

초미립 PCC가 오프셋 인쇄적성에 미치는 영향

김선경, 신동준, 조병욱, 이용규

강원대학교 산림환경과학대학 제지공학과

1. 서 론

도공지는 안료와 바인더를 주성분으로 하는 도공액을 원지 위에 도포한 종이다. 도공의 주목적은 종이의 백색도 및 광택 등의 외관적성 향상으로 인한 미적 상품가치 증가와 인쇄효과의 향상에 있다.¹⁻²⁾ 근래의 경쟁적인 세계시장에서는 품질의 향상과 비용의 절감이라는 두 가지 요구가 점차 증가되고 있으며 특히, 도공분야에서는 백색도, 불투명도 및 인쇄적성에 집중되어지고 있는 추세이다.³⁾ 도공지의 품질은 여러 가지 변수들에 의하여 결정되어 지는데 그 중 안료의 종류 및 배합 비율은 도공지의 품질을 결정하는 주요한 인자이다.⁴⁾

도공용 안료 중, 탄산칼슘은 산성초지에서 중성 및 알칼리초지의 전환과 고 백색도화 종이의 경향에 따라 그 사용량이 증가 되었다.⁵⁻⁶⁾ 그 중 PCC는 주로 초지용 충전제로 많이 쓰였으며, 도공에서는 유동학적으로 불량 및 도공액의 저 농도화에 따라 GCC에 비해 널리 사용되지 못하였다. 그러한 이유로 PCC를 도공에 적용하기에는 많은 기술 및 정보가 부족하다는 현실과 직면하고 있었다.⁷⁻⁸⁾ 하지만 최근에는 새로운 기술 및 등급의 PCC들이 종이 도공 안료로서 개발되어지고 있다. 현재 사용되고 있는 경질탄산칼슘보다 입자크기를 보다 미립화한 초미립 경질탄산칼슘도 그 중 하나이다. 이러한 PCC는 추가 비용 없이 도공지의 품질을 상승시키며 또는 비용을 감소시키면서 품질을 유지할 수 있다는 2가지의 장점을 가지며 그에 따라 PCC의 수요가 점점 증가되어지는 추세이다.⁹⁾

따라서 본 연구는 세 가지의 초미립 경질탄산칼슘을 적용시킴에 따라 도공액 및 도공지에 미치는 영향과 오프셋 인쇄적성에 대하여 연구하였다.

2. 재료 및 방법

2.1 공시재료

2.1.1 도공원지, 안료

본 연구에 사용된 도공원지는 H사의 중성지를 분양받아 사용하였다. 물성은 Table 1과 같다, 도공용 안료는 GCC(Seta-carbo95), Clay(α -gloss) 및 평균입도가 다른 세 가지의 UFPCC(Ultra Fine sized Precipitated Calcium Carbonate)를 사용하였으며 그 물성은 Table 2에 나타내었다.

Table 1. Properties of base paper

Properties	
Base weight(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	UFPCC1	UFPCC2	UFPCC2
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

2.1.2 바인더와 기타 첨가제

바인더는 라텍스(Lutex 701, LG-chemical, Korea)를 사용하였고, 그 물성은 Table 3과 같다. 분산제(WY-117, 정원화학), 윤활제(NOPCOTE C-104, San nopco, Korea), 내수화제(WR-30N, 우진산업), 증점제(WR-330N, 우진산업)를 기타 첨가제로 사용하였다.

Table 3. Properties of Latex

Solids content (%)	Particle Size (Å)	Viscosity (cPs)	Tg (°C)	Gel content (%)
50.0	1100	300	3	80

2.2 실험방법

2.2.1 도공액의 제조

도공액은 각각의 UFPCC를 Table 5와 같이 배합하여 제조하였다. 물에 NaOH를 넣어 pH를 조절한 후에 분산제와 안료를 첨가하여 슬러리 형태로 약 15분간 교반 후 각각의 첨가제를 유동제, 바인더, 윤활제, 내수화제 순으로 첨가하여 도공액을 제조하였다.

