

# 클레이 바인더 복합체를 이용한 도공지의 물성 향상

이학래, **황민구**

서울대학교 농업생명과학대학 산림과학부

## 1. 서론

최근 고급인쇄물에 대한 수요가 증가하면서 도공지의 활용이 증대되고 있다. 도공지는 백상지에 비해 인쇄적성이 우수하기 때문에 고급 인쇄물에 주로 사용되고 있다. 하지만 앞으로는 더 좋은 인쇄적성과 경제성을 지닌 새로운 도공지의 개발이 요청되고 있다.

기본적으로 도공지는 제작 시에 원지 위에 안료와 바인더를 주성분으로 하는 도공액을 도피하브로 이들 원료의 경제성이 도공제품의 경제성과 직결된다. 따라서 도공원료의 주된 성분인 안료와 바인더에 새로운 기능성을 지니도록 함으로써 경제성과 기능성을 향상시킨 제품의 개발이 요구되고 있는 실정이다.

도공지 제조에 있어 경제성을 부여하는 방안으로는 공정과 설비를 개선하는 방법과 원료의 원가를 절감하는 방법으로 크게 나눌 수 있다. 도공지 제조에 사용되는 원료의 사용량을 줄임으로써 도공지의 원가를 절감하는 방안은 오랫동안 저평량원지와 미량도공지 또는 경량도공지의 개발을 통해 추진되어 왔다.<sup>1)</sup> 하지만 이러한 접근은 도공지의 기본 물성 저하를 초래하는 문제가 야기되는 한계가 있는 것도 사실이다. 특히 도공량 저하에 따라 발생하는 불투명도와 인쇄 뒤비침의 증가는 도공량 저하를 통하여 도공지의 경제성을 확보하고자 하는 경우 가장 큰 걸림돌로 작용하고 있다.

도공지 원래의 불투명도를 유지하면서 도공량을 저하시키기 위해서는 도공층의 공극 구조를 개선하여 방법을 활용할 수 있다. 즉 도공층의 공극 크기와 공극률을 증가시키면 도공층을 벌키하게 할 수 있으며, 이를 통해서 적은 량의 원료에서도 높은 불투명도와 인쇄 뒤비침을 감소시킬 수 있을 것으로 기대된다.<sup>2,3)</sup> 도공층의 구조화를 촉진시키기 위한 방안에는 안료의 입도와 형태를 균일하게 하는 방법, 소성 클레이 등과 같이 안료 내부에 미세공극 구조를 함유한 안료를 활용하는 방법, 양이온성 라텍스와 같이

정전기적 상호작용에 의하여 구조화를 촉진시키는 방법, 양성전분을 이용한 표면사이징 등과 같이 원지와 도공액의 상호작용을 촉진시키는 방법 등이 제안된 바 있다.

본 연구에서는 기존의 이러한 방안과 달리 도공층의 구조화를 촉진시키기 위한 새로운 방안으로서 클레이-바인더 복합체를 이용하는 방안을 연구하였다. 먼저 클레이-바인더 복합체의 제조 가능성을 평가하고, 이를 이용하여 제작된 도공지의 물성을 검토하였다.

## 2. 재료 및 방법

### 2.1 공시재료

복합체를 제작하기 위한 안료로 도공용 클레이(Clay Ultra gloss)를 사용하였다. 바인더는 라텍스를 사용하였다. 또한 복합체 형성을 위해 필요한 고분자로 Poly-DADMAC을 사용하였다. 또한 도공용 안료로는 GCC 95K를 사용하였으며 도공용 바인더는 복합체 제조에 사용한 바인더와 동일한 라텍스(Latex 760)를 사용하였다.

Table 1. Specification of pigment, binder and polymer

	Charge Density, meq/g	Average Size, $\mu\text{m}$
GCC 95K	-	0.7
Clay (Ultra gloss)	-	0.7
Latex 760	- 0.41	0.12
Poly-DADMAC	+ 5.25	-

### 2.2 실험방법

#### 2.2.1 복합체의 제작

복합체는 클레이 표면에 Poly-DADMAC 패치를 형성하고 이후 라텍스를 투입하여 클레이 표면에 라텍스를 흡착시키는 방법으로 준비하였다. 패치의 형성과 라텍스의 흡착량을 확인하기 위하여 원심분리기를 이용하여 상등액의 전하를 측정 하였다.

