

# Clay/Latex 복합체를 이용한 도공지의 물성 향상

이학래, 황민구

서울대학교 농업생명과학대학 산림과학부

## 1. 서론

도공지 제작에 있어서 가격을 낮추는 방법은 공정과 설비를 개선하는 방법과 원료를 절감하는 방법이 있다. 그러나 공정과 설비의 개선은 또 다른 원가의 상승을 야기할 수 있고 또한 원가 절감을 위한 원료 사용 감소는 도공지의 기본 물성인 불투명도의 감소를 야기할 수 있다.

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

이전 연구<sup>7),8)</sup>를 통해 Clay/Latex 복합체를 적용하면 GCC와 clay의 단순 혼합 도공에 비해 도공층의 불투명도와 백색도가 함께 증가한다는 것을 확인하였다. 또 이 연구를 기반으로 복합체의 첨가량이 증가할수록 그 효과는 더 증대된다는 것을 확인하였다. 본 연구에서는 불투명도는 대등하나 입도에 차이가 있는 두 종류의 clay를 이용하여 clay의 입도 차이에 따른 Clay/Latex 복합체의 광학적 특성을 비교 분석하고자 하였다. 켈린더 이후의 도공지의 물성 비교를 통하여 복합체를 통한 도공층의 구조 개선의 가능성과 도공지 제조에 있어서 복합체 적용 가능성을 평가하였다.

## 2. 재료 및 방법

### 2.1 공시 재료

복합체 제작에 사용된 안료는 불투명도 값은 대등하나 입도에 차이가 있는 engineered clay와 ultragloss clay를 사용하였고 바인더는 SB라텍스를 사용하였다. 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

	Charge Density (meq/g)	Average Size ( $\mu\text{m}$ )	Aspect ratio	Refractive index	Brightness (%)
GCC	-	0.7	-	1.49~1.66	91.87
Engineered Clay	-	2.47	1/40	1.56	90
Ultragloss Clay	-	1.31	1/11	1.56	90
Latex	- 0.41	0.12	-	-	-
Poly-DADMAC	+ 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. 패치의 형성과 라텍스의 흡착량을 확인하기 위해 원심분리기를 이용하여 상등액의 전하를 측정하였다. 기존에 (-)전하를 띠고 있던 상등액이 (+)전하로 역전되는 지점을 poly-DADMAC의 최적 투입량으로 설정하였고 이때 라텍스를 투입하여 복합체를 형성하였다.

### 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 )

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

\*복합체를 사용한 경우 총 라텍스 함량을 의미함

### 2.2.4 도공지의 제작

제작된 도공액을 평량 87g/m<sup>2</sup>의 도공 원지에 도공을 하였다. 도공량을 조절하기 위하여 각각 다른 No. 4, 8, 12, 16 4종류의 Rod를 사용하였으며 이후 40°C, 선압 40kgf/cm<sup>2</sup>의 조건으로 캘린더를 실시하였다.

## 3. 결과 및 고찰

### 3.1 Engineered Clay

#### 3.1.1 도공액의 물성

Table 3은 engineered clay를 이용하여 제작된 도공액의 특성을 나타내고 있다. 복합체를 적용한 도공액이 더 높은 점도를 나타내는 것으로 보아 복합체가 응집을 유도한다는 것을 알 수 있다. 또한 보수도는 복합체 적용 시 높아졌다.

Table 3. Properties of coating colors

( pph )

	GCC 100pph	Clay10 + GCC90	Com10 + GCC90	Clay20 + GCC80	Com20 + GCC80
Solids content (%)	54	54.1	54.1	54.2	54.2
pH	9	9	9	9	9
Low viscosity(cPs) (23°C, 60 rpm, 1 min)	76	832	1044	418	796
WRV(g/m <sup>2</sup> ) (2 bar, 60 sec)	94.4	58.0	77.2	76.7	132.2

