

탈크가 그라비아 인쇄적성에 미치는 영향(제1보)

– 탈크가 무광택 및 광택 도공지 그라비아 인쇄적성에 미치는 영향 –

정희석 · 김창근*¹ · 이용규[†]

(2009년 4월 15일 접수: 2009년 6월 17일 채택)

Effect of Talc on Gravure Printability(I)

-Effect of talc on gravure printability of matt and art grade coated papers-

Hee-Seok Cheong[†], Chang-Keun Kim*¹ and Yong-Kyu Lee

(Received April 15, 2009; Accepted June 17, 2009)

ABSTRACT

Talc as a coating pigment has been developed in order to replace GCC and clay for matte grade and has received much attention due to various advantages including good gravure printability. In order to elucidate the effects of talc on gravure printability, model papers were produced with three kinds of coating talc whose particle size and brightness are different. Physical properties related to surface and structure and the gravure printability of the sample were tested. Coating color with talc showed lower viscosity than that with clay. For both matte and art grades, talc tended to give lower gloss than clay. The smaller the particle size of talc, the better properties in the coating color viscosity and water retention. When the particle size of talc was small enough, the surface roughness of the coated paper produced with talc was similar to that with clay while larger talcs produced rougher surface than clay. On top of that, application of talc improved compressibility and gravure printability of coated paper.

Keywords : Talc, Gravure printing, Helio test, Missing dot

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

*¹ 강원대학교 창강 제지 기술 연구소(Changgang Institute of Paper Science and Technology, Kangwon National University, Chuncheon 200-701, Korea)

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

1. 서론

최근 소비자의 다양한 요구에 의해 여러 도공지가 개발되면서 그 중 중후한 느낌을 주는 무광택 도공지의 선호도가 점차 증가하고 있다. 기존에 무광택 도공지에 사용되던 GCC와 클레이를 대체할 목적으로 개발된 탈크는 광택도를 감소시키는 효과를 보이면서 그에 대한 연구가 활발하게 진행되었다. 또한 탈크가 무광택 도공지 등급에서 우수한 품질을 나타내면서 사용량이 매년 5~7%씩 증가하고 있는 추세이다. 2006년 전 세계 탈크 생산량은 약 8,920,000 ton이며, 그 중 약 1,450,000ton이 종이용 안료와 충전제 등으로 사용되었다.¹⁾

일반적으로 도공에 사용되는 안료의 입자크기가 작아질수록 도공액의 점도와 보수성은 향상된다.²⁾ 도공지의 평활도는 안료의 입도분포에 영향을 받고

광택도는 입자의 형태에 따라 주로 영향을 받는다.³⁾ 그리고 인쇄적성에 영향을 미치는 공극률은 입자가 작을수록 감소하는 경향을 보이거나 공극의 수는 증가하는 경향을 보인다. 따라서 도공지의 공극 특성은 도공지 자체의 물성뿐만 아니라 인쇄적성에도 밀접한 관계가 있으며, 이를 적절히 조절하면 좋은 인쇄적성을 갖는 도공지를 제조할 수 있다.²⁾

따라서 도공용으로 개발된 입자 형상과 크기가 다른 몇 가지 탈크를 무광택, 광택 도공지에 각각 적용하여, 도공지 물성과 그라비어 인쇄적성에 미치는 영향을 살펴보고자 하였다.

2. 재료 및 방법

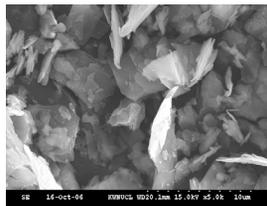
2.1 공시재료

2.1.1 도공원지, 안료 및 바인더

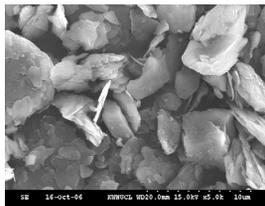
Table 1. Properties of pigment for experiment

