안료 바인더 복합체를 이용한 도공지의 물성 향상

이학래, 황민구
서울대학교 농업생명과학대학 산림과학부

1. 서 론

도공지는 기존의 백상지와는 달리 잉크의 수리성과 광택이 좋기 때문에 고급 인쇄물에 많이 사용되어 왔다. 최근 인쇄 품질에 대한 요구가 점점 더 증대되면서 일반 잡지나 전단지 등에도 고급 인쇄 기술이 적용되고 있으며 이에 따라 도공지 역시 그 쓰임새가 다양해지는 추세이다. 고급인쇄물의 수요가 증가하면서 인쇄적성이 좋고 저렴한 경량 도공지의 활용이 증대되고 있다.

도공지의 경량화를 위해서 일반적으로 원지의 평량과 도공량을 줄이는 방법이 사용된다. 그러나 이러한 방법이 효과를 거두기 위해서는 평량의 저하로 야기되는 불투명도의 감소 문제를 해결하는 것이 가장 중요한 과제이다. 주지하는 바와 같이 불투명도 감소는 인쇄 뒤비침 등 다양한 인쇄품질 저하를 야기한다.

현재 경량 도공지의 불투명도를 향상시키는 방안으로는 원지에 불투명도가 높은 충전물을 첨가하는 방법, 불투명도가 높은 기계펄프나 화학펄프 가운데 비교적 벌키한 구조를 갖는 고수율 표백펄프를 사용하는 방법이 활용되고 있다. 하지만 불투명도가 높은 기계펄프의 수급이 원만하지 못한 국내 제지업계에서는 불투명도가 높은 펄프를 사용한 경량 도공지의 생산이나, 고가의 불투명도가 높은 충전물을 내첨 시 사용하는 것은 어려운 것이 현실이다.

도공층의 공극 구조를 개선하여 벌키한 도공층을 형성시키면 불투명도 증가와 인쇄 뒤비침 방지에 매우 높은 효과를 거둘 수 있을 것으로 예상되며, 이는 고가의 충전물이나 기계펄프의 활용이 없이도 도공지의 저평량화를 가능하게 하는 기술이 될 수 있을 것이라 판단된다. 특히 기존에 사용되고 있는 동일한 원료를 활용하여 도공층의 구조를 개선할 수 있다면 경제적인 효과도 거둘 수 있을 것으로 기대된다.

본 연구에서는 도공지의 불투명도 향상을 위하여 도공지의 구조를 개선하는 방법

을 연구하였다. 이를 위해 안료-바인더의 복합체를 제조하고 이를 도공에 적용하고 도공지의 물성에 미치는 영향을 평가하였다.

2. 재료 및 방법

2.1 공시재료

복합체 제조용 안료로 도공용 PCC를 사용하였으며, 바인더는 라텍스를 사용하였다. 또한 복합체 형성을 위해 필요한 고분자로 Poly-DADMAC을 사용하였다. 또한 도공용 안료로는 판상형의 fine clay를 사용하였으며 도공용 바인더로는 복합체 제조에 사용한 바인더와 동일한 라텍스를 사용하였다.

Table 1. Specification of pigment, binder and polymer

	Charge Density,meq/g	Zeta Potential, mV	Average Size, μm
PCC	-	-11.5	0.5
Clay	-	-	0.7
Latex	- 0.41	-	0.12
Poly-DADMAC	+ 5.25	-	-

2.2 실험방법

2.2.1 복합체의 제작

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

Poly-DADMAC의 흡착량을 확인하기 위하여 Poly-DADMAC의 농도에 따른 검량선을 설정하였다. 이후 상등액의 양이온성 요구량을 측정하여 상등액에 남아있는 Poly-DADMAC의 흡착량을 결정하였다.