### 3.1.2 도공지의 물성

Figs. 1,2는 clay 10 pph가 포함된 도공액으로 제작된 도공지의 불투명도와 백색도를, Figs. 3,4는 clay 20 pph가 포함된 도공액으로 제작된 도공지의 불투명도와 백색도를 나타내고 있다. 불투명도는 복합체 10 pph를 적용한 도공지가 clay 10 pph를 혼합 도공한 도공지보다 높게 나타났다. 이는 복합체에 의한 응집으로 인해 더 큰 공극과 공극률이 발현된 것으로 보인다. 반면에 20 pph를 적용하였을 때에는 미량 도공시 복합체의 불투명도가 높았지만 도공량이 증가할수록 유사한 불투명도를 나타내었다. 백색도에서는 복합체를 적용하였을 때 더 높은 값을 나타내는데 이는 상대적으로 백색도가 높은 GCC가 복합체 주변에 흡착되어 있는 라텍스에 의해 clay 주변에 응집되어 일반 혼합도공에 비하여 표면으로 더 많이 노출되어 나타난 현상이라고 생각된다.

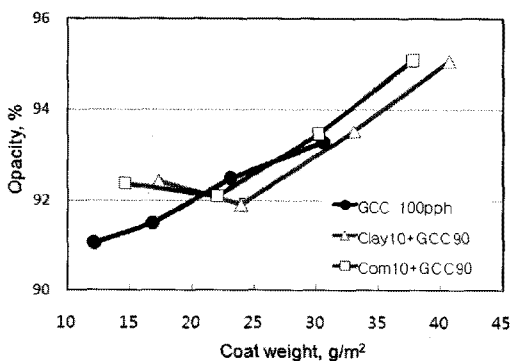


Fig. 1. Opacity of Coated Paper.

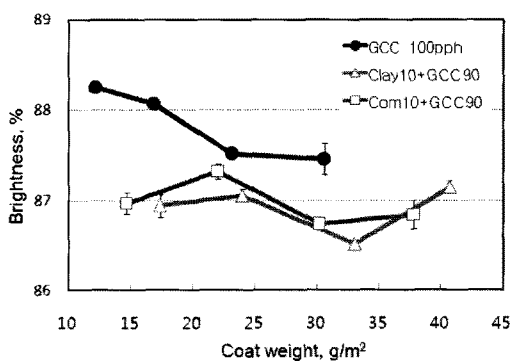


Fig. 2. Brightness of Coated Paper.

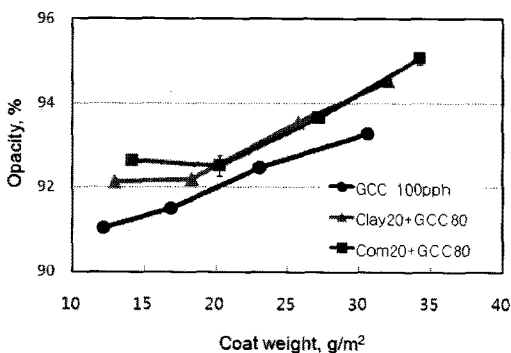


Fig. 3. Opacity of Coated Paper.

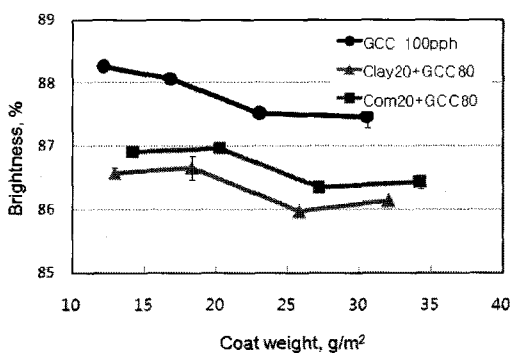


Fig. 4. Brightness of Coated Paper.

### 3.2 Ultragloss Clay

#### 3.2.1 도공액의 물성

Table 4는 ultragloss clay를 이용하여 제작된 도공액의 특성을 나타내고 있다. 복합체를 적용한 도공액의 점도가 더 높은 값을 가지고 있는 것으로 보아 복합체가 응집을 유도한다는 것을 알 수 있다. 또한 보수도는 복합체 적용 시 높아지는 것을 알 수 있다.