Pigments	GCC 95	GCC 60	Clay	Cotalc-1250	Cotalc-2000	Fintalc C10
Type	Slurry	Slurry	Powder	Powder	Powder	Powder
pH	9.5	9.8	7.0 *1)	10.3 *1)	10.3 *1)	10.0 *1)
Viscosity(cPs)	242	98	-			
Solid content(%)	77.79	74.96	-			
Mean size(μm)	97% < 2 μm	62% < 2 μm	82% < 2 μm	5.43	3.79	5.95
Brightness (%)	92.62	93.53	87.50	91.30	91.30	83.10
Company	OMYA KOREA	OMYA KOREA	Engelhard USA	KOCH KOREA	KOCH KOREA	Mondo Minerals

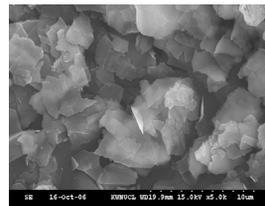
*1) : 65% slurry (D 50)



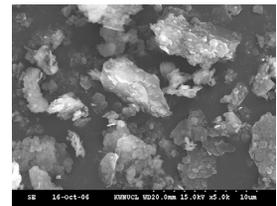
(a) Cotalc-1250



(b) Cotalc-2000



(c) Fintalc C10



(d) Clay

Photo 1. SEM micrograph of pigments

Table 2. Properties of binder

Binder	Type	Solids content (%)	pH	Particle Size (μm)
LUTEX 701	SB Latex	50.08	8.0	0.115

본 연구에 사용된 도공원지는 국내 A사에서 분양 받은 평량 85g/m²의 원지를 사용하였으며, 안료 중 탈크는 중국의 해성(Haicheng) 지역에서 생산된 것으로 그 특성과 형상은 Table 1, Photo 1에 나타내었다. Table 2에 바인더의 특성을 나타내었다.

2.2 실험방법

2.2.1 도공액 제조 및 물성 측정

(가) 도공액 제조

도공액 배합은 고형분 농도를 67%로 하였으며, 무광택 도공지 등급과 광택 도공지 등급의 배합비를 Table 3에 나타내었다.

(나) 도공액 물성측정

도공액 점도는 Brookfield 점도계(No. 3 spindle, 60 rpm)를 사용하여 측정하였고, 보수성은 AA-GWR 법으로 2 bar의 압력에서 평균 공극의 크기가 5 μm인 폴리카본네이트 멤브레인 필터를 사용하여 30초 동안 탈수된 양을 측정하였다.

2.2.2 도공지 제조 및 물성 측정

(가) 도공지 제조

도공지는 반자동 K-control coater를 이용하여 도공량 20 g/m²로 맞추어 편면 도공지를 제조하였다. 도공된 시료는 열풍 건조기(YJ-8600D, Yujin Electronics, Korea)에서 105℃에서 30초간 건조 시켰다. 캘린더링은 실험실용 슈퍼 캘린더(Supercalender, Beloit, Model 753, USA)를 사용하여 무광택 도공지 등급은 50℃, 압력 150 psi에서 2회 통과시켰고, 광택 도공지 등급은 70℃, 압력 300 psi에서 4회 통과시켰다.

(나) 도공지 물성측정

도공지 물성은 거칠음도 (PPS, L&W, Sweden), 평활도 (Bekk, SMT, Japan), 광택도 (Model T480A, Technodyne, U.S.A), 투기도(PPS, L&W, Sweden)를 측정하였다.

(다) 압축성 평가

압축성은 압력을 다르게 가한 후 발생한 거칠음도 값의 차이로 평가하였다. 식으로 나타내면 다음과 같다.

$$\frac{0.5 \text{ Mpa} - 2 \text{ Mpa Roughness}}{0.5 \text{ Mpa Roughness}} \times 100$$

2.2.3 인쇄적성 평가

(가) 그래비어 인쇄적성 평가

인쇄는 IGT 인쇄적성시험기를 사용하여 헬리오 시험기(helio tester)를 사용해 20개 망점빠짐(missing dot)의 개수를 측정하여 길이로 평가하였다.

