

# SB latex 대체용 친환경 전분계 바이오바인더 및 합성바인더의 적용 기술 개발 (제2보) - 대체용 바인더의 Top-coating 적용 -

이용규<sup>†</sup> · 홍성호 · 원종명 · 김영훈<sup>1</sup>

접수일(2015년 10월 5일), 수정일(2015년 10월 22일), 채택일(2015년 10월 23일)

## Application Technology of Environmental-friendly Starch-based Biobinder and Synthesized Binder as a Substitute for SB Latex (2) - Application of Substitute Binder for Top-coating Layer -

Yong Kyu Lee<sup>†</sup>, Seong-Ho Hong, Jong Myoung Won and Young-Hun Kim<sup>1</sup>

Received October 5, 2015; Received in revised form October 22, 2015; Accepted October 23, 2015

### ABSTRACT

This study was carried out to elucidate the partial substitutability of SB latex with environmental-friendly coating binders for coated paper. Starch-based biobinder, ethylene vinyl acetate and acryl-based binder were evaluated for this purpose. Several combinations of above binders were applied to top layer coating, and properties of coating colors and printability were evaluated.

When 20% and 30% of SB latex were substituted by acryl-based synthetic binder, ethylene vinyl acetate and biobinder, the brightness, whiteness and opacity of coated paper were similar to those obtained from SB latex. Ink set and stiffness of coated paper manufactured through 20% and 30% substitution of SB latex by biobinder and EVAc were improved, but dry- and wet-pick strength were decreased. The research works on the improvement of dry- and wet-pick strength, mechanical stability and rheological properties at high shear condition should be continued for the commercial application of biobinder, EVAc and acryl-based binder.

**Keywords:** SB latex, biobinder, synthesized binder, top-coating, printability

---

• 강원대학교 산림환경과학대학 제지공학과(Dept. of Paper Science & Engineering, College of Forest & Environmental Sciences, Kangwon National University, Chuncheon, 24341, Korea)

<sup>1</sup> 깨끗한나라 주식회사(Kleannara)

<sup>†</sup> 교신저자(Corresponding Author): E-mail: yklee@kangwon.ac.kr

## 1. 서론

고객이 요구하는 고품질의 인쇄용지를 생산하기 위해 종이 표면에 안료와 바인더를 주원료로 하는 도공액을 코팅하여 인쇄면을 평활하게 하여 인쇄용지의 인쇄적성을 높이는 방식으로 인쇄용지를 제조하고 있다.<sup>1,2)</sup>

현재 종이코팅용으로 사용되는 바인더의 대부분은 스티렌-부타디엔 공중합체(styrene-butadiene copolymer)로 일반적으로 SB 라텍스라고 불리고 있다. SB 라텍스는 생산 공정에서의 안정성과 우수한 접착력 및 인쇄적성을 바탕으로 제지 업계에서 코팅용 바인더로 오랫동안 널리 사용되어 오고 있다. 이러한 SB 라텍스의 기본 원료인 스티렌과 부타디엔은 석유화학 물질로부터 얻어진다.

하지만 국제적으로 석유자원의 매장량은 한정되어 있어 지속적인 유가상승을 초래하고 있으며 특히, 부타디엔 가격급등 추세는 전 세계적으로 이루어지고 있다. 우리나라의 제지 산업은 펄프 및 주부 원료의 해외 수입 의존도가 높아 유가상승 및 에너지 비용 증가는 제지산업시장 정체라는 어려운 경영환경을 야기시킨다. 또한, 외국의 신흥 제지업체의 등장으로 인한 국제 경쟁이 심화된 상황에 놓여 글로벌 경쟁력 강화를 위한 대책이 필요한 시점이다. 이러한 상황 속에서 인쇄용지의 생산원가에 있어 상당 부분을 차지하고 있는 바인더의 단가를 낮추는 부분은 매우 중요하게 여겨지고 있다.<sup>3-5)</sup>