Table 5. Formulations of coating color

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

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 사

용하였으며, 보수도는 보수성 측정기(Water retention meter, AÅ-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(Supercalender, Beloit Corporation, U.S.A.)를 사용하여 온도 70℃, 압력 250 psi에서 도공면이 Cotton filled roll쪽으로 향하게 하고 2회 통과하여 도공지를 제조하였다.

2.2.4 도공지의 물성측정

도공지 물성은 거칠음도(PPS, L&W, Sweden), 백지광택(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 Ink receptivity, 인쇄광택 및 표면강도(Wet, Dry-pick)를 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 도공액 물성 평가

그림 1~3은 각각의 배합비에 따른 도공액의 물성을 측정한 결과를 보여준다. 도공액 pH는 PCC의 첨가량이 증가할수록 Clay에 대비하여 상승함을 알 수 있었다. PCC 입자가 작아지며 첨가량이 증가할수록 점도가 상승하였다. 이는 Lee의 연구에서 입자가 작을수록 유동량이 증가하며 입자의 비표면적이 클수록 입자의 체적이 증가하여 도공액의 점도가 증가한다는 연구와도 일치하였다.¹⁰⁾ UFPC3의 경우는 GCC와 평균입도가 비슷하여 다른 경향을 나타내었다고 사료된다. 도공액의 보수성은 초미립 경질탄산칼슘의 첨가에 따라 증가하다 낮아지는 경향을 보였는데 이는 Lee와 Kim 등의 연구에서 입자의 크기와 형태 및 크기에 따른 팩킹 상태에 따른 현상이라 사료된다.^{11, 14)}

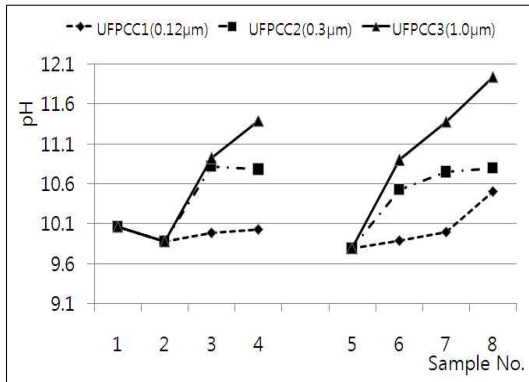


Fig. 1. pH.

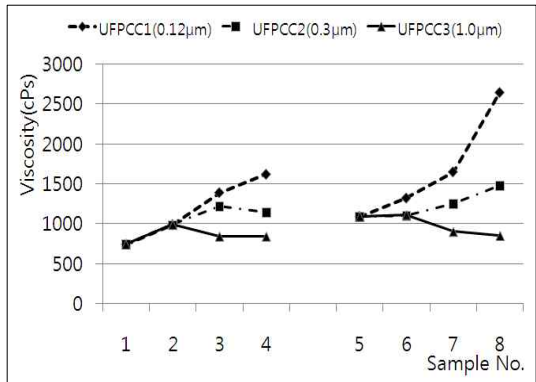


Fig. 2. Low shear viscosity.

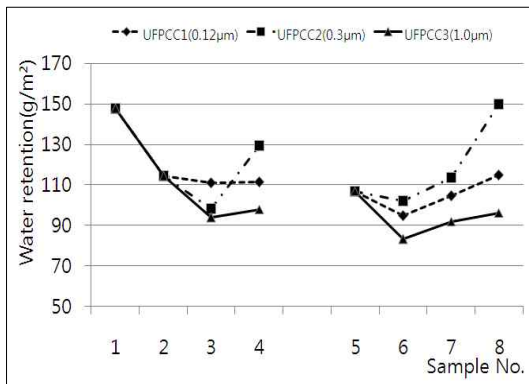


Fig. 3. Water retention value.