(나) 잉크 색농도 평가

Table 3. Coating color formulations

(unit : pph)

No. Color	Matte grade					Art grade				
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10
GCC-95	50	50	50	50	40	60	60	60	60	50
GCC-60	30	30	30	30	30	-	-	-	-	-
Clay	20	-	-	-	-	40	30	30	30	30
Fintalc C10	-	20	-	-	-	-	10	-	-	-
Cotalc-1250	-	-	20	-	-	-	-	10	-	-
Cotalc-2000	-	-	-	20	30	-	-	-	10	20

Latex 10 Dispersant 0.05 NaOH 0.05 Lubricant 0.7 Insolubilizer 0.5 Thickner 0.2

잉크 색농도는 잉크농도측정기(D196, GRETAG, Switzerland)를 사용하여 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 무광택 도공지 등급

3.1.1 도공액 물성 변화

Fig. 1은 무광택 도공지 등급에서 안료 변화에 대한 점도와 보수성 결과를 나타낸 것이다. 그림에서 보는 바와 같이 탈크의 입자가 작은 것을 적용한 것이 큰 입자 크기의 탈크를 적용한 것보다 점도는 낮아지고 보수성은 향상되었다. 즉, 점도와 보수성이 같은 경향을 보였다. 이는 Centa, M.S. 등이 도공용 안료로 탈크를 연구한 결과, 탈크 입자 크기가 작아질수록 도공액의 점도와 보수성이 향상된다는 연구 결과와 일치하였다.⁴⁾⁵⁾ Finntalc C10과 Cotalc-1250은 보수성과 점도가 비슷한 결과를 보였다.

3.3.1.2 도공지 물성 및 인쇄적성 평가

(가) 광택도와 거칠음도

Fig. 2는 무광택 도공지 등급에서 도공액 배합비 변화에 따른 도공지 물성 중 광택도와 거칠음도 결과를 나타낸 것이다. 그림에서 보는 바와 같이 광택도는 클레이를 적용하였을 때보다 탈크를 적용하였을 때 떨어지는 것을 확인 할 수 있다. 또한 탈크 입자 크기가 작아짐에 따라 광택도가 높게 나타났고 첨가 비율을 높일 경우 광택도가 줄어드는 결과를 보였다. 이는 Lee 등이 도공용 안료로 탈크를 연구한 결과, 탈크를

적용하였을 때 도공지 자체의 광택도는 떨어지는 결과와 일치하였다.⁴⁾ 거칠음도는 탈크가 클레이에 비해 월등히 입자 크기가 커서 클레이를 사용한 경우보다 높게 나타났지만 탈크의 무른 성질로 인하여 캘린더링 적성이 우수하기 때문에⁴⁾ 그리 큰 차이를 보이지는 않았으며, 입자경이 작아질수록 거칠음도는 개선되었다. 그리고 첨가량이 증가하면 거칠음도는 더욱 개선되는 것을 확인 할 수 있었다.

(나) 잉크 색농도와 투기도

Fig. 3은 무광택 도공지 등급에서 도공지의 투기도와 그라비아 인쇄 후 잉크 색농도 결과를 나타낸 것이다. 그림에서 보는 바와 같이 잉크 색농도는 탈크를 적용한 모든 경우가 클레이보다 우수한 결과를 보였다. 또한 탈크 입자가 작아질수록 잉크 색농도는 소량 증가하였고 첨가량을 증가시켰을 때에도 향상되는 것

