

친환경 원가 절감형 바이오바인더의 개발 및 적용 기술

안국현, 김창수¹⁾, 이용규²⁾

비즈켄(주), 청우테크(주)¹⁾, 강원대학교 제지공학과²⁾

Development and Application of Eco-friendly Biobinder for Cost Saving

Guk Heon An, Chang Su Ki¹⁾, and Yong Kyu Lee²⁾

Bizchem Co., Ltd, Cheongwoo Tech Co., Ltd¹⁾,

Dept. of Paper Science & Engineering, Kangwon National University²⁾

1. 서론

현재 인류는 이산화탄소(CO_2)의 증가에 따라 지구 온난화 및 사막화 등 많은 환경 문제를 가지고 있다. 따라서 제지 산업을 비롯한 여러 산업에 친환경적인 제품개발이 화두로 대두되고 있다.

현재 세계는 시장 경쟁, 에너지 및 원료 가격인상, 새로운 환경 규정 등의 문제를 안고 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해서는 원가를 절감하면서도 친환경적인 제품을 생산해야 한다. 석유는 그 매장량이 제한되어 있는 자원으로 미래 석유자원의 발굴은 언제까지 가능할 것인지 예측하기 매우 힘들다. 그러므로 향후 석유 값의 상승은 불가피할 것이다. 따라서 석유를 기반으로 하는 스티렌과 부타디엔의 공중합으로 생성되는 SBR 라텍스의 경우 그 비용이 상당히 오를 것으로 전망된다.

코팅용 도공액의 안료 및 바인더의 비중을 살펴보면 Pre 코팅용 도공액은 탄산칼슘과 SBR 라텍스의 비율이 가장 높으며 Top 코팅에서는 SBR 라텍스와 클레이의 비율이 높다. 이와같이 도공액중에서 바인더로 사용하는 SBR 라텍스가 차지하는 비중이 매우 높은 것을 알 수 있다. 이러한 석유 기반의 기존 SBR 라텍스를 친환경 천연재료인 전분을 이용하여 제조되는 바이오바인더(Biobinder)로 대체하면 환경문제를 야기시키는 탄소 배출량 및 비용을 모두 줄일 수 있을 것으로 사료된다.

이에 본 연구에서는 도공용 바인더로 사용되는 SBR 라텍스를 천연재료로 제조한 바이오바인더로 대체하여 친환경적이면서도 제조원가를 감소시킬 수 있는 도공기술을 소개하고자 한다.

2. 재료 및 방법

2.1 공시재료

본 연구에서는 도공용 안료로 탄산칼슘(CaCO_3)을 사용하였으며 바인더로는 SBR 라텍스, 바이오바인더 및 바이오라텍스 3종을 사용하여 도공액의 물성 및 도공지의 품질을 평가하였다.

Table 1. Formulation of pigment and binder

	Sample A	Sample B	Sample C	Sample D
Pigment	CaCO_3			
Binder	Starch binder			
	SBR 100%	Biobinder 100%	SBR:Biobinder 50:50	SBR:Biolatex 50:50

2.2 실험방법

2.2.1 도공액의 제조

도공액은 다음 Table 2와 같이 제조하여 최종 고형분 농도를 68%로 하였다.

Table 2. Formulation of coating color

(TCS: 68%)

Parameter	SBR 100%	Biobinder 100%	SBR:Biobinder 50:50	SBR:Biolatex 50:50
CaCO_3	100			
Clay	0			
SBR Latex	8	0	4	4
Biobinder	0	8	4	4
Starch binder	6			
Dispersant	0.18			
NaOH	0.1			
Blue dye	0.0015			
Violet dye	0.0015			
Defoamer	0.025			
Biocide	0.05			
Thickener	0.05	0	0	0

2.2.2 도공지 제작

도공지 제작에는 평량 $150g/m^2$ 의 원지를 사용하였으며, Blade coater를 사용하여 pre-coating에 $17g/m^2$ 을, top-coating에 $13g/m^2$ 의 도공액을 도포하여 도공지를 제작하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 도공액의 물성

도공액 물성은 Table 3과 같다.