더욱이 전 세계적으로 이루어지고 있는 탄소배출량 감축과 SB 라텍스에 함유된 잔류 스티렌의 발암성(carcinogen)은 향후 제지산업이 풀어야할 과제일 것이다.<sup>6,7)</sup> 우리는 기존에 사용하던 코팅용 바인더인 SB 라텍스를 친환경적이고 상대원가가 낮은 코팅용 바인더로 대체 및 혼용 사용으로 제지산업에서의 가격 경쟁력을 높이고 환경문제를 개선시킬 수 있을 것이라고 사료된다.<sup>8)</sup>

본 연구에서는 더블도공지의 top 코팅에서 사용되는 SB 라텍스를 바이오바인더 및 합성바인더로 대체하여

도공액과 도공지의 물성을 비교하고 인쇄 실험을 통해 SB 라텍스를 바이오바인더 및 합성바인더로의 대체 가능성 및 원가절감 가능성을 평가하였다.

## 2. 재료 및 방법

### 2.1 공시재료

#### 2.1.1 도공원지

본 연구에 사용된 원지는 국내 H사의 평량 75 g/m<sup>2</sup>, 두께 100 μm의 백상지이다.

#### 2.1.2 도공용 안료

Pre층에 GCC(KFMT-60HS, 태경산업)와 PC-C(Syncarb F0474-On45%, Omya), top층에 GC-C(Setacarb-K, HG)를 사용하였다.

#### 2.1.3 바인더 및 기타첨가제

바인더는 pre층에 SB 라텍스(SBL SL 703 Bulk, LG-chemical)를 사용하였고 top층에는 SB 라텍스(SBL SL 760 Bulk, LG-chemical)와 biobinder(Starch S-5933, Bizchem, Korea), 그리고 아크릴 베이스 합성바인더(EPL-5010, 이피텍), ethylene vinyl acetate(EVAc) 바인더(PS-806, KS)를 사용하였고 공통적으로 첨가된 기타 첨가제로 분산제(WY-117, 정원화학), 내수화제(LUBREX-55), 윤활제(PRO WET

Table 2. Properties of biobinder

Properties	Biobinder (S-5933)
Appearance	White powder
Moisture content (%)	11±1
pH (30℃)	6.71
Brookfield viscosity (cPs, 50℃)	757.7

Table 1. Properties of latices used as a binder

	Gel content (%)	Particle size (Å)	pH	Viscosity (cPs)
SB latex (703)	50.1	1212	8.00	322
SB latex (760)	50.0	851	8.15	230
Acryl binder	50.0	180	4.5	80
EVAc binder	50.0		5.68	49.5

400G, 우진산업) 및 구조개질제(CV-5001F, 청우테크)를 사용하였다.

### 2.1.4 바이오바인더 호화

바이오바인더와 촉매(Biocat-11, Bizchem, Korea) 그리고 물을 혼합하여 중탕기에서 90℃에서 30분간 교반을 시켜 50%의 고형분 농도로 호화시켜 도공액에 배합하였다. 그 바이오바인더의 화학구조는 Fig. 1과 같다.

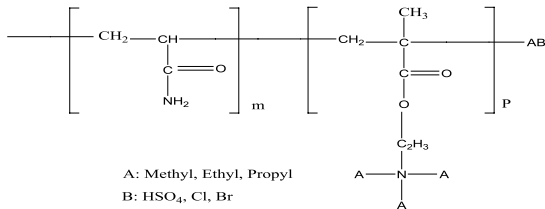


Fig. 1. Biocat-11 component.

## 2.2 실험방법

### 2.2.1 도공액의 제조

Pre 코팅 및 top 코팅용 도공액의 고형분 농도는 각각 64%, 63%로 제조하였다. Pre 코팅층은 기존의 SB 라텍스를 사용하여 제조하였으며 top 코팅층은 기존의 SB 라텍스를 사용한 것과 이를 대체하는 친환경 소재인 biobinder와 아크릴 베이스 합성바인더(아크릴 + PVAc), ethylene vinyl acetate(EVAc) 계열 합성바인더를 각각 20%, 30% 대체한 7 조건의 도공지를 제조하였다. Table 4에 명시되어 있듯이 structure reformer

의 첨가량을 각각 다르게 적용하여 각 도공액의 점도를 190-250 cPs로 보정하였다.