2.2.3 도공액의 조성

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

Table 2. Coating color recipes (pph)

	clay 100pph	control	composite 10pph
Clay	100	90	90
PCC	0	10	0
Composite	0	0	10
SB Latex	10	10	10
CMC	0.1	0.1	0.1

2.2.4 도공지의 제작

도공액은 복합체의 첨가 비율을 달리하여 조제하였으며 비교군으로 최종 재료의 첨가량이 동일하도록 PCC와 라텍스를 첨가하여 도공액을 조제하였다. 이렇게 제작된 도공액을 평량 87gsm의 도공원지에 도공을 하였다. 이때 4번과 8번 Rod를 이용하여 도공량에 차이를 두어 도공지를 제작하고 물성을 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 복합체의 조제

교반 과정에서 응집의 가능성이 있는 분말 상태의 PCC를 이용하였기 때문에 평균적인 PCC 응집체의 크기를 다시 측정하였다. PCC 응집체의 크기는 Malvern Mastersizer 2000을 이용하여 측정하였으며 기기에서의 체류시간을 고정하여 측정하였다. PCC의 평균 응집체의 크기는 3.2μm였다. 또한 Poly-DADMAC의 흡착량을 확인하기 위하여 Poly-DADMAC의 농도에 따른 검량선을 다음과 같이 설정 하였다.

Poly-DADMAC의 패치 형성 후 상등액의 양이온성 요구량을 측정하여 남아있는 Poly-DADMAC의 잔량을 검량선에 대입하여 확인하였으며 이를 통해 PCC 표면에 100% 흡착되는 Poly-DADMAC의 양을 결정하였다. 이때 PCC 표면에 100% 흡착되는 Poly-DADMAC의 양은 전건 PCC 대비 0.04%였다.