Table 3. Properties of coating color

Parameter	Unit	SBR 100%	Biobinder 100%	SBR:Biobinder 50:50	SBR:Biolatex 50:50
pH	-	9.6	9.5	9.4	9.5
Viscosity	cPs	1300	1400	1500	1350
Water Retention	gsm	50	25	40	35

3.2 도공지의 물성

Biolatex와 SBR 라텍스를 50:50으로 혼합한 샘플을 제외하고 나머지 샘플에서는 SBR 라텍스 100%를 사용한 도공지와 거의 비슷한 값을 나타내고 있다(Fig 1, 2).

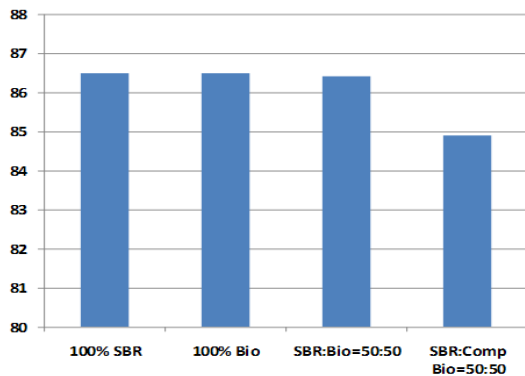


Fig. 1. Brightness of coated paper

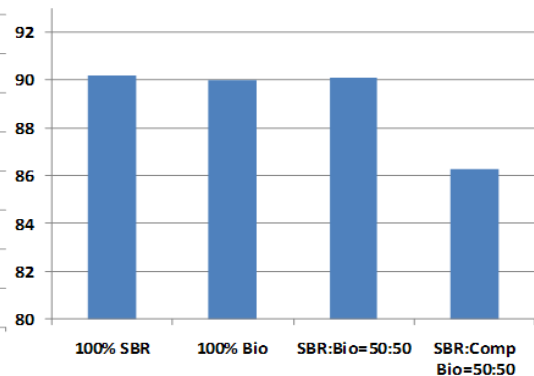


Fig. 2. Whiteness of coated paper

불투명도에 있어서는 바이오바인더와 SBR 라텍스 50:50을 배합한 도공지의 경우 가장 높은 값을 얻을 수 있었는데 대체적으로 평이한 값을 나타내었다(Fig. 3). 불투명도는 바인더의 종류에 따라 크게 영향을 받지 않는데 이것은 불투명도를 지배하는 인자가 굴절률과 칼렌더 처리와 관계되는 열가소성 때문이라고 사료되어진다.



Fig. 3. Opacity of coated paper

인쇄적성에서 Roughness와 상응하는 평활도는 중요한 인자 중에 하나이다. 100% SBR 라텍스계의 평활도는 열가소성이 떨어지는 전분의 첨가에 의해서 크게 저하되는 것으로 알려져 있다. Fig 4에서 100% SBR 라텍스의 Roughness가 가장 높게 측정된 반면에 바이오바인더의 경우 낮은 값을 나타내는 것을 확인할 수 있었다.

Dry pick 강도에 가장 큰 영향을 미치는 인자는 바인더의 첨가량이다. 같은 양이 도포 되었어도 전분이 포함된 바인더의 경우 Pick 강도가 약해진다고 알려져 있다. Fig 5에서 100% 바이오바인더가 가장 낮은 수치를 나타내고 있지만 그 차이가 근소하다는 것을 알 수 있었다.