Table 4. Properties of coating colors

	GCC 100pph	Clay10 + GCC90	Com10 + GCC90	Clay20 + GCC80	Com20 + GCC80
Solids content (%)	54	54.1	54.1	54.2	54.1
pH	9	9	9	9	9
Low viscosity(cPs) (23℃, 60 rpm, 1 min)	76	218	581	226	630
WRV(g/m <sup>2</sup> ) (2 bar, 60 sec)	94.4	81.6	78.6	102.2	196.6

#### 3.2.2 도공지의 물성

Figs. 5,6은 clay 10 pph가 포함된 도공액으로 제작된 도공지의 불투명도와 백색도를 Figs. 7,8은 clay 20 pph가 포함된 도공액으로 제작된 도공지의 불투명도와 백색도를 나타내고 있다. 복합체 10 pph를 적용한 도공지와 clay 10 pph를 혼합 도공한 도공지의 불투명도는 미량도공인 경우에 복합체를 적용했을 때 더 높았으며 도공량이 증가함에 따라 서로 유사한 값을 나타내었다. 20 pph를 적용하였을 경우 복합체 적용시 더 높은 불투명도를 나타내었으며 도공량이 적을 때 두드러진 차이를 보인다. 이 역시 engineered clay 복합체의 경우와 마찬가지로 복합체에 의한 응집으로 인해 더 큰 공극과 공극률이 발현된 것으로 보인다. 백색도에서는 복합체를 적용하였을 때 더 높은 값을 나타내는데 이는 상대적으로 백색도가 높은 GCC가 복합체 주변에 흡착되어 있는 라텍스에 의해 clay 주변에 응집되어 일반 혼합도공에 비하여 표면으로 더 많이 노출되어 나타난 현상이라고 생각된다.

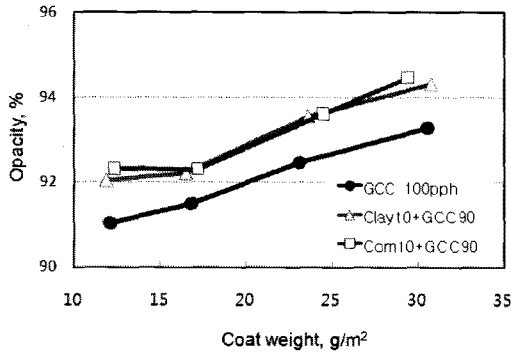


Fig. 5. Opacity of Coated Paper.

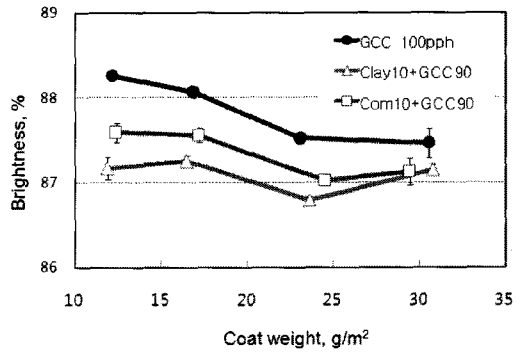


Fig. 6. Brightness of Coated Paper.

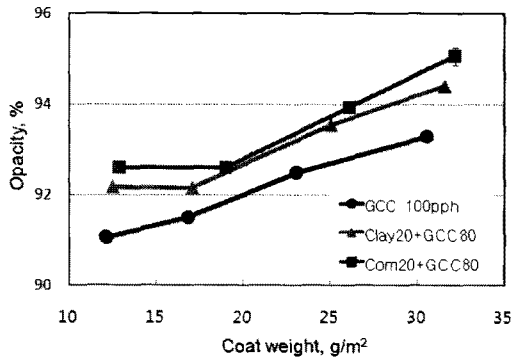


Fig. 7. Opacity of Coated Paper.

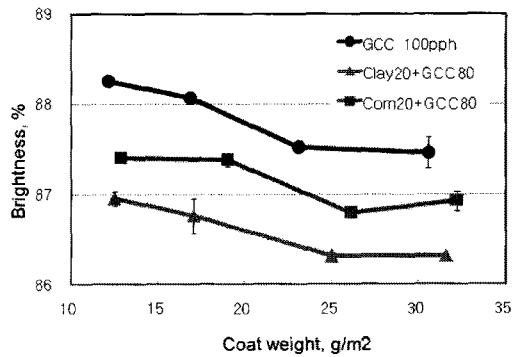


Fig. 8. Brightness of Coated Paper.

### 3.3 Engineered Clay Vs. Ultragloss Clay

Engineered clay는 ultragloss clay와 비교하여 광산란계수와 백색도는 매우 비슷하지만 Aspect ratio가 매우 작고 평균 입도는 두 배 가량 큰 값을 가지고 있다.