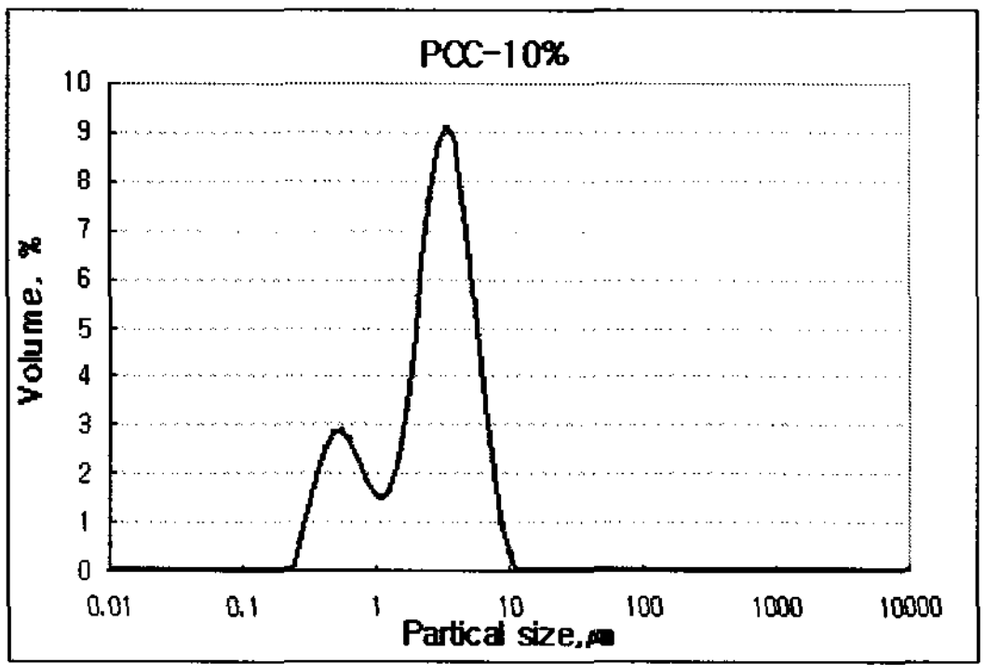

Fig. 1. Size of PCC

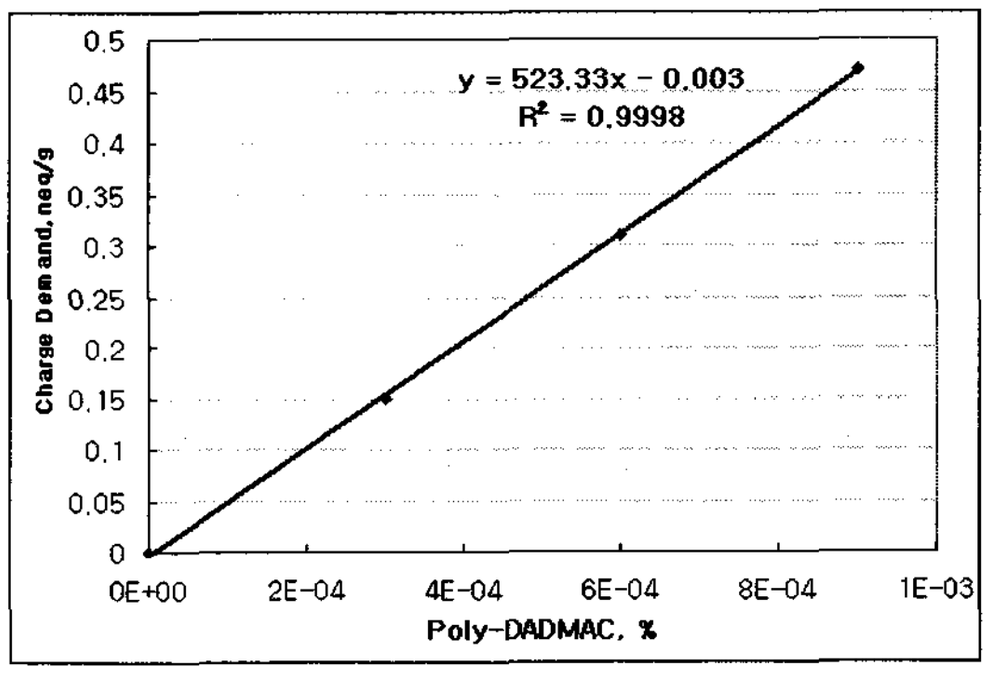

Fig. 2. Base line of Poly-DADMAC absorption

이렇게 패치가 형성된 PCC에 라텍스를 첨가하여 최종적인 복합체를 형성하였다. 이 때, 라텍스의 흡착량은 상등액의 전하가 (-)로 역전 되는 지점으로 설정하였으며 이 때 라텍스의 양은 전건 PCC 대비 0.6%였다. 실제 실험에서는 안정성을 위하여 실제 흡착량보다 많은 량인 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 Clay 100pph, Clay90pph + PCC10pph(control), Clay 90pph + 복합체 10pph(composite 10pph) 세 가지로 구분하여 조제하였다.

도공액의 점도와 보수도는 Brookfield 점도계와 AA-GWR (2bar, 60sec)을 이용하여 측정하였다. 측정 결과는 다음과 같다.

Table 3. Viscosity of coating color

color	Clay 100pph	control	composite 10pph
Viscosity, cPs	238.4	164.5	205.5
WRV, g/m^2	104.2	154.3	143.5

점도는 Clay 100pph 가 가장 높은 값을 나타냈으며 control에 비해 composite 10pph의 값이 더 높게 나타났다. 또한 보수도는 composite 10pph 이 더 작은 값을 나타내었다.

3.2 Rod의 종류에 따른 도공량

Rod별 도공량은 다음과 같다.

Table 4. Coat weight

Rod No.	4	8
Coat weight, g/m^2	10.2	15.6

3.2 도공지의 물성

도공지의 물성을 측정한 결과는 다음과 같다.