친환경 원가 절감형 바이오바인더의 개발 및 적용 기술

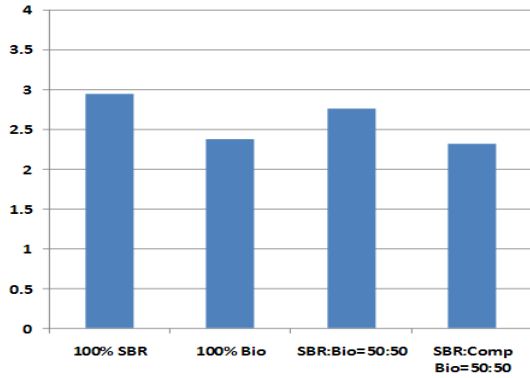


Fig. 4. Roughness of coated paper

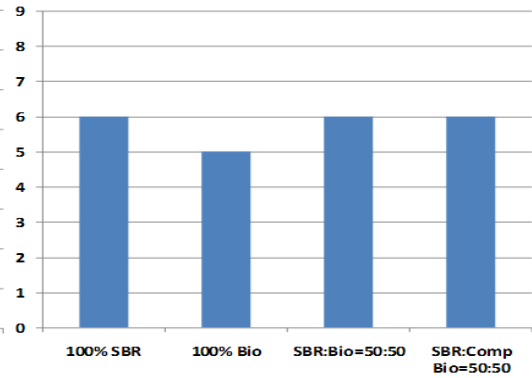


Fig. 5. Dry pick strength

K & N 잉크 수리성은 주로 도공층의 공극에 의해 결정되는 것이 명확하지만 그 외 바인더와 안료의 종류 및 건조온도 등과도 관계가 있다. 대체로 바인더 레벨의 상승과 함께(즉 공극율의 저하에 따라) 저하 된다. Fig 6에서 100% 바이오바인더의 K & N 잉크 수리성이 가장 높은 것으로 확인되었다. K & N 잉크 수리성은 비히클 침투성의 지표이기 때문에 그 값은 인쇄광택과 관계가 있다. 하지만 Fig 7의 인쇄광택을 보면 대체로 비슷한 경향이 나타난 것을 확인 할 수 있다. 이것은 그 값이 차이가 근소하기 때문이라고 사료되어진다.

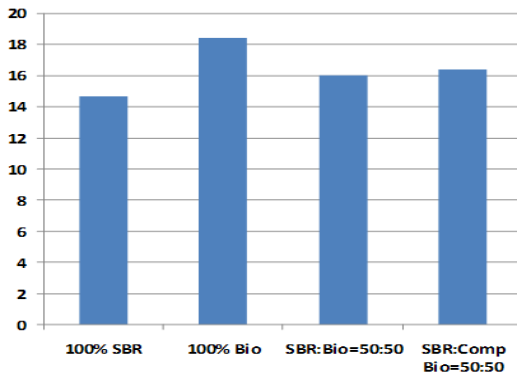


Fig. 6. K&N ink receptivity

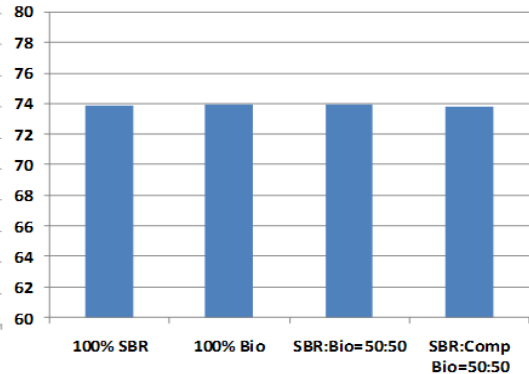


Fig. 7. Printing gloss

잉크 트래핑은 잉크용제의 흡수성과 밀접한 관련이 있는데 Fig 8에서 나타나듯이 거의 동일한 수준의 잉크 트래핑성을 확인 할 수 있었다.

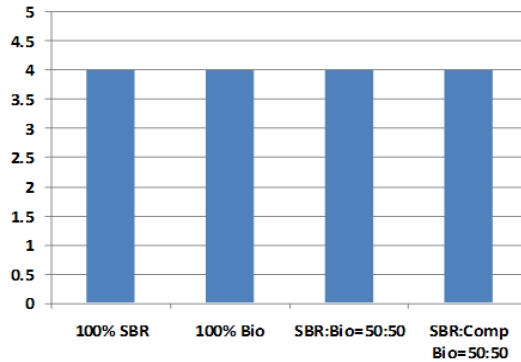


Fig. 8. Ink trapping(Ink dry time)

Fig 9에서 100% 바이오바인더의 보수성이 가장 우수한 것으로 확인 되었으며 Fig 10 을 통해 Mottling level이 높지 않고 평이하다는 것을 알 수 있었다. 이것은 우수한 보수성이 도공층의 부동화를 촉진하여 Bulk한 도공층을 형성, 도공지의 평활성을 개선하여 얻어진 결과라고 사료되어진다.

