

# Clay/Latex 복합체를 적용한 도공층의 특성 분석

이학래, 황민구\*

서울대학교 농업생명과학대학 산림과학부

## 1. 서 론

고급인쇄물의 수요가 증가하면서 도공지의 사용량이 증가했지만 아직도 저비용 고품질 제품에 대한 수요는 계속되고 있다. 이러한 상황에서 인쇄 적성이 좋고 원료 펄프와 도공량을 절약할 수 있는 경량 도공지의 활용이 증대되고 있다.

그러나 경량 도공지는 단순히 평량과 도공량을 줄이는 방법을 통해 생산해 낼 수 없다. 도공지 경량화의 가장 중요한 문제는 평량의 저하로 야기되는 불투명도의 감소이다. 평량이 낮고 두께가 얇다면 불투명도가 낮아질 가능성이 있다. 불투명도가 감소되면 인쇄뒤비침을 야기하며 이는 경량도공지의 가장 큰문제점으로 지적되고 있다.

도공지 원래의 불투명도를 발현하면서 원료를 절감할 수 있는 방안에는 도공층의 공극 구조를 개선하여 도공지의 불투명도를 높이는 방법이 있다. 이는 도공층의 공극 크기와 공극률 증가를 유도하여 도공층을 벌키하게 하고 이를 통해서 적은 양의 원료에서도 높은 불투명도를 발현시키는 방법이다.

이전 연구<sup>(7,8,9)</sup>를 통해 Clay/Latex 복합체를 적용하면 GCC와 clay의 단순 혼합 도공에 비해 도공층의 불투명도와 백색도가 함께 증가한다는 것을 확인한바 있다. 또 이 연구를 기반으로 복합체의 첨가량이 증가할수록 그 효과는 더 증대된다는 것을 확인하였다. 뿐만 아니라 입도가 작은 clay를 사용하였을 경우 복합체의 효과가 더 증대된다는 것도 확인하였다. 본 연구에서는 복합체를 적용한 도공층의 공극 특성을 직접 특정함으로써 앞선 연구에서 확인한 결과를 뒷받침할 수 있는 자료를 구축하고자 하였다. 아울러 도공지의 표면 강도를 측정하여 도공지의 인쇄 품질을 분석하였다.

## 2. 재료 및 방법

### 2.1 공시 재료

복합체 제작에 사용된 안료는 불투명도 값은 대등하나 입도에 차이가 있는 engineered clay와 ultragloss clay였고 바인더는 SB라텍스였다. 복합체 형성을 위해 필요한 고분자로 poly-DADMAC을 사용하였다. 그 밖의 안료로는 GCC를 사용하였으며 도공용 바인더는 복합체 제조에 사용한 바인더와 동일한 라텍스를 사용하였다. Table 1은 실험에 사용된 재료의 기본 특성을 나타내고 있다.

Table 1. Specification of pigments, binder and polymer

	<b>Charge Density (meq/g)</b>	<b>Average Size (<math>\mu\text{m}</math>)</b>	<b>Aspect ratio</b>	<b>Refractive index</b>	<b>Brightness (%)</b>
<b>GCC</b>	—	0.7	—	1.49~1.66	91.87
<b>Engineered Clay</b>	—	2.47	1/40	1.56	90
<b>Ultragloss Clay</b>	—	1.31	1/11	1.56	90
<b>Latex</b>	- 0.41	0.12	—	—	—
<b>Poly-DADMAC</b>	+ 5.25	—	—	—	—

### 2.2 실험방법

#### 2.2.1 복합체의 제작

복합체는 clay 표면에 poly-DADMAC 패치를 형성하고 이후 라텍스를 투입하여 clay 표면에 라텍스를 흡착시키는 방법으로 제조하였다.

#### 2.2.3 도공액의 조성

도공액은 clay와 복합체의 첨가비율을 달리하여 총 고형분 함량이 54%가 되도록 제조하였으며 이때 pH는 9로 고정하였다. Table 2는 도공액의 조성을 나타내고 있다.

Table 2. Coating color recipes

( pph )

	<b>GCC 100pph</b>	<b>Clay10 + GCC90</b>	<b>Clay20 + GCC80</b>	<b>Com10 + GCC90</b>	<b>Com20 + GCC80</b>
<b>GCC</b>	100	90	80	90	80
<b>Clay</b>	0	10	20	0	0
<b>Composite</b>	0	0	0	10	20
<b>SB Latex</b>	10	10	10	10*	10*
<b>CMC</b>	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1

\*복합체를 사용한 경우 총 라텍스 함량을 의미함

#### 2.2.4 PET film 도공

도공층의 공극을 측정할 때 원지에 의한 간섭을 배제하기 위하여 PET film에 도공을 하였다. 도공량을 조절하기 위하여 각각 다른 No. 4, 8, 12, 16, 20, 24 6종류의 rod를 사용하였다.