### 2.2.2 도공지 제조

도공지 제조는 실험실용 반자동 코터(K-control, RK Print Coat Instrument Ltd, UK)를 사용하여 pre-coating 도공량을 편면 12±1 g/m<sup>2</sup>으로 하여 도공한 후, 105℃의 열풍 건조기(YJ-8600D, Yujin Electronics, Korea)에서 20초간 건조하였다. pre-coating을 실시한 종이에 다시 편면 14±1 g/m<sup>2</sup>으로 top-coating을 실시하였다. 그 후, 항온항습실에서 1일 동안 항온항습처리를 실시하고 슈퍼 캘린더(Supercalender, Beloit Corporation, USA)를 사용하여 온도 70℃, 압력 300 psi에서 도공지가 steel면으로 향하게 한 후 2회 통과시켰다.

Table 3. Formulations of pre-coating (Unit : Part)

	Pre-coating
GCC	90
PCC	10
SB latex	12
Structure reformer	0.3
NaOH	0.12
Dispersant	0.2
Lubricant	0.4
Insolubilizer	0.4
Solids content (%)	64

Table 4. Formulations of top-coating color

(Unit : Part)

Parameter	A	B	C	D	E	F	G
GCC 95	100						
SB latex	12	9.6	8.4	9.6	8.4	9.6	8.4
Biobinder (50%)	-	2.4	3.6	-	-	-	-
Acryl binder	-	-	-	2.4	3.6	-	-
EVAc binder	-	-	-	-	-	2.4	3.6
Structure reformer	0.6	0.15	0	0.7	0.7	0.75	0.75
Dispersant	0.2						
Lubricant	0.4						
Insolubilizer	0.4						
NaOH	0.12						
Total solid content (%)	63						

### 2.2.3 도공지의 특성 평가

Top-coating까지 처리한 도공지의 거칠음도(PPS, L&W, Sweden), 광택도(Gloss meter, Model T480A, Technidyne corp, USA), stiffness(Taber stiffness tester, Toyoseiki, Japan), 백색도, 백감도 그리고 불투명도(Elrepho 3300, Datacolor International, USA) 값을 측정하였다.

### 2.2.4 인쇄적성 평가

도공지의 인쇄적성 및 광택은 RI(RI-II, KRK, Japan) 인쇄적성시험기로 평가 하였다. 2가지 색상의 잉크(Magenta, Cyan)를 사용하여 인쇄면의 광택도(Gloss meter, Model T480A, Technidyne corp, U.S.A)와 dry-pick 및 wet-pick을 측정하였다.

## 3. 결과 및 고찰

### 3.1 도공액의 점도 및 보수성

Table 5는 pre 코팅층 도공액의 점도 및 보수성을 나타낸 것이며, Figs. 2와 3은 top 코팅층 도공액의 점도 및 보수성의 결과를 나타내고 있다. Structure reformer의 첨가량을 각각 다르게 첨가하여 비슷한 수준의 점도로

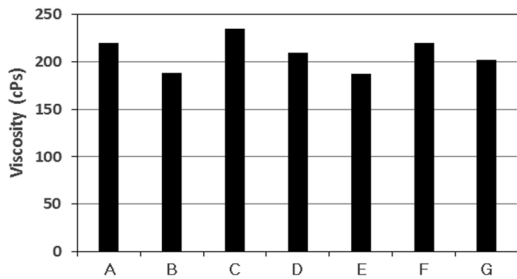


Fig. 2. Viscosity of pre-coating color.

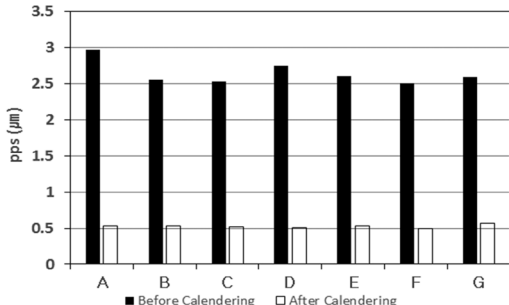


Fig. 4. Roughness of coated paper.