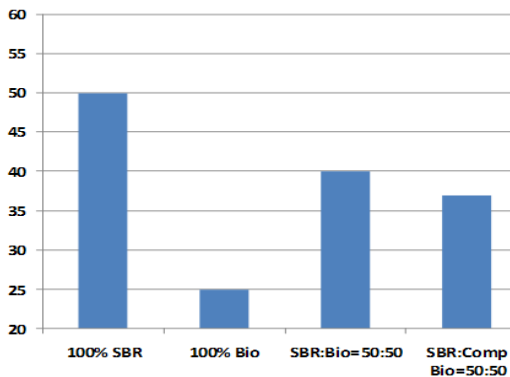


Fig. 9. Water retention of coating color

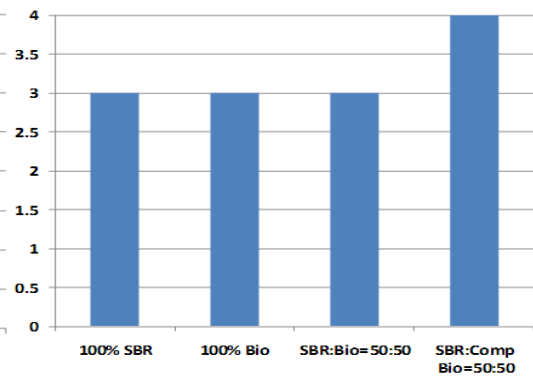


Fig. 10. Mottling level

4. 결 론

본 연구에서는 도공용 바인더로 사용되는 라텍스를 천연재료로 제조한 바이오바인더로 대체하여 도공액의 물성 및 도공지의 품질을 평가하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

Parameter	Biobinder 100%	Biobinder 50%	Biolatex 50%
Iso brightness	Same	Same	Lower
CIE bhiteness	Same	Same	Lower
Opacity	Better	Better +	Better
Thickness	Same	Same	Lower
Water retention	Better +	Better	Better
Dry pick	Slight less	Same	Same
Printing gloss	Same	Same	Same
Sheet gloss	Higher	Higher +	Higher
Roughness	Slight worse	Very slight worse	Slight worse
Mottling level	Same	Same	Worse
K & N	Better ++	Better	Better
Ink trapping (Ink dry Ttme)	Same	Same	Same

연구 결과에 따르면 도공액의 유동특성과 보수성이 양호한 것을 확인할 수 있었다. 또한 도공지의 광학적 특성과 인쇄적성이 우수하였다.

본 연구의 결과로 부터 기존의 도공용 바인더로 널리 사용되고 있는 SBR 라텍스를 천연 소재를 기반으로 하는 바이오바인더로 대체가 가능하다는 결론을 도출해낼 수 있었다. 우선 코팅 품질이 개선되었으며 Green technology로써 환경오염 문제를 줄일 수 있다. 또한 새로운 장치의 개량 없이도 사용이 용이하고, SBR 라텍스를 사용할 때 보다 많은 원가를 절감할 수 있을 것으로 사료된다.

더욱이 바이오바인더의 고형분 농도를 50% 까지 올릴 수 있기 때문에 Size press에서 사이즈액의 농도를 올릴 수 있으며, 더블코팅의 경우 Pre-coating에 사용되는 전분을 바이오바인더로 대체하여 도공액의 고형분 농도를 올릴 수 있다는 장점이 있다.

이러한 점을 종합해 볼때 바이오바인더를 SBR 라텍스의 50~100%까지 대체 할 수

있을 것으로 사료된다. 또한 바이오바인더는 친환경 천연소재를 기반으로 하기 때문에 지속적인 개발과 연구를 통하여 제지 산업에 있어서 원가절감 효과와 함께 지구온난화의 주범인 탄소 배출량(Carbon footprint)을 상당히 줄일 수 있는 중요한 기회가 될 수 있을 것으로 사료된다.

인용문헌

1. Bioembergen, S., McLennan, I. J., Lee, D.I. and van Leewen, J., “Paper binder performance with biobased nanoparticles. A starch-based biolatex can replace petroleum-based latex binders in papermaking”, Paper360°Cmagazine, p. 46-48, Sept.(2008)
2. Bioembergen, S., McLennan, I J., van Leewen, J. and Lee, D. I., “Ongoing developments in biolatex binder with a very low carbon footprint for paper and board manufacturing”, Appita p. 363-369(2010)
3. Klass, C. P., “Nanoparticle latex offers natural advantage”, Paper360°Cmagazine, p. 30-31, Jan.(2007)
4. UK Carbon Trust(2008)“Carbon Footprinting”