3.2 도공지의 물성 평가

3.2.1 백지광택, 거칠음도

그림 4~7은 도공지의 백지광택 및 거칠음도에 대한 측정 결과이다. 초미립 경질탄 산칼슘이 첨가되어질수록 거칠음도가 증가하기 때문에 백지광택이 떨어지는 것을 확인하였다. 이는 prismatic의 PCC는 판상형의 클레이에 비하여 입자의 크기가 미립일지라도 안료형상에 따라 낮은 광택 및 평활성을 지니게 되었다고 사료된다. 반면에 초미립 PCC의 입자가 작아질수록 광택은 증가되며 거칠음도 또한 감소한다는 것을 확인하였다. 이는 Osterhuber의 실험결과와도 일치하는 경향을 보였다.¹²⁾

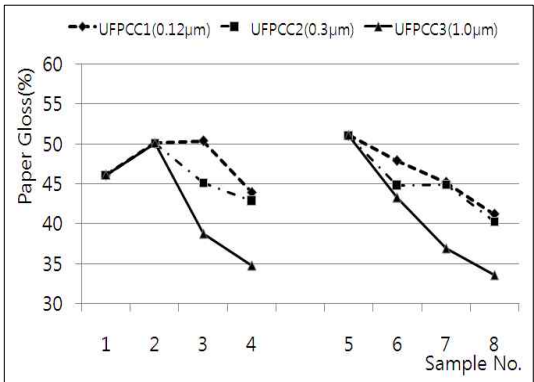
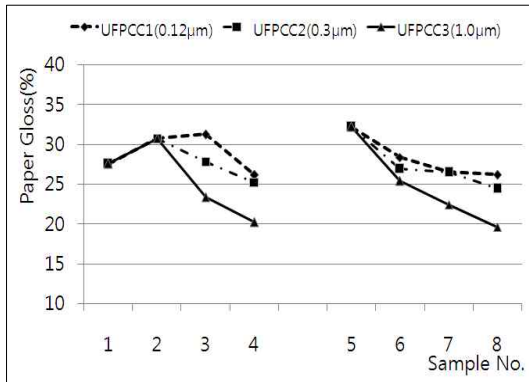


Fig. 4. Paper gloss(Before Calendaring). Fig. 5. Paper gloss(After Calendaring).

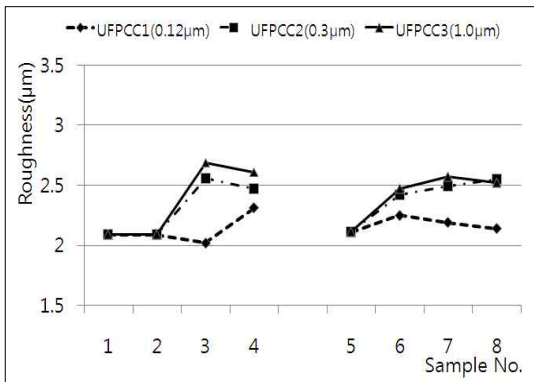
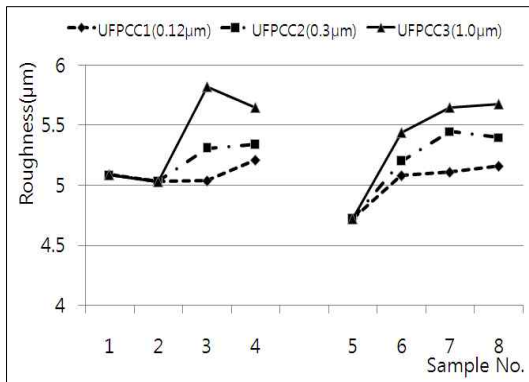


Fig. 6. Roughness(Before Calendaring). Fig. 7. Roughness(After Calendaring).

3.2.2 Brightness, Whiteness 및 Opacity

그림 8~11은 도공지의 Brightness, Whiteness 및 Opacity의 측정값을 나타내고 있다. 초미립 경질탄산칼슘의 증가할수록 Brightness와 Whiteness 및 opacity 모두 증가하는 것을 확인하였다. 탄산칼슘은 클레이에 비해 안료자체의 백색도가 높기 때문에 탄산칼슘의 배합비율이 증가될수록 whiteness 및 brightness가 우수하다고 사료되었다.¹³⁻¹⁴⁾ 불투명도의 경우 UFPPC1의 경우 입자크기가 빛을 산란시키기에 충분하지 못하기 때문에 다른 UFPPC에 비하여 낮은 값을 나타냄을 알 수 있었다.¹¹⁾