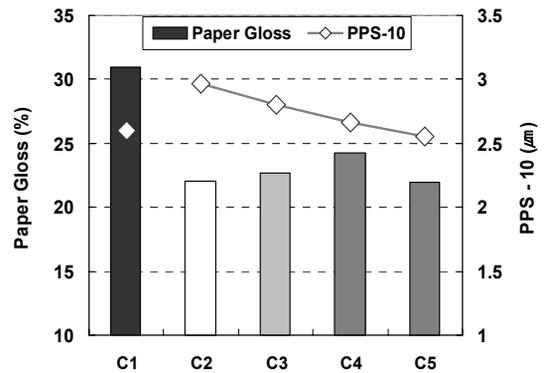


Fig. 2. Paper gloss and roughness

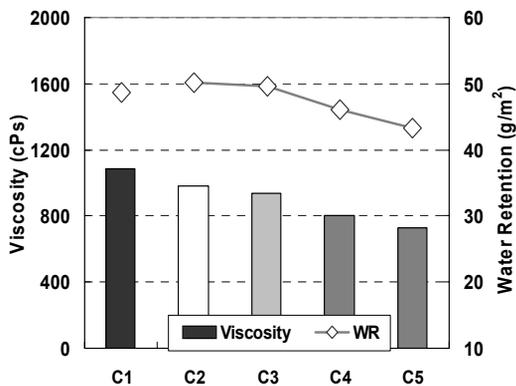


Fig. 1. Viscosity and water retention.

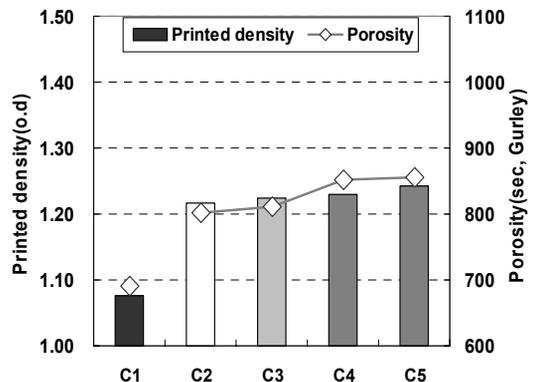


Fig. 3. Printed density and porosity

을 확인 할 수 있었다. 이는 Kim⁴⁾ 등이 도공용 안료로 탈크를 적용한 연구 결과, 탈크는 편평비가 크고 캘린더링 적성이 우수하다는 결과로 볼 때 표면 공극이 조밀하게 형성되어 도공층 위에 잉크를 많이 보유시킨 것 때문이라 사료된다.

클레이에 비해 입자크기가 월등히 크고 편평비가 큰 탈크를 적용한 경우 입자크기가 작아짐에 따라 잉크 색농도는 증가하고 투기성이 불량해지는 것을 확인 할 수 있는데 이것은 미세공극량이 증가한 것으로 사료된다. 탈크 첨가량을 증가시키에 따라 잉크 색농도는 증가하였으나 투기성은 동일 안료를 사용했을 때와 흡사한 것으로 미루어보아, 탈크를 적용한 도공층의 투기성은 입자크기와 관련이 있음을 확인할 수 있었다. 이것은 탈크의 무른 입자성질로 기인한 캘린더 작업 시 도공층 압축으로 큰 공극의 감소도 원인이라 할 수 있다. 미세공극이 증가하여 잉크 색농도에 영향을 미쳤고 탈크의 큰 입자와 무른 성질 때문에 캘린더링 시 표면 공극의 형태가 입구는 좁고 내부는 넓은 형태가 되어 병목현상이 일어나 증가한 것으로 사료된다. 즉, 투기도와 잉크 색농도와 상관관계가 있음을 알 수 있었다.

(다) 압축성과 망점빠짐

Fig. 4는 무광택 도공지 등급에서 도공지의 압축성과 그라비어 인쇄 후 망점빠짐 결과를 나타낸 것이다. 그림에서 보는 바와 같이 압축성은 클레이를 적용한 경우와 탈크를 적용한 경우(C1-C2)에서 미세하게 향상되는 것을 확인할 수 있었다. 또한 같은 탈크(C3-C4)를 사용하였을 때 입자 크기가 작아지면 압축

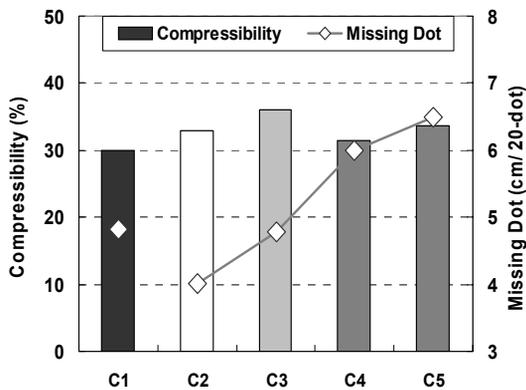


Fig. 4. Compressibility and missing dot.