#### 2.2.5 도공지 제작

Dry pick strength를 측정하기 위하여 제조된 도공액을 평량 87 g/m<sup>2</sup>의 도공 원지에 도공을 하였다. 또한 도공지 제작시 원지의 흡수율과 온도 차이에 의해서 발생할 수 있는 수분 침투량의 편차를 배제하기 위하여 도공원지는 상대습도 50%, 온도 25℃가 되도록 하고 도공액은 상온으로 유지하였다. 도공량을 조절하기 위하여 각각 다른 No. 4, 8, 12, 16 4종류의 Rod를 사용하였으며 이후 40℃, 선압 40kgf/cm<sup>2</sup>의 조건으로 캘린더를 실시하였다.

#### 2.2.6 공극률 측정

도공층의 공극을 측정하기 위하여 실리콘을 이용하였다. PET film에 도공한 도공 film을 상온에서 24시간 침지 시킨 후 표면의 실리콘을 닦아내어 무게의 변화를 측정하였다. 실리콘의 비중과 공극을 메운 실리콘의 무게를 이용하여 다음과 같은 식에 의해 공극률을 계산하였다.

$$V = \frac{W_1 - W_2}{\rho_{oil}} \quad \text{Where, } W_1 \text{ weight of oil wiped off coated sample}$$

$$W_2 \text{ weight of coated sample}$$

$$\text{Porosity, \%} = \frac{\text{Pore volume}}{\frac{\text{Coat Weight}}{\rho_{color}} + \text{Pore vol.}} \times 100$$

### 2.2.7 Dry pick test

RI ink tester를 이용하여 Dry pick strength를 측정하였다. 잉크는 tack value가 13인 붉은색 잉크를 사용하였으며 잉크의 전이량은 0.6cc 로 고정하였다.

## 3. 결과 및 고찰

### 3.1 도공액의 물성

Table 3과 4는 engineered clay와 ultragloss clay 를 이용하여 제작된 도공액의 특성을 나타내고 있다. 복합체를 적용한 도공액이 더 높은 점도를 나타내는 것으로 보아 복합체가 응집을 유도한다는 것을 알 수 있다. 또한 보수도는 일반적으로 복합체 적용 시 낮아졌다.

Table 3. Properties of coating colors (engineered clay) ( pph )

	<b>GCC 100pph</b>	<b>Clay10 + GCC90</b>	<b>Com10 + GCC90</b>	<b>Clay20 + GCC80</b>	<b>Com20 + GCC80</b>
<b>Solids content (%)</b>	54.0	54.1	54.1	54.2	54.2
<b>pH</b>	9	9	9	9	9
<b>Low viscosity(cPa) (23°C, 60 rpm, 1 min)</b>	76	832	1044	418	796
<b>WRV(g/m<sup>2</sup>) (2 bar, 60 sec)</b>	94.4	58.0	77.2	76.7	132.2

Table 4. Properties of coating colors (ultragloss clay) ( pph )

	<b>GCC 100pph</b>	<b>Clay10 + GCC90</b>	<b>Com10 + GCC90</b>	<b>Clay20 + GCC80</b>	<b>Com20 + GCC80</b>
<b>Solids content (%)</b>	54.0	54.1	54.1	54.2	54.1
<b>pH</b>	9	9	9	9	9
<b>Low viscosity(cPa) (23°C, 60 rpm, 1 min)</b>	76	218	581	226	630
<b>WRV(g/m<sup>2</sup>) (2 bar, 60 sec)</b>	94.4	81.6	78.6	102.2	196.6

### 3.2 도공층의 공극

Figs. 1,2는 engineered clay 10 pph와 20 pph가 포함된 도공액으로 도공된 PET film의 공극률을, Figs. 3,4는 ultragloss clay 10 pph와 20 pph가 포함된 도공액으로 도공된 PET film의 공극률을 나타내고 있다. 모든 경우에서 공극률은 복합체를 적용한 경우 높은 값을 나타내었다. 일반적으로 도공량과는 상관없이 공극률은 동일할 것으로 예상되지만 도공량이 낮은 경우에는 공극률이 낮게 나타났다. 이는 도공량이 낮은 경우 균일한 두께의 도공층이 형성되지 못하기 때문으로 생각된다. 그러나 이후 도공량이 20g/m<sup>2</sup> 이상이 되면 거의 일정한 값을 가지며 이때의 값이 도공층의 공극률이라고 할 수 있다. 도공량 20g/m<sup>2</sup> 이상일 때의 공극률 역시 복합체를 적용하였을 경우 기존의 혼합도공에 비해 높은 값을 가진다는 것을 알 수 있다.