Table 5. Properties of pre-coating color

Formulation	Viscosity (cPs)	Water retention (g/m <sup>2</sup> )
Pre-coat	194	145.25

보정을 시킨 후 보수성을 확인하였다. 그 결과를 통하여 점도를 비슷한 수준으로 보정 시켜줌으로써 비슷한 수준의 보수성을 얻을 수 있음을 확인할 수 있었다.

### 3.2 도공지 물성평가

#### 3.2.1 거칠음도 및 광택

Figs. 4와 5를 보면 종이표면의 거칠음도는 캘린더를 거친 후 7 종류의 도공지가 비슷한 결과를 나타냈으며, 종이 광택의 경우도 유사한 결과를 볼 수 있었다.

#### 3.2.2 백색도, 백감도 및 불투명도

Figs. 6-8은 각각 도공지의 백색도, 백감도, 불투명도 결과를 보여주고 있다. 백색도와 불투명도는 캘린더 처리 전후 거의 유사한 수준의 경향을 나타내었고 백감도는 캘린더 처리 후 근소하게 상승하는 경향을 보였다. 7종류의 도공지가 백색도, 백감도 및 불투명도가 모두 비슷한 경향을 보이는 것으로 나타났다.

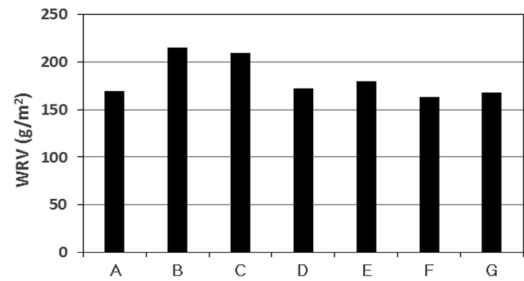


Fig. 3. Water retention of pre-coating color.

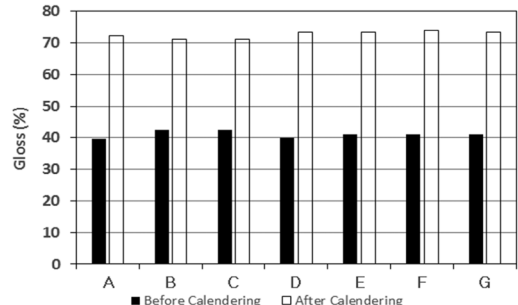


Fig. 5. Paper gloss of coated paper.

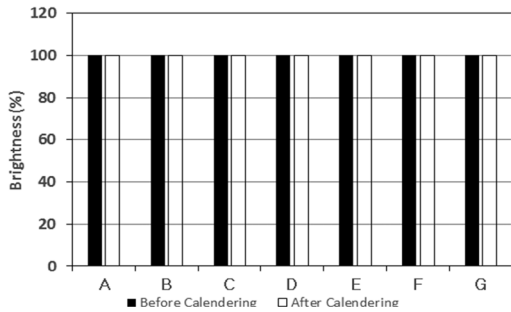


Fig. 6. Brightness of coated paper.

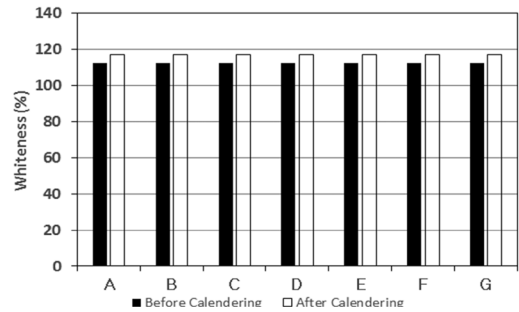


Fig. 7. Whiteness of coated paper.