성이 떨어지고 첨가량을 늘렸을 때(C4-C5)에는 증가하는 것을 확인할 수 있었다.

그라비어 인쇄적성을 평가하는 수단으로 사용되는 일정 개수의 망점빠짐이 나타나는 거리는 입자크기가 작아질수록 향상되는 것을 확인할 수 있었다. 탈크의 첨가량을 늘렸을 때(C4-C5)에도 망점빠짐은 향상되었다. 또한 20개의 망점빠짐이 나타난 거리와 압축성과는 유사성을 찾을 수가 없었고 표면 평활성에 더욱 영향을 받는 것을 확인 할 수 있었다. 이는 Prakash B. 등이 LWC 용지의 그라비어 인쇄적성과 광학적 성질을 연구한 결과, 잉크 전이 특성은 표면의 평활성과 공극구조에 영향을 받는다고 보고된 결과와 일치하였다.⁶⁾

3.3.2 광택 도공지 등급

3.3.1.1 도공액 물성 변화

Fig. 5는 광택 도공지 등급에서 안료 변화에 대한 점도와 보수성 결과를 나타낸 것이다. 그림에서 보는 바와 같이 전체적인 경향성은 무광택 도공지 등급의 도공액 물성 변화 그래프와 같았다. 이는 Kim 등이 도공용 안료로 탈크를 적용한 결과, 보수성의 경우에 탈크를 적용하면 편평비가 크기 때문에 향상되었다고 발표한 것과 일치하였다.⁴⁾ 전체적으로 Fig. 1과 비교하였을 때 점도는 높게 나타났으며 보수성은 비슷한 경향을 보였다. 이는 광택 도공지 등급에서 기본적으로 첨가된 클레이의 영향인 것으로 생각된다. 탈크의 입자크기가 작아질수록 점도는 떨어지고 첨가량을 증가시켰을 때에도 점도가 떨어지는 것을 확인할 수 있었다.

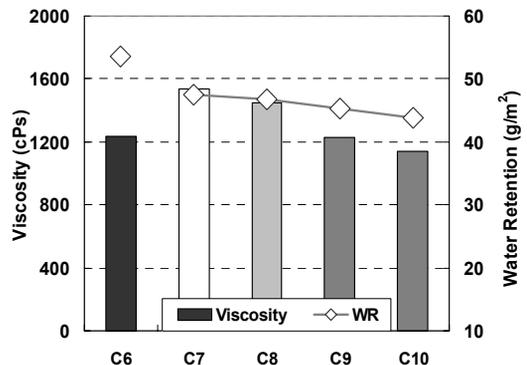


Fig. 5. Viscosity and water retention.

3.2.2 도공지 물성 및 인쇄적성 평가

(가) 광택도와 거칠음도

Fig. 6은 광택 도공지 등급에서 도공액 배합비 변화에 따른 도공지 물성 중 광택도와 거칠음도 결과를 나타낸 것이다. 그림에서 보는 바와 같이 광택 도공지 등급에서도 탈크를 적용함에 따라 클레이를 적용한 경우보다 전반적으로 낮은 결과를 보였다. 탈크의 입자 크기가 작아짐에 따라 광택도는 증가하였고 첨가량을 증가시키기에 따라 감소하는 것을 확인 할 수 있었다. 이는 탈크 고유의 특성⁴⁾ 때문이며, 거칠음도의 경우는 안료 입자 크기 변화로 인한 영향을 거의 받지 않는 것을 확인 할 수 있었다. 이는 평활도는 안료의 크기와 입도분포에 광택도는 입자형태에 따라 주로 영향을 받는다고 발표한 Lee³⁾ 등의 연구 결과를 보았을 때 광택도공지 등급에 모두 적용된 클레이의 영향이라고 사료된다.