기준에 (-)전하를 띠고 있던 상등액이 (+)전하로 역전되는 지점을 Poly-DADMAC

의 최적 투입량으로 설정하였고 이때 라텍스를 투입하여 패치를 형성하였다.

### 2.2.3 도공액의 조성

총 고형분 함량은 54%로 하였으며, pH는 9로 조정하였다. 도공액의 조성은 다음과 같다.

Table 2. Coating color recipes ( pph )

	GCC 100pph	control 10pph	control 20pph	composite 10pph	composite 20pph
GCC	100	90	80	90	80
Clay	0	10	20	0	0
Composite	0	0	0	20	
SB Latex	10	10	10	10	10
CMC	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2

### 2.2.4 도공지의 제작

도공액은 복합체의 첨가 비율을 달리하여 조제하였으며 비교군으로 최종 재료의 첨가량이 동일하도록 클레이와 라텍스를 조절하여 도공액을 조제하였다. 이렇게 제작된 도공액을 평량 87gsm의 도공 원지에 도공하였다. 도공량을 조절하기 위하여 각각 다른 No. 4, 8, 12, 16 4종류의 Rod를 사용하였다. 도공지를 제작하고 물성을 측정하였다.

## 3. 결과 및 고찰

### 3.1 복합체의 조제

분산된 클레이에 Poly-DADMAC를 첨가하면서 입도를 측정하고 상등액을 채취하여 양이온성 요구량을 측정하였다. Poly-DADMAC을 첨가하지 않았을 때의 상등액은 (-) 전하를 가지고 있었으며 이후 Poly-DADMAC을 첨가하면서 양이온성 요구량의 변화를 통해서 Poly-DADMAC이 적절하게 패치가 형성되는 범위를 설정하였다.

Poly-DADMAC을 첨가하였을 때 클레이의 응집이 발생했으며 이후 과량 첨가 이후에는 다시 입도가 작아지는 것을 알 수 있었다. 이것은 Poly-DADMAC이 클레이 표

면에 충분히 흡착되어 양이온성 분산제의 역할을 한 것으로 생각된다.

Poly-DADMAC을 0.25pph를 첨가했을 때부터 1.5pph까지 첨가했을 때 전하의 중화가 이루어졌으나 입도의 분석결과를 통해 Poly-DADMAC이 충분히 흡착되어 분산제의 역할을 가져오기 시작한 부분인 1.5pph를 Poly-DADMAC의 최적 흡착지점으로 설정하였다.

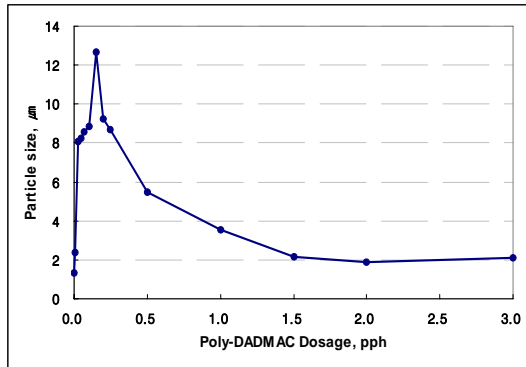
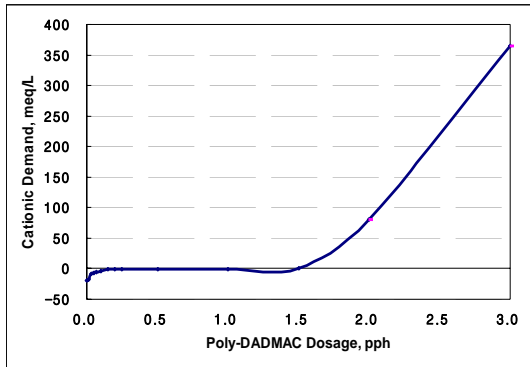


Fig. 1. CD of clay with poly-DADMAC Patch

Fig. 2. Size of clay slurry.

이렇게 패치가 형성된 클레이에 라텍스를 첨가하여 최종적인 복합체를 형성하였다. 이 때, 라텍스의 흡착량은 상등액의 전하가 다시 (-)로 역전 되는 지점으로 설정하였으며 이때 라텍스의 양은 전건 클레이 대비 1.2%였다. 그러나 실제 실험에서는 안정성을 위하여 실제 흡착량보다 많은 양인 전건 PCC 대비 5%의 라텍스를 첨가하여 복합체를 조제하였다.