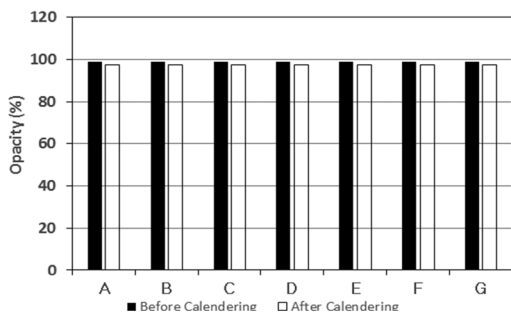


Fig. 8. Opacity of coated paper.

### 3.2.3 Stiffness

Fig. 9는 도공지의 stiffness 측정 결과를 나타내고 있다. 바이오바인더와 ethylene vinyl acetate(EVAc) 계열 합성 바인더 대체 시 기존의 SB 라텍스 사용 시 보다 소폭 상승하는 경향을 나타 내었고 아크릴 베이스 합성 바인더로 대체 시 기존의 SB 라텍스와 비슷한 경향을 보였다.

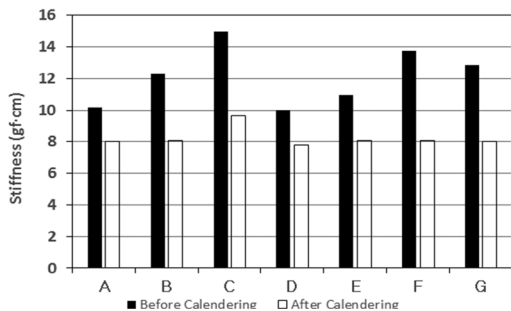


Fig. 9. Stiffness of coated paper.

### 3.3 도공지의 인쇄적성 평가

Fig.10은 도공지의 잉크세트성 결과를 보여주고 있다. 7 가지 도공지 모두 전체적으로 큰 차이점은 없었다. Fig. 11은 바인더의 건조접착력을 나타내고 있다. SB 라텍스를 기준으로 dry-pick은 biobinder 20%, 30% 대체 시와 ethylene vinyl acetate(EVAc) 계열 합성바인더 30% 대체 시 근소한 차이로 떨어지는 경향 보이나 큰 차이를 보이지 않는다. Fig. 12는 습윤 접착력을 나타내고 있다. Wet-pick은 biobinder 대체 시와 ethylene vinyl acetate(EVAc) 계열 합성 바인더 30% 대체 시 근소한 차이로 떨어지는 경향을 보이나 큰 차이는 보이지 않는다. 인쇄광택은 근소한 차이를 보이나 기존의 SB 라텍스와 큰 차이를 보이지 않았다(Fig. 13).

## 4. 결론

본 연구는 SB 라텍스를 전분계 바이오바인더 및 합성 바인더로의 대체율이 다른 7 가지의 top층 도공액을 적용 시킨 후 도공지의 물성의 변화를 관찰하였고 인쇄 실험을 통해 인쇄적성을 평가한 결과를 요약하면 다음과 같다.

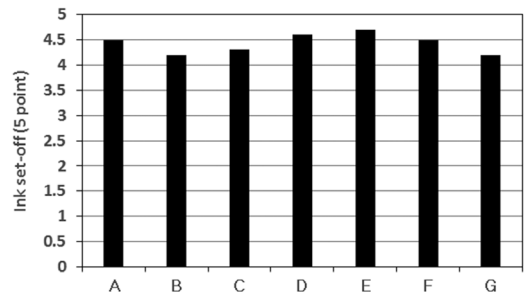


Fig. 10. Ink set-off of coated paper.

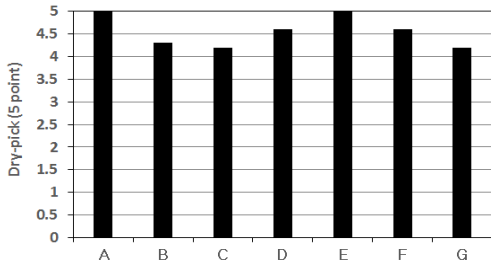


Fig. 11. Dry-pick of coated paper.