무광택 도공지 등급과 비교하여 보면 광택 도공지 등급에서 더 높은 평활성을 보였는데, 이는 입자가 큰 탈크가 적용되어지면서 생긴 큰 공극을 입자가 작은 클레이가 메워 주었고 또한 캘린더링을 무광택 도공지 등급에 비해 2회 더 실시하였기 때문이라 사료된다.

(다) 잉크 색농도와 투기도

Fig. 7은 광택 도공지 등급에서 도공지의 투기도와 그라비아 인쇄 후 잉크 색농도 결과를 나타낸 것이다. 잉크 색농도와 투기도는 무광택 도공지 등급과 유사한 경향을 보였다. 클레이 대신 탈크를 적용하였을 때

투기성이 불량해지는 것을 확인 할 수 있었다. 또한 입자 크기가 작아짐에 따라 무광택 도공지 등급보다 폭이 좁게 증가하였는데 이는 캘린더링을 4회 실시함에 따라 도공층의 공극이 전체적으로 압력을 받아 표면의 큰 공극이 압축되었기 때문이라 사료된다. 또한 탈크의 첨가량을 늘려주었을 경우, 캘린더링 횟수가 증가함에 따라 탈크의 무른 성질 때문에 도공층이 더욱 압축되어 투기성은 더욱 불량해지는 것을 확인 할 수 있었다. 또한, 잉크 색농도와 투기도는 상관관계를 보였으며, 무광택 도공지 등급과 같은 경향을 보였다. 잉크 색농도는 탈크를 적용한 경우가 전체적으로 클레이를 적용한 경우보다 높았는데 그 이유는 큰 입자 크기, 높은 편평비, 미세공극의 증가가 원인으로 사료된다.⁴⁾

(라) 압축성과 망점빠짐

Fig. 8은 광택 도공지 등급에서 도공지의 압축성과 그라비아 인쇄 후 망점빠짐 결과를 나타낸 것이다. 그림에서 보는 바와 같이 압축성은 대체로 클레이를 적용한 경우보다 탈크를 적용한 경우가 높게 나왔다. 탈크 중에 입자 크기가 가장 작은 C9의 경우가 가장 높았으며, 첨가량을 증가시키기에 따라 더 높아졌다. C7과 C8은 클레이보다 양호한 경향을 보였는데 이는 칼렌더 처리를 4회 하면서 탈크를 적용한 도공층이 압축이 발생하여 탈크 고유의 양호한 압축력이 다소 감소하게 된 것이라 사료된다. 또한 무광택 도공지 등급보다 탈크의 첨가량이 GCC에 비하여 상대적으로 양이 매우 적었기 때문이다. 증가되는 폭은 감소하였지만 무광택 도공지 등급과 유사한 경향을 결과를 보였

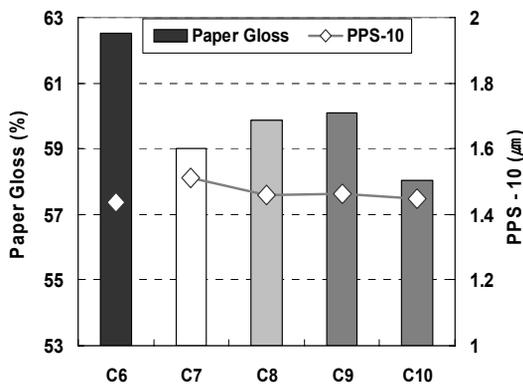


Fig. 6. Paper gloss and roughness.