### 3.2 도공액의 물성

도공액은 다음과 같이 복합체의 양을 조절하고 총 고형분의 함량을 동일하게 하여 다음과 같이 GCC 100 pph, GCC 90 pph + 클레이 10 pph(control 10 pph), GCC 80 pph + 클레이 20 pph(control 20 pph), GCC 90 pph + 복합체 10 pph(composite 10 pph), GCC 80 pph + 복합체 20 pph(composite 20 pph) 세 가지로 구분하여 조제하였다. 도공액의 물성은 다음과 같다.

Table 3. Viscosity of coating color

Color property	GCC 100 pph	control 10 pph	control 20 pph	composite 10 pph	composite 20 pph
Colnsisrency(%)	54	54.1	54.2	54.2	54.2
pH	9	9	9	9	9
Low viscosity(cPs) (23℃, 60rpm, 1min)	135.7	218.4	225.5	580.6	629.9
WRV(g/m <sup>2</sup> ) (2bar, 60sec)	94.4	81.6	78.6	102.2	196.6

점도는 composite을 첨가한 도공액이 더 높은 값을 나타내었다. 이는 composite을 첨가함으로써 응집이 발생한 결과로 생각된다. 보수도는 점도와 관계없이 나타났으며 composite을 첨가할수록 보수도가 좋지 않은 결과를 나타내었다.

### 3.2.1 Rod의 종류에 따른 도공량

Rod별 도공량은 다음과 같았다.

Table 4. Coat weight

	Coating Color	Rod No.			
		4	8	12	16
Coat weight (g/m <sup>2</sup> )	GCC 100 pph	12.1	16.8	23.1	30.6
	Control 10 pph	11.9	16.5	23.6	30.8
	Control 20 pph	12.5	17.1	25.0	31.6
	Composite 10 pph	12.4	17.2	24.5	29.4
	Composite 20 pph	12.9	19.0	26.1	32.2

### 3.3 도공지의 물성

도공지의 물성을 측정한 결과는 다음과 같았다.

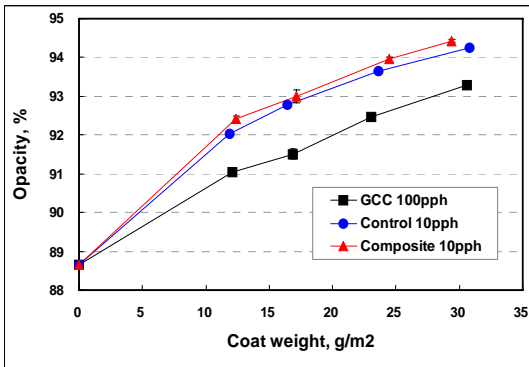


Fig. 3. Opacity of Coated Paper

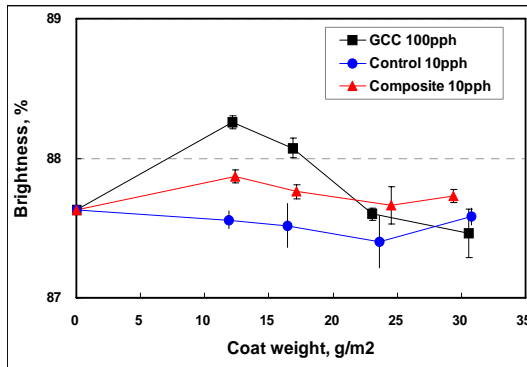


Fig. 4. Brightness of Coated Paper

불투명도는 control과 composite이 GCC 100 pph보다 높게 나타났다. 이는 클레이가 GCC보다 광흡수계수가 높기 때문으로 판단된다. 클레이가 첨가된 두 가지를 비교하면 control보다 composite의 값이 더 높게 나타났다. 이는 composite에 의한 응집으로 인해 공극 크기와 공극률이 상승한 결과로 보인다. 백색도에서도 composite이 높게 나타났다. 이는 상대적으로 클레이 composite 주변에서 도공층의 구조화가 더욱 용이하게 진행된 결과로 생각된다.