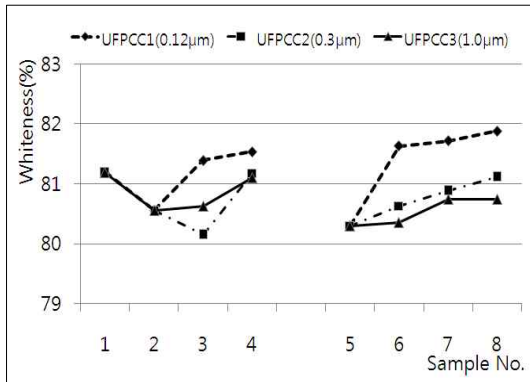


Fig. 8. Whiteness(Before Calendaring).

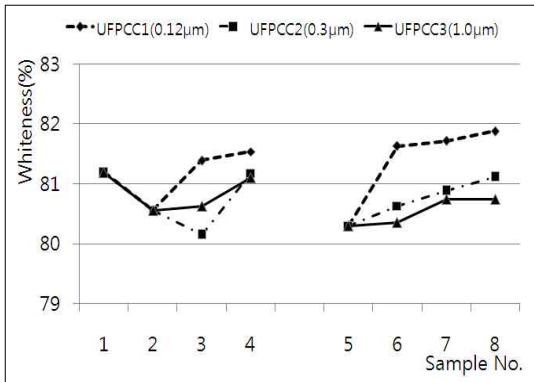


Fig. 9. Whiteness(After Calendaring).

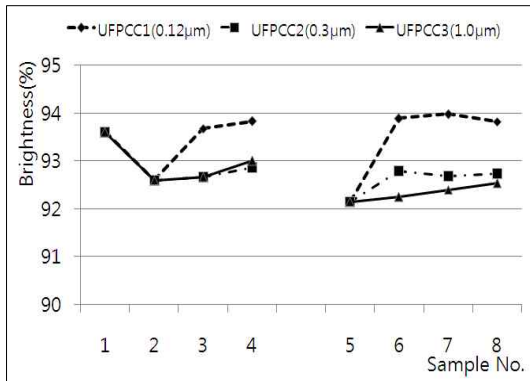


Fig. 10. Brightness(Before Calendaring).

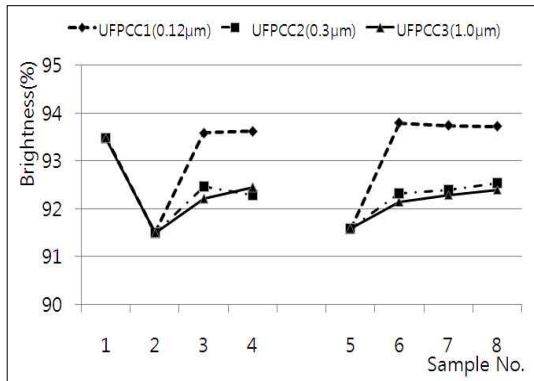


Fig. 11. Brightness(After Calendaring).

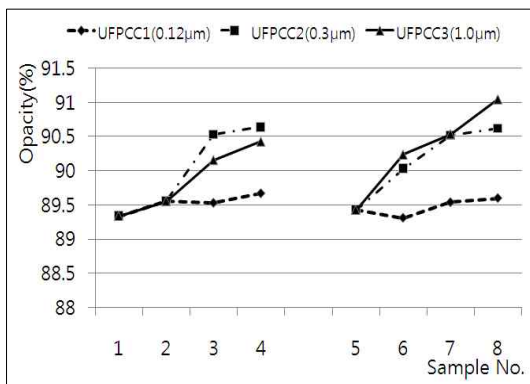


Fig. 12. Opacity(Before Calendaring).