Figs. 9,10은 복합체 10 pph가 포함된 도공액으로 제작된 도공지의 불투명도와 백색도를 Figs. 11,12는 복합체 20 pph가 포함된 도공액으로 제작된 도공지의 불투명도와 백색도를 나타내고 있다. 복합체 10 pph를 적용하였을 때 불투명도는 ultragloss clay가 더 높은 경향을 보이고 있다. 또한 백색도 역시 대체로 높은 값을 가진다. 20 pph에서도 역시 ultragloss clay가 더 높은 값을 나타내며 백색도 역시 높은 경향을 보이고 있다.

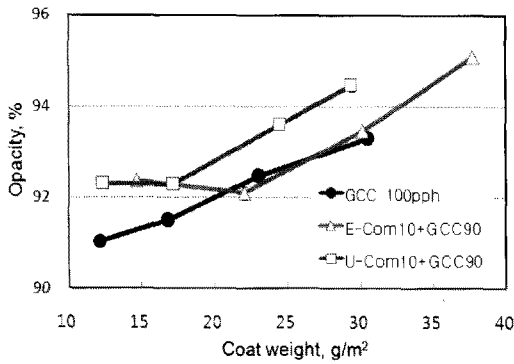


Fig.9. Opacity of Coated Paper.

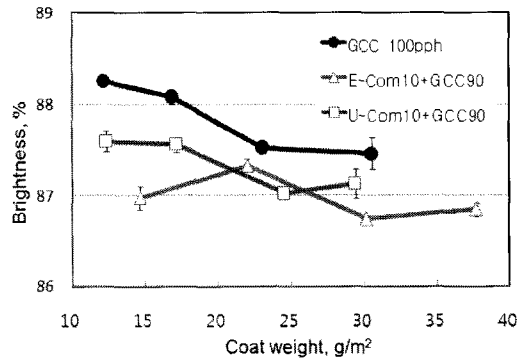


Fig.10. Brightness of Coated Paper.

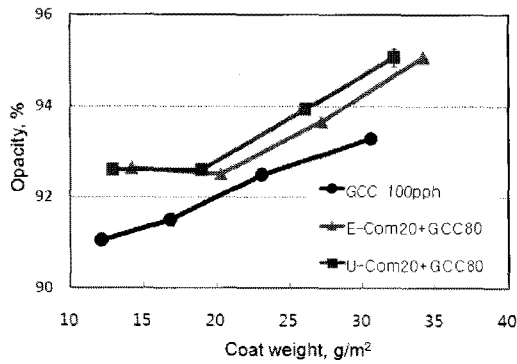


Fig.11. Opacity of Coated Paper.

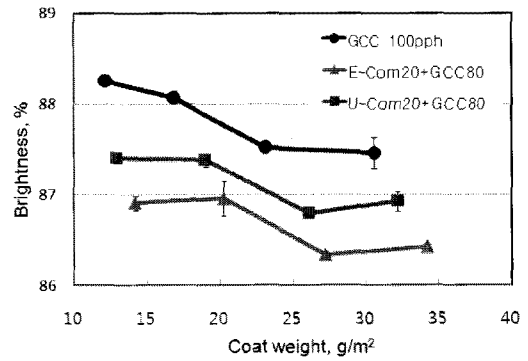


Fig.12. Brightness of Coated Paper.

#### 4. 결론

Clay의 표면에 라텍스를 흡착시켜 제작한 복합체를 도공지에 적용하였을 경우 일반적인 GCC와 clay와의 혼합도공에 비해 미량 도공시 불투명도는 향상되었다. 복합체 적용 시에는 기존의 혼합도공과는 다르게 복합체 주변에 흡착되어있는 라텍스에 의해 clay 주변에 GCC가 응집되어 일반 혼합도공에 비하여 백색도가 증가하는 경향을 나타내었다.

Engineered clay 와 ultragloss clay의 불투명도와 백색도는 유사하지만 복합체를 적용하였을 경우 ultragloss Clay 사용 시 더 좋은 물성을 나타낸다. 복합체 적용 시 입도가 작은 clay를 적용하는 것이 불투명도와 백색도 증가에 유리하다고 판단된다.

## 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