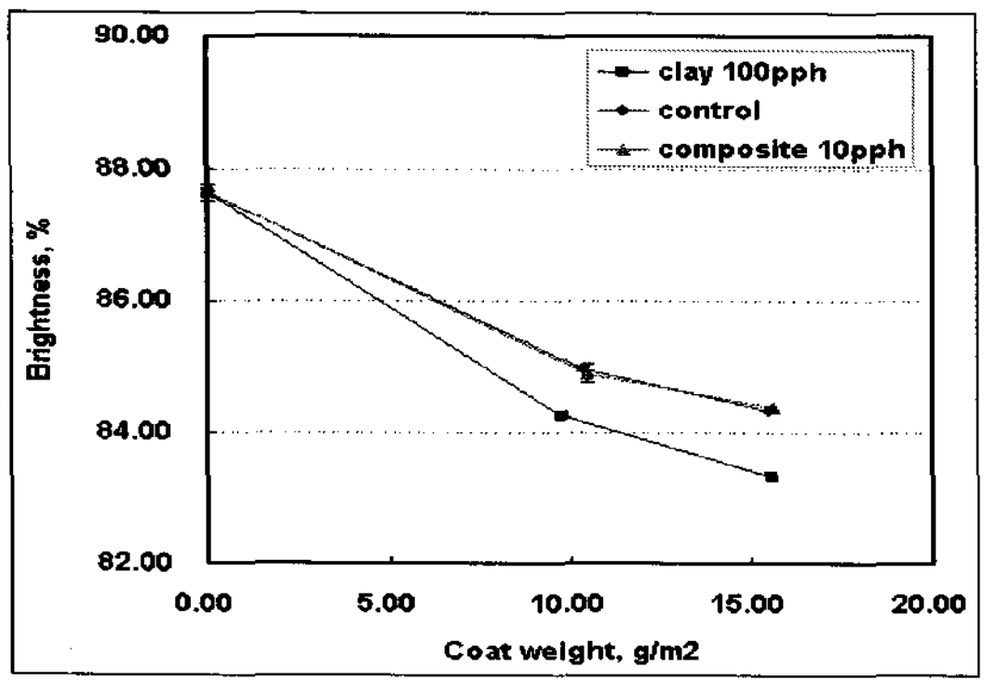

Fig.3. Brightness of Coated Paper

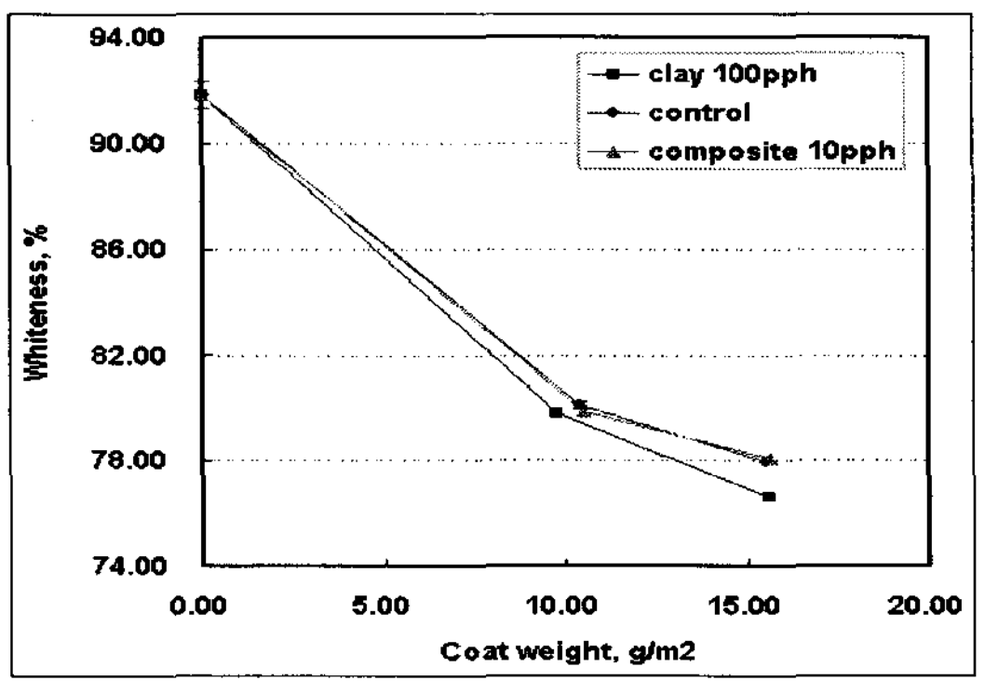

Fig.4. Whiteness of Coated Paper

백색도와 백감도는 control과 composite 10pph가 서로 유사하였고 Clay만 사용한 도공지 보다는 더 큰 값을 나타내었다. 이는 상대적으로 Clay에 비해 백색도가 높은 PCC가 첨가되었기 때문이며 그 값은 복합체 여부와 관계없이 첨가된 PCC의 양에 의해 결정된다는 것을 알 수 있다.