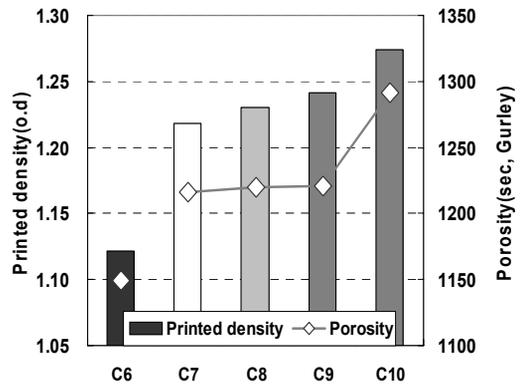


Fig. 7. Print density and porosity.

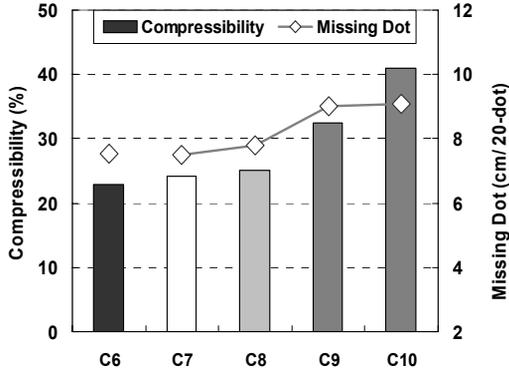


Fig. 8. Compressibility and missing dot.

다. 또한 탈크의 입자가 작거나 첨가량을 증가시켰을 경우에는 캘린더링 후에도 도공층이 비교적 양호한 압축성을 나타내었다. 거칠음도 값이 무광택 도공지 등급과 비교하여 낮으므로 망점빠짐은 좋은 결과를 보였다. 따라서 망점빠짐은 거칠음도에 더 큰 영향을 받는 것으로 사료된다.

4. 결 론

본 실험에서는 도공 안료로 탈크를 종류별로 적용하여 무광택 도공지 등급과 광택 도공지 등급의 도공지 물성과 그라비어 인쇄적성에 미치는 영향에 관하여 살펴본 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 무광택 도공지 등급과 광택 도공지 등급 모두에서 도공액의 물성은 클레이를 적용하였을 때보다 탈크를 적용하였을 때의 점도와 보수성이 개선되는 결과를 얻을 수 있었다.
2. 도공지의 광택도는 탈크의 적용으로 무광택 도공지 등급과 광택 도공지 등급 모두에서 떨어지는 결과를 보였다.
3. 거칠음도는 무광택 도공지 등급에서는 각기 다른

탈크를 적용함에 따라 영향을 받지만 광택 도공지 등급에서는 클레이의 영향으로 개선되는 것을 확인할 수 있었다.

4. 압축성과 그라비어 인쇄적성은 탈크를 적용함에 따라 개선되는 결과를 보였다. 무광택 도공지 등급과 광택 도공지 등급 모두에서 망점빠짐은 탈크의 입자크기가 감소함에 따라 개선되었고 첨가량이 증가함에 따라 개선되었다.

사 사

본 연구의 일부는 강원대학교 창강제지기술연구소의 지원으로 수행되었음.

인용문헌

1. Robert L. Virta, "TALC AND PYROPHYLLITE", 2006 Minerals Yearbook, 2007
2. Chang Keum Kim and Yong Kyu Lee, "Studies on the Pore of Coating Layer and Printability (I) - Effects of Pigment Size on pore of Coating Layer -", TAPPI Journal, Vol.31(3), 1999
3. Chang Keum Kim and Yong Kyu Lee, "Studies on the Pore of Coating Layer and Printability (II) - Effects of Pigment Shape on pore of Coating Layer -", TAPPI Journal, Vol.33(1), 2001
4. Chang Keun Kim, Yong Kye Lee, "Development of talc for paper coating", The 31st International Seminar on Pulping and Papermaking Technology, 2005
5. Centa, M. S., Sharma, S. "A Novel Talc Pigment for Paper Coatings", 2005 TAPPI Coating Conference, 2005
6. Prakash B. Malla, Robert E. Starr, Timothy J. Werkin, Siva Devisetti, "The effects of pigment type and pore structure on optical properties and rotogravure printability of LWC paper", 2000 TAPPI Coating Conference and Trade Fair