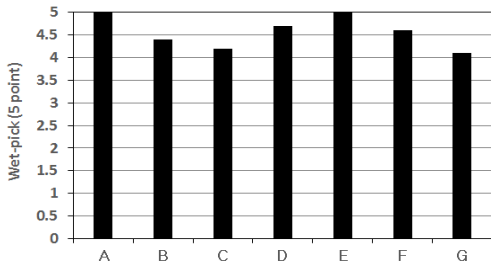


Fig. 12. Wet-pick of coated paper.

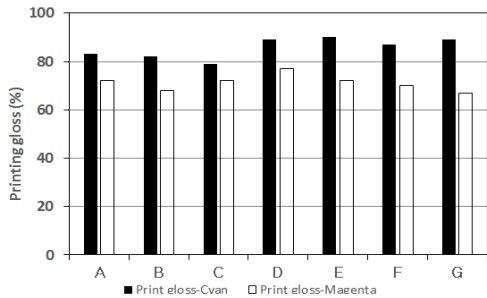


Fig. 13. Print gloss of coated paper.

아크릴 베이스 합성 바인더, ethylene vinyl acetate (EVAc) 계열 합성바인더, 바이오바인더로 각각 20%와 30% 대체 시 백색도, 백감도 및 불투명도등 광학적 특성에서 7 종류의 도공지 모두 SB 라텍스 단독 사용 시와 비슷한 값을 나타내었다. 바이오바인더 20%, 30% 대체와 ethylene vinyl acetate(EVAc) 계열 합성바인더 30% 대체 시 잉크세트성이 개선되었다. 바이오바인더 20%, 30% 대체와 ethylene vinyl acetate(EVAc) 계열 합성 바인더 30% 대체 시 dry-pick과 wet-pick이 다소 감소되는 경향을 나타내었다. 바이오바인더와 ethylene vinyl acetate(EVAc) 대체를 통하여 stiffness의 개선 효과를 얻을 수 있었다.

이상의 결과를 감안할 때 기존의 SB 라텍스를 바이오바인더, 아크릴 베이스 합성바인더, ethylene vinyl

acetate(EVAc) 계열 합성바인더로 대체하기 위해서는 dry-pick과 wet-pick의 보강 및 현장적용을 위한 기계적 안정성, 고전단에서의 유동특성 등에 대한 지속적인 연구가 요구된다.

## Literature Cited

1. Kim, K. K., Won, J. M., and Lee, Y. K., Effect of ultra fine precipitated calcium carbonate on the quality of coated paper, *Journal of Korea TAPPI* 44(4):91-98 (2012).
2. An, G. H., Choi, K. S., Won, J. M., and Lee, Y. K., Manufacture of multi-layer coated paper with eco-friendly starch based bio-binder (1) - Application possibility of bio-binder, *Journal of Korea TAPPI* 44(5):32-38 (2012).
3. Bloembergen, S., McLennan, I., Lee, D. I., and van Leeuwen, J., Paper binder performance with biobased nanoparticles, *Paper360° Magazine* 3(8):46-48 (2008).
4. Bloembergen, S., McLennan, I., van Leeuwen, J., and Lee, D. I., Ongoing developments in biolatex binders with a very low carbon footprint for paper and board manufacturing, 64th Appita Annual Conference & Exhibition, Melbourne, Australia, April 19-21, pp. 363-369 (2010).
5. UK Carbon Trust, Carbon Footprinting (2008).
6. Tamai, H., Niino, K., and Suzawa, T., Surface characterization of styrene/sodium styrene-sulfonate copolymer latex particles, *Journal of Colloid and Interface Science* 13(1):1-7 (1989).
7. Hermann, W. O. and Haehnel, W., Process for the preparation of polymerized vinyl alcohol and its derivatives, U.S. Patent 1,672,156 and Germany Patent 450,028 (1928).
8. Kim, S. K., Park, Y. C., Jung, H. S., and Lee, Y. K., The effect of acrylic emulsion on coated paper properties, *Journal of Korea TAPPI* 44(1):37-42 (2012).