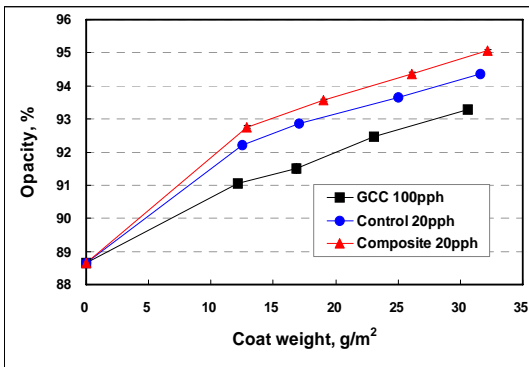


Fig.5. Opacity of coated paper

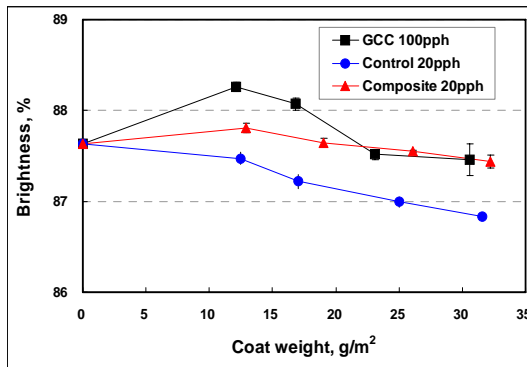


Fig.6. Brightness of coated paper

Composite을 20 pph 첨가하였을 때에도 10 pph 첨가하였을 경우와 유사한 결과를 나타내었다 (Figs. 5-6). 불투명도와 백색도가 control 보다 더 높은 값을 나타내었다.

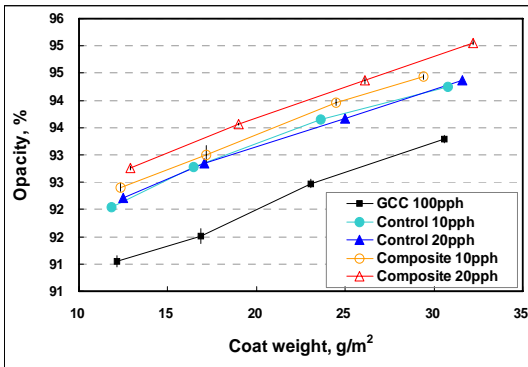


Fig. 7. Opacity of coated paper

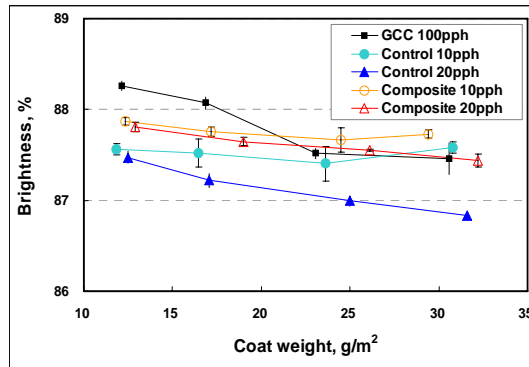


Fig. 8. Brightness of Coated Paper

종합적인 결과를 분석하면 클레이가 첨가된 도공지의 불투명도가 GCC를 사용한 경우보다 높았다. 그러나 클레이와 라텍스 composite 10 pph를 사용한 경우에는 control보다 더 높은 불투명도를 나타내었으며, 또한 20 pph에서는 더 높은 불투명도를 나타내었다. 이는 composite에 의한 응집체가 불투명도 향상에 큰 영향을 준다는 것을 의미한다. 백색도는 composite이 일반적으로 높았으며 클레이의 첨가량이 많을수록 감소하였다.

이상의 결과는 클레이-바인더 컴포짓을 이용함으로써 도공층의 구조화를 촉진시킬 수 있음을 보여준다.

#### 4. 결론

클레이의 표면에 라텍스를 흡착시켜 제작한 composite은 도공층의 공극 구조화를 촉진시킨다. 이러한 효과는 클레이와 바인더 composite을 이용하여 제조한 도공지는 동일한 안료와 바인더로 제작한 도공지에 비하여 더 높은 불투명도를 나타내는 것으로부터 알 수 있었다. 클레이 바인더 composite을 사용할 경우에는 백색도를 향상시키는 장점도 나타내었다.

#### 참고문헌

1. Kaitang Hu, Yongao and Xuejun Zou, Substitution of hardwood bleached kraft

pulp with aspen high-yield pulp in LWC wood-free papers, Part2:Impact on coated paper quality, TAPPI J. 6(1):26-32 (2007)

2. 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 light weight coated (LWC) paper, 2000 Papermaking Conference Proceedings, TAPPI Press.

3. Hak Lae Lee "A Controlling Factor in Light Scattering Coefficient of the Coating Layer, KTAPPI J. 26(2):36-43 (1994)