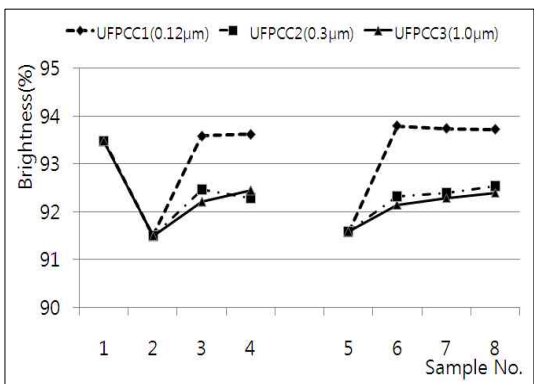


Fig. 13. Opacity(After Calendaring).

3.2.3 도공지의 인쇄적성 측정

초미립 경질탄산칼슘을 첨가할수록 set-off이 좋아졌는데 이는 입자크기가 작아 잉크의 셋팅 능력이 증가하였기 때문으로 사료된다. Amy등의 연구에서 입자의 크기가 작아질수록 잉크의 세트성이 빨라진다는 것과 같은 결과를 나타냈다.¹⁵⁾ 또한 초미립의 안료를 사용하면 공극의 수가 증가되면서 보다 미세해지고, 이에 따라 잉크셋팅 속도가 빨라진다는 Janet등의 연구와 일치함을 확인할 수 있었다.¹⁶⁾ 인쇄 광택은 초미립PCC첨가에 따라 셋팅 속도가 빠르고 백지광택이 낮기 때문에 낮아짐이 확인되었다.(Fig. 15) 도공층의 표면강도는 초미립 PCC첨가에 의해 향상되었는데(Fig. 16, 17) 이는 prismatic형 PCC의 첨가는 도공층의 표면강도(wet, dry pick)도 높은 값을 가진다는 Z. richard의 실험결과와 유사하였다.²⁾

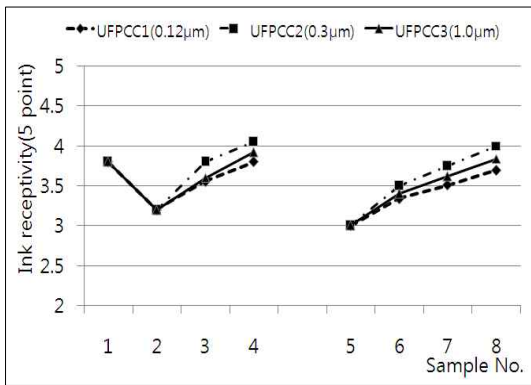


Fig. 14. Ink receptivity.

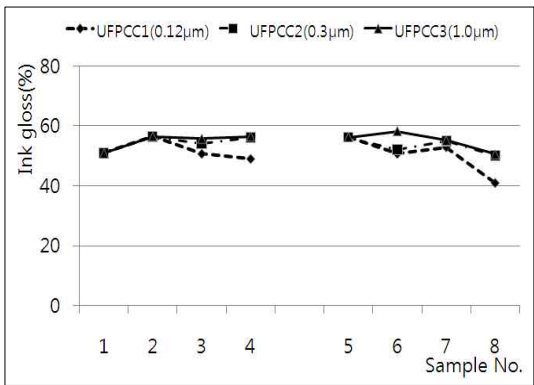


Fig. 15. Ink gloss.

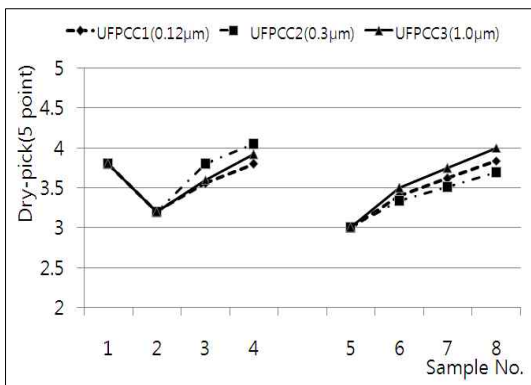


Fig. 16. Dry-pick.

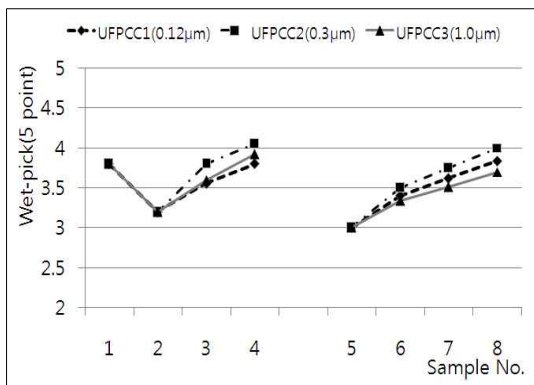


Fig. 17. Wet-pick.