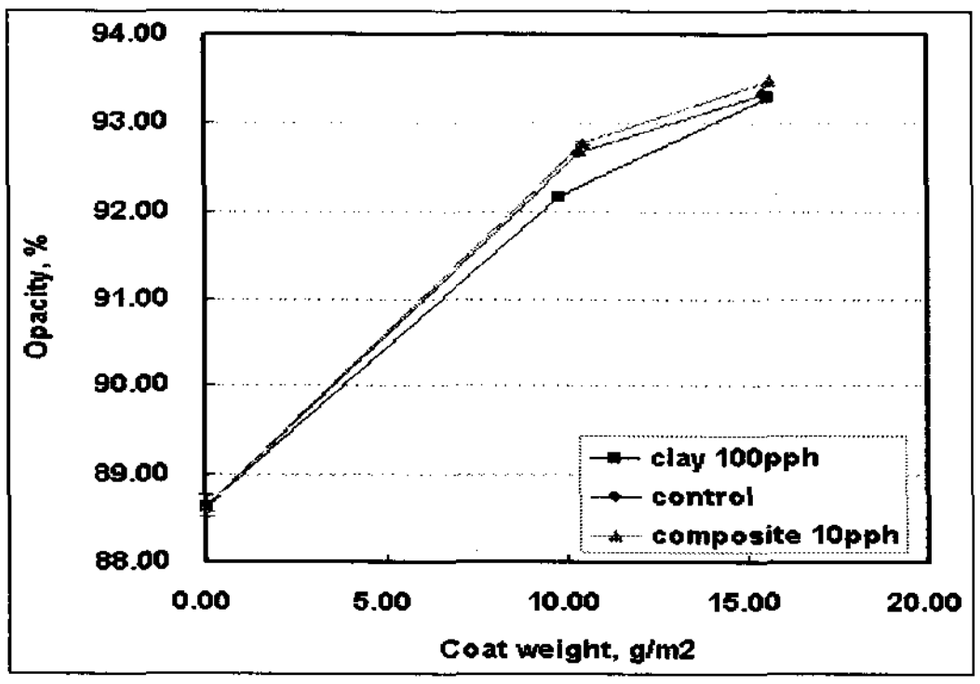

Fig.5. Whiteness of Coated Paper

불투명도는 Clay만 사용한 도공지보다 PCC를 첨가 하였을 때 더 높은 값을 나타내었고 특히 도공량이 작을수록 더 두드러진 차이를 보였다. 또한 control 보다 composite 10 pph의 불투명도가 높게 나타나는 것을 알 수 있다. 이는 복합체가 더 벌키한 도공구조를 만든다는 것을 의미하며 도공량이 많을 때에 복합체의 영향이 더 큰 것으로 보아 복합체의 함량이 증가할수록 불투명도가 향상된다는 것을 알 수 있다.

