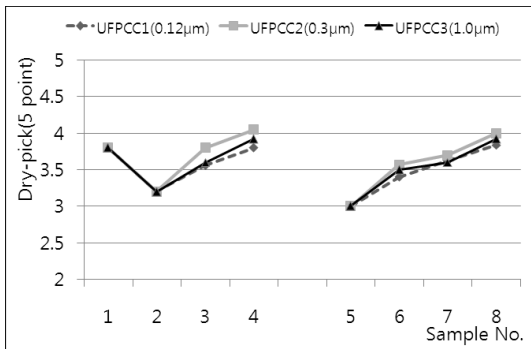


Fig. 15. Dry-pick of coated paper.

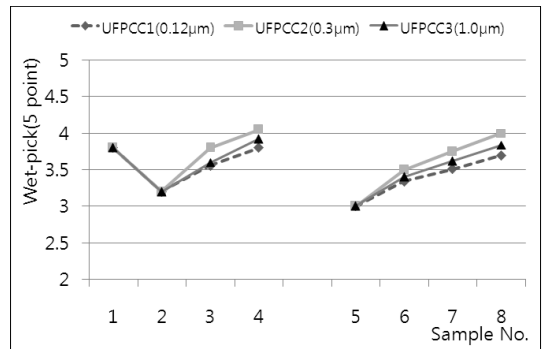


Fig. 16. Wet-pick of coated paper.

은 결과를 나타냈다.¹⁵⁾ 또한 초미립의 안료를 사용하면 공극의 수가 증가되면서 보다 미세해지고, 이에 따라 잉크세트성이 빨라진다는 Janet 등의 연구와 일치함을 확인할 수 있었다.¹⁶⁾ 반면 초미립 경질탄산칼슘 첨가에 따라 잉크세트성이 빠르며 백지광택이 낮기 때문에 인쇄광택은 낮았다(Fig. 14). 도공층의 표면강도는 클레이의 첨가에 의하여 감소되었다가 초미립 경질탄산칼슘 첨가에 의해 향상되었는데(Fig. 15, 16) 이는 초미립 경질탄산칼슘의 첨가는 도공층의 표면강도(wet, dry pick)도 높은 값을 가진다는 Richard의 실험결과와 유사하였다.²⁾

4. 결론

본 연구는 초미립 경질탄산칼슘을 적용하여 도공액, 도공지의 물성 및 오프셋 인쇄적성에 관한 연구를 하였으며 그 결과는 다음과 같다.

1. 초미립 경질탄산칼슘의 배합으로 도공액의 저 전단 점도와 보수성이 모두 증가하였으며 입자경이 작을 수록 그 폭은 증가하였다.
2. 초미립 경질탄산칼슘의 첨가 비율을 높이면 상대적으로 백색도가 낮은 안료인 클레이에 비하여 높은 brightness, whiteness를 얻을 수 있지만 거칠음도가 증가하며, 백지광택이 감소한다는 것을 확인하였다. 또한 초미립 경질탄산칼슘의 첨가에 따른 불투명도의 증가를 확인할 수 있었다.
3. 도공지의 off-set 인쇄적성은 초미립 경질탄산칼슘의 첨가로 잉크세트성이 증가되었지만, 인쇄광택이 낮아지는 것을 확인하였다. 도공지의 표면강도는 초미립 경질탄산칼슘 첨가에 의해 높아지는 것을 확인할 수 있었다.

결론적으로 초미립 경질탄산칼슘의 첨가는 인쇄품질 및 광학적 특성의 개선 효과를 보이지만, 판상의 클레이와 비교 시 프리즘 형태의 안료 형상으로 인해 거칠음도가 상승하여 광택 저하를 야기 시키기 때문에 오프셋 인쇄적성이 우수하며 광택이 낮은 매트지를 제조할 시 고품질의 도공지를 생산할 수 있을 것이라 기대할 수 있다.

인용문헌

1. 이용규, 도공개론 및 도공지 시장의 최근동향, J. Korea TAPPI 34(3):59-81 (2002)
2. Casey, J. P., PULP AND PAPER Chemistry and Chemical Technology IV, John Wiley & Sons, pp. 2013(1983)
3. Richard Z. Z., Margaret J., Ozgur O., and ViditKumar, Benefits of fine aragonite PCC to GCC in LWC and CFS coating applications, 2004 Coating and Graphic Arts Conference(2004)
4. HAMAD AL-TURAIIF, The effect of pigment blends on the surface structure and chemistry of pigmented latex coatings, Tappi J 5(8):24-30(2006)
5. Huggenberger, L., and Neubold., "Natural ground calcium carbonate as coating pigment and filler", Chapter 7 in Pigment For Paper, Hagemeyer, R., editor, TAPPI Press
6. Joseph N. I., and Edward J. O., A new precipitated calcium carbonate pigment for high gloss coated papers, 1990 Coating Conference Proceeding, TAPPI Press, Boston, pp. 237-250
7. Becker, H., Precipitated calcium carbonate in coated papers. Various types, properties, benefits. Studies on coated offset papers with needle shaped precipitated calcium carbonate in paper coating, Diez, Wochenbl. Papierfabr, 104(11):423-432(1976)
8. Engstroem, G., and Rgdahl, M., The use of some precipitated calcium carbonate(PCC) grades as coating pigments. Nordic Pulp Pap. Res. Journal, 7(2):90-94 (1992)
9. Markku P., PCC has coating in its sights, Coating Focus PPI pp.21-23(2005)
10. Lee, K.S., Influence of type and mixing ratio of pigments on ink-jet grade printing qualities, Kwangwon National University (2002)
11. Kim, C.K., and Lee, Y.K., Studies on the pore of coating layer and printability(4)-Effects of blending ratio of pigments J. Korea TAPPI, 33(3):29-36(2001)
12. Osrerhuber E. J., McFadden M. G., and Roman N., Coating pore structure and offset printed gloss. Coating Conference Proceeding TAPPI PRESS

- Atlanta, pp. 39-58(1996)
13. Lee, Y.K., and Jeong K.M., Studies on the application of high-gloss plastic pigment for paper coating(2)-Effect of mixing ratio of pigment on the packing structure and optical properties of coated paper, J. Korea TAPPI 32(4):41-48(2000)
 14. Lee, D.I., The critical pigment volume concentration concept for paper coatings: II. Latex-bound clay, ground calcium carbonate and clay-carbonate pigment coatings, J. Korea TAPPI 34(3):18-38(2002)
 15. Amy C. D., Influence of the average particle size of aragonite precipitated calcium carbonate on coated paper properties, 2003 TAPPI Spring Technical Conference(2003)
 16. Janet S., Preston, N. J., Anabelle L., Chiris N., and John C. H., The role of pore density in the setting of offset printing ink on coated paper, Tappi J. 85 (3):3-5 (2002)