4. 결 론

본 연구는 초미립 경질탄산칼슘을 적용하여 도공액, 도공지의 물성변화 및 오프셋인쇄적성에 관한 연구를 하였으며 그 결과는 다음과 같다.

1. 초미립 경질탄산칼슘을 적용하면 도공액의 저 전단점도와 보수성이 모두 증가하였음을 관찰할 수 있었다.
2. 초미립 경질탄산칼슘의 비율을 높이면 상대적으로 백색도가 낮은 안료인 Clay에 비하여 높은 brightness, whiteness를 얻을 수 있지만 거칠음도가 증가하며 백지광택의 감소한다는 것을 확인하였다. 또한 초미립 경질탄산칼슘의 첨가에 따른 opacity의 증가를 확인할 수 있었다.
3. 도공지의 off-set 인쇄적성은 초미립 경질탄산칼슘의 첨가로 잉크수리성이 증가되었지만 인쇄광택이 낮아지는 것을 확인하였다. 도공지의 표면강도(Dry, wet-pick)는 UFPC첨가에 의해 높아지는 것을 확인할 수 있었다.

결론적으로 초미립 경질탄산칼슘의 첨가는 인쇄능력 및 광학적인 특성을 개선할 수 있는 효과를 보이지만 Clay와 비교 시 안료 형상에 따른 광택의 저하 및 거칠음도의 상승을 야기 시키므로 오프셋 인쇄적성이 우수하며 광택이 낮거나 일반적인 용지를 제조할 시 고품질의 도공지를 생산할 수 있을 것이라 기대할 수 있다.

참 고 문 헌

1. 이용규, “도공개론 및 도공지 시장의 최근동향”, Journal of Korea TAPPI Vol.34. No.3, 2002
2. Casey, J. P., "PULP AND PAPER chemistry and chemical Technology IV", p.2013
3. Benefits of Fine Aragonite PCC to GCC in LWC and CFS Coating Applications, Z. Richard Zhang, Margaret Joyce, Ozgur Ogden and ViditKumar, Coating and Graphic Arts Conference 2004

4. The effect of pigment blends on the surface structure and chemistry of pigmented latex coatings, HAMAD AL-TURAIIF, TAPPI journal 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. A new precipitated calcium carbonate pigment for high gloss coated papers, Joseph N. Ishley, Edward J. Osterhuber, 1990 Coating conference
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(11,12), (1976), 423-432
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), (1992), 90-4, 101
9. PCC has Coating in its sights, Markku Pelto, Coating focus PPI 21-23(2005)
10. Kwang Sub Lee, "Influence of Type and Mixing Ratio of Pigments on Ink-jet Grade Printing Qualities", Kwang Won university, 2002
11. Chang Keun Kim, Yong Kyu Lee, "Studies on the Pore of Coating Layer and Printability(4)-Effects of Blending Ratio of Pigments" Journal of Korea TAPPI, 33(3), 2001
12. 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
13. 이용규, 정경모, "종이도공용 고풍택 유기안료의 적용에 관한 연구(제2보)-안료의 혼합비율이 도공층의 적층구조와 광학적 특성에 미치는 영향", Journal of Korea TAPPI Vol.32, No.4, 2000
14. Do Ik Lee, The Critical Pigment Volume Concentration Concept for Paper Coatings: II. Latex-Bound Clay, Ground Calcium Carbonate and Clay-Carbonate Pigment Coatings
15. Amy C. Dimmick, Influence of the average particle size of aragonite precipitated

calcium carbonate on coated paper properties

16. The role of pore density in the setting of offset printing ink on coated paper, Janet S., Preston, Nick J., Anabelle Legrix, Chiris Nutbeem and John C. Husband Tappi Journal Vol1:No.3 3-5(2002)