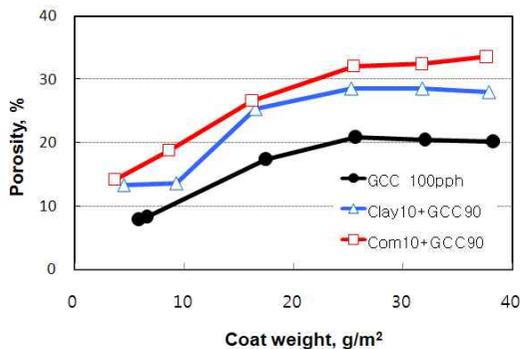


Fig. 1. Porosity of coated film. E-10 pph

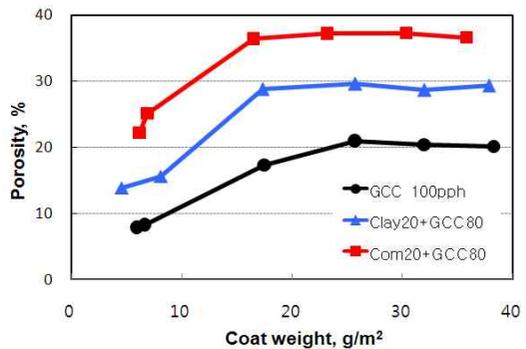


Fig. 2. Porosity of coated film. E-20 pph

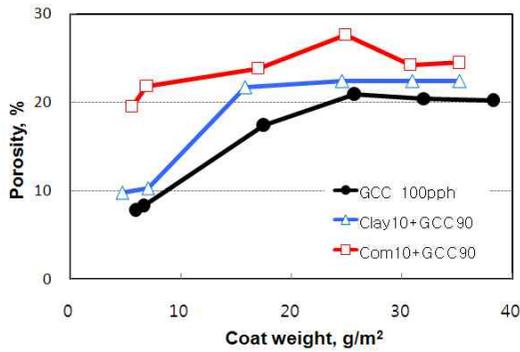


Fig. 3. Porosity of coated film. U-10 pph

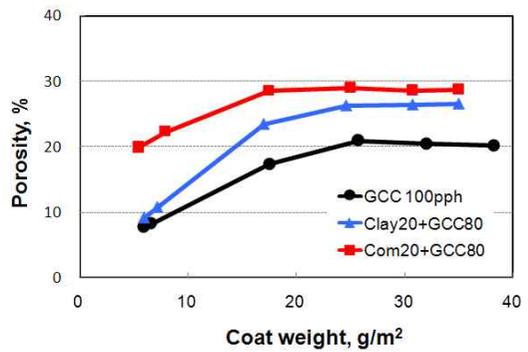


Fig. 4. Porosity of coated film. U-20 pph

### 3.3 Dry pick strength

Dry pick strength는 engineered clay 와 ultragloss clay 모두 복합체를 적용하였을 경우 낮아지는 경향이 있다. 이는 공극의 발현으로 인해 도공층이 벌키해진 상태에서 켈린더 이후 도공층이 무너졌기 때문으로 생각된다. 기존의 혼합도공에 비해 상대적으로 공극이 많은 복합체를 적용한 도공층이 더 벌키하기 때문에 dry pick strength가 더 낮아지는 것으로 생각된다. 이는 인쇄시 문제를 야기할 수 있을 것으로 생각되며 바인더의 함량 조절 등으로 개선해야 할 문제로 생각된다. Figs. 5는 engineered clay 10 pph와 20 pph가 포함된 도공액으로 도공된 도공지의 dry pick strength를, Figs. 6은 ultragloss clay 10 pph와 20 pph가 포함된 도공액으로 도공된 도공지의 dry pick strength를 보여주고 있다.