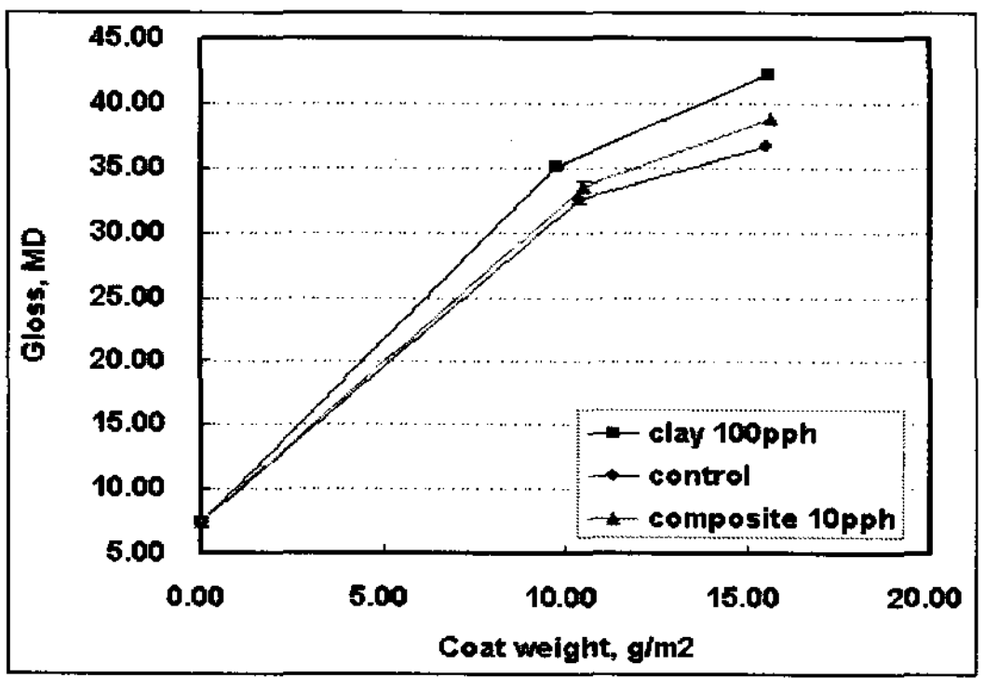

Fig.6. Gloss, MD of Coated Paper

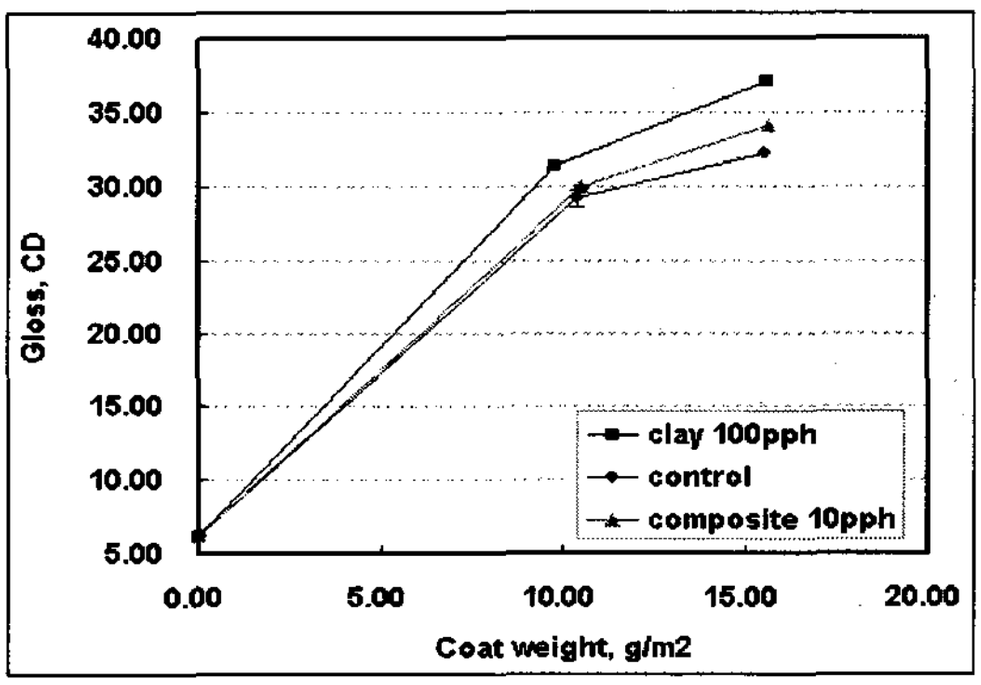

Fig.7. Gloss, CD of Coated Paper

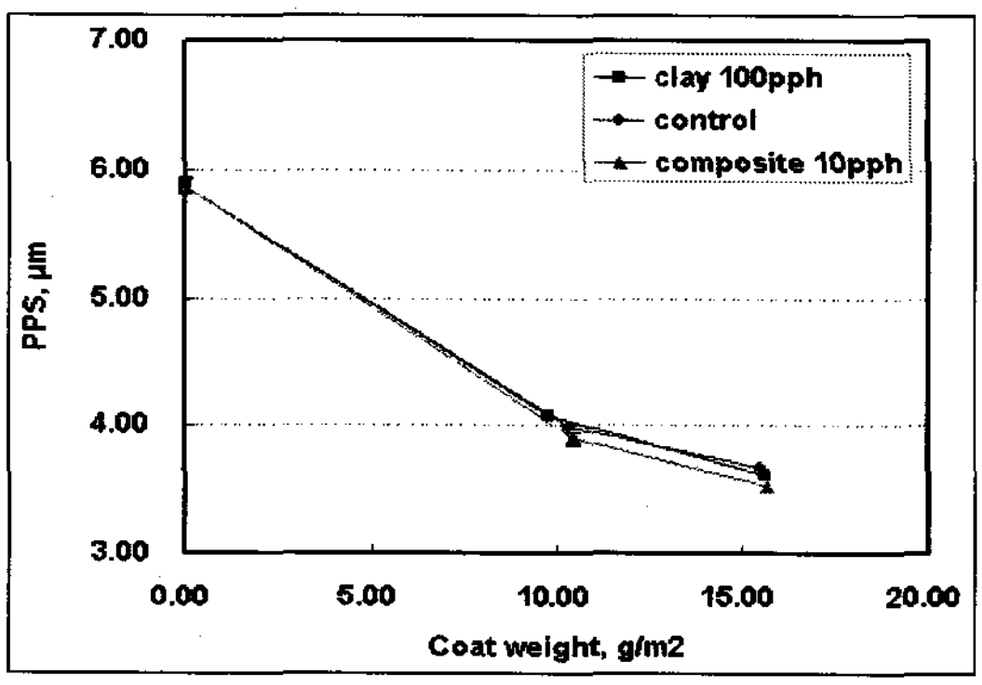

Fig.8. PPS of Coated Paper

광택은 판상형인 Clay만을 사용한 도공지가 가장 좋은 결과를 나타내었고 복합체 유무에 따라서는 복합체를 첨가하였을 때 더 좋은 결과를 나타내었다. 또한 PPS의 결과에서도 복합체를 첨가했을 때 평활한 표면을 만든다는 것을 알 수 있다. 이는 벌키한 복합체의 구조가 원지의 거친 표면을 더 효율적으로 채워주어 표면을 평활하게 만들어 준다는 것을 의미한다.

4. 결 론

PCC의 표면에 라텍스를 흡착시켜 제작한 복합체는 도공액 속에서도 일정한 구조를 유지하고 있으며 도공액의 물성을 변화 시킨다. 이러한 물성의 변화는 최종 도공층의 공극 구조를 개선하여 불투명도를 향상 시키는 효과를 가져 왔으며 원지의 거친 표면을 효율적으로 채워줌으로서 도공지의 광택을 개선시켜 주었다. 안료의 혼합 과정에서 약품 투입 공정의 변화를 주어 복합체를 제작하여 적용한다면 원료의 변화 없이도 도공지의 불투명도와 광택 등의 물성을 향상시킬 수 있을 것으로 기대된다.

사 사

일부 연구원은 BK 21 핵심 사업 지원을 받았음.

참 고 문 헌

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 Coaet 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