**GCC 100 Clay10 Com10 Clay20 Com20 Com20 Clay20 Com10 Clay10 GCC 100**  
**GCC90 GCC90 GCC80 GCC80 GCC80 GCC80 GCC90 GCC90**

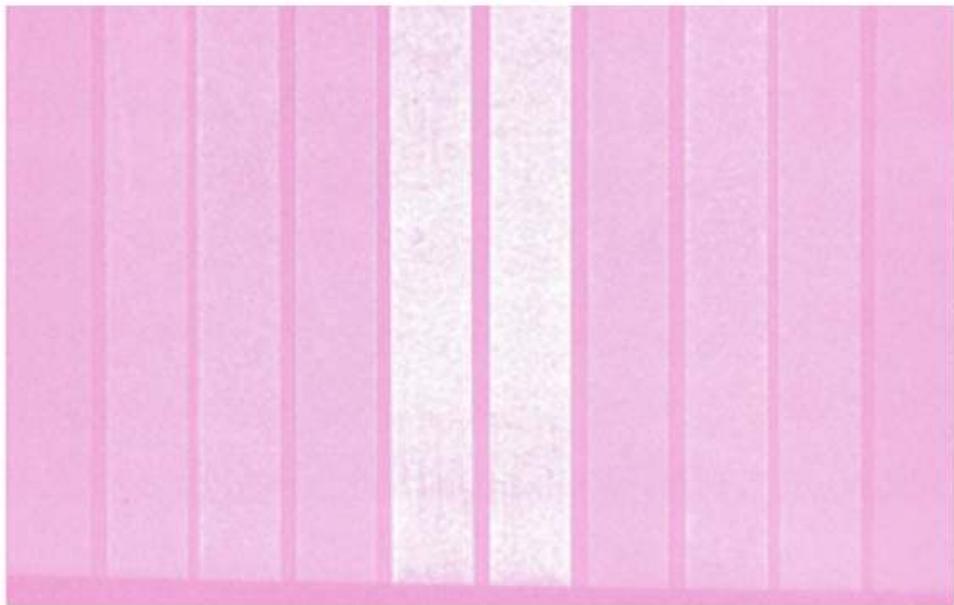


Fig. 5. Dry pick strength of coated paper with engineered clay



GCC 100	Clay10 GCC90	Com10 GCC90	Clay20 GCC80	Com20 GCC80	Com20 GCC80	Clay20 GCC80	Com10 GCC90	Clay10 GCC90	GCC 100
------------	-----------------	----------------	-----------------	----------------	----------------	-----------------	----------------	-----------------	------------



Fig. 6. Dry pick strength of coated paper with ultragloss clay

#### 4. 결 론

Clay의 표면에 라텍스를 흡착시켜 제작한 복합체를 도공지에 적용하였을 경우 도공층의 공극률이 증가하였다. 또한 공극률이 증가하면서 도공층이 벌키해져 불투명도 향상에 효과가 있을 것으로 생각된다. 그러나 벌키해진 도공층으로 인해 캘린더 이후 dry pick strength가 낮아지는 경향이 있으며 이는 인쇄에 있어서 문제를 야기할 것으로 예상된다. 향후 바인더의 함량 증가 등의 추가적인 연구를 통해 개선이 필요할 것으로 생각된다.

#### 5. 참고문헌

- 1) R W. Dahlquist, I, J. Welch, and R. E. Hardy, An evaluation of the effects of filled basestock on coated sheet performance, TAPPI J. December 1990
- 2) June D. Passaretti, Trudy D. Young, Michael J. Herman, Kevin S. Duane, and D. Bruce Evans, Application of high-opacity precipitated calcium carbonate, Vol. 76, No. 12 Tappi Journal
- 3) 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. January 2007
- 4) Jeffery M. Groshek, A finishing alternative for Coat LWC, Tappi Journal Vol. 77, No. 10
- 5) Hak Lae Lee, A Controlling Factor in Light Scattering Coefficient of the Coating Layer, KTAPPI J. Vol. 26 No.2 1994
- 6) XUJUN HUA, PHILIPPE A. TANGUY,\* RUONAN LI, AND JAY S.VAN WAGNER, Effect of basestock formation on paper coating, TAPPI JOURNAL MAY 1996

- 7) 이학래, 황민구, 안료 바인더 복합체를 이용한 도공지의 물성 향상, 한국펄프·종이공학회 2007년 추계학술발표논문집, 2007. 10, pp. 243 ~ 249
- 8) 이학래, 황민구, 클레이 바인더 복합체를 이용한 도공지의 물성 향상, 한국펄프·종이공학회 2008년 춘계학술발표논문집, 2008. 4, pp. 228 ~ 235
- 9) 이학래, 황민구 Clay/Latex 복합체를 이용한 도공지의 물성 향상 한국펄프·종이공학회, 2009년 춘계학술발표논문집, 2009. 4, pp. 95 ~ 102