

VAE 에멀션의 배합 및 PVA 분자량이 잉크젯 용지의 품질에 미치는 영향

김선구¹, 이용규^{2†}

접수일(2022년 5월 9일), 수정일(2022년 6월 9일), 채택일(2022년 6월 10일)

Effect of Vinyl Acetate Ethylene Emulsion Formulation and Poly (vinyl alcohol) Molecular Weight on the Quality of Inkjet Paper

Sun-Goo Kim¹ and Yong-Kyu Lee^{2†}

Received May 9, 2022; Received in revised form June 9, 2022; Accepted June 10, 2022

ABSTRACT

The study aim was to evaluate the effect of mixing of a water-soluble polymer, poly (vinyl alcohol) (PVA), and an emulsion binder, vinyl acetate ethylene (VAE), on the properties of the coating color and to identify the factors affecting the design of the coating color formulation for inkjet paper. The test compositions of the coating color used PVA and VAE emulsion binders of different molecular weights, and the properties of the prepared coating color and coated paper were analyzed. As the mixing ratio of the VAE emulsion to PVA increased, the viscosity of the coating solution decreased, but when the mixing ratio was constant, the coating color using low-molecular weight PVA had low viscosity. As the VAE emulsion mixing ratio and PVA molecular weight increased, the contact angle of the coated papers increased, but the ink density of the coated paper decreased.

Keywords: Ink-jet paper, VAE emulsion, PVA(OH), rheology, paper properties

1 강원대학교 산림환경과학대학 제지공학과(Department of Paper Science & Engineering, College of Forest & Environmental Sciences, Kangwon National University), 학생

2 강원대학교 산림환경과학대학 제지공학과(Department of Paper Science & Engineering, College of Forest & Environmental Sciences, Kangwon National University), 교수

† 교신저자(Corresponding Author): E-mail: yklee@kangwon.ac.kr (Address: Department of Paper Science & Engineering, College of Forest & Environmental Sciences, Kangwon National University, Chuncheon, Republic of Korea)

1. 서론

IT 기술에 기반한 인터넷과 스마트폰의 보급 확대로 인해 선진국을 중심으로 전 세계의 인쇄, 필기 용지 수요가 정체되거나 감소하는 상황에 이르고 있다. 하지만 고속의 Roll to Roll 인쇄에 의한 잉크젯 용지의 소비는 점점 증가하고 있다. 이러한 경향은 온디맨드(on-demand) 인쇄의 잠재수요에 의한 것이고, 인쇄물의 재고를 줄이고 개인의 요구에 따라 맞춤형 콘텐츠를 제공함으로써 가능하게 되었다. 선전광고를 개인에게 제공되는 메일에 편입시키는 수법 등의 개발도 잉크젯 용지 소비시장의 성장을 이끄는 견인력이 되고 있다. 잉크젯 인쇄가 컴퓨터의 출력 수단으로서 뿐 아니라 산업용 프린터와 인쇄 산업용의 고품위 인쇄기로 그 역할을 담당하기에 이르렀기 때문이다. 산업기술의 발달로 화상정보 처리 능력이 개선되고 잉크젯 헤더의 기술 고도화 등이 얻어낸 결과이기도 하다.¹⁻⁵⁾

한편, 일반 오프셋용 인쇄용지에 비해 잉크젯 용지의 배합조성에 포함되는 안료인 실리카와 수성의 수용성 바인더인 Poly Vinyl Alcohol(PVA)가 주로 사용되는데, 점도가 높아 고속 도공에 적합하지 않은 단점이 있다.^{6,7)} 일반 오프셋용 도공액에 비해 그 점도가 상당히 높아 작업성 측면에서 불리한 조건을 가지고 있다. 이러한 불리한 조건은 고형분을 높이기 어렵고, 그에 따라 작업성 및 필요한 건조 에너지 소모량이 잉크젯 용지의 제조 단가를 높게 만드는 주요 원인이 된다. 잉크젯 용지의 수요 증가에 따라 오프셋 인쇄용지에 준하는 수준으로 잉크젯 용지의 가격 경쟁력 확보가 필요할 것으로 생각된다.⁸⁻¹²⁾ 유변 특성 개선에 따른 코팅 작업성의 개선을 통한 원가절감 통하여 개선된 작업성과 일정한 범위 내에서 도공액 배합 조성을 다양하게 변형하는 것이 가능하고, 이를 통해 보다 저렴한 재료 또는 작업성을 다소 저해하지만 인쇄품질 개선에 효과적인 재료 등을 다양하고 효과적으로 적용함으로써 잉크젯 용지의 등급에 따라 다양한 도공층의 설계가 가능할 것으로 기대된다.¹³⁾ 특히, 고속 도공 기술의 개발을 위해서는 수용성 바인더(PVA)를 대신할 새로운 바인더 조성에 대한 연구가 시급하며 작업성을 고려한 새로운 배합조성이 잉크젯 용지의 품질적인 요구특성을 만족할 수 있는가에 대한 다양한 검토도 함께 필요할 것으로 생각된다. 이러한 대안으로 적용될 수 있는 Vinyl Acetate Ethylene(VAE) 에멀션 바인더는 PVA와 유사

한 화학구조를 지니기 때문에 기능부여와 작업성 개선 측면에서 그 적용성이 높은 것으로 평가되고 있다.^{14,15)}

따라서 본 연구에서는 수용성 고분자(PVA)와 에멀션 바인더(VAE)의 혼용 시 도공액의 특성 변화를 이해하고 배합조성의 설계에 관련된 영향인자를 살펴보기 위한 목적으로 분자량이 각기 다른 종류의 PVA와 VAE 에멀션 바인더를 이용하여 배합조성을 설계하고 제조된 도공액과 도공지의 물성을 분석함으로써 고속 도공용 잉크젯 용지 제조와 배합조성 설계에 관련하여 기초연구를 수행하였다.

2. 재료 및 방법

2.1 공시재료

2.1.1 도공원지

본 연구에 사용된 원지는 국내 H사의 평량 80 g/m²의 백상지를 사용하였으며 그 물성은 Table 1에 나타내었다.

2.1.2 안료

본 연구에서는 Table 2과 같은 실리카를 안료(pigment)로 사용하였다.

2.1.3 바인더

본 연구에서 합성 바인더와 수용성 바인더를 각각 또는 혼용하여 배합 조성에 이용하였다. 합성 바인더로는 VAE 에멀션 바인더를 이용하였으며 수용성 바인더로는 중합도가 각기 다른 4종류의 PVA(OH)를 이용하였다.

Table 1. Properties of base paper

Grammage (g/m ²)	80
Thickness (μm)	100
Opacity (%)	99
Brightness (%)	89

Table 2. Properties of the pigment

	Particle size (μm)	Oil Abs. (mL/100 g)	Surface ares (m ² /g)	Pore volume (mL/g)
Silica*	3.5	300	310	1.6

* Silica: Gel type silica

각각의 물성은 Table 3와 Table 4에 나타내었다.

Table 3. Properties of the VAE synthetic binder

	Particle size (nm)	Viscosity (mPa·s) ^{***}	Tg (°C)	Zeta potential (mV) ^{****}
VAE ^{**}	170	474	8.1	-43.3

^{**} VAE: vinyl acetate-ethylene (VAE) emulsion binder
^{***} Viscosity (mPa·s): tested by w/w 50% emulsion
^{****} Zeta potential (mV): tested by w/w 1% emulsion

Table 4. Properties of the PVA water-soluble binders

	Molecular weight (Mw)	Degree of saponification (mol)
PVA-A	22,000	86-88
PVA-B	44,000	86-88
PVA-C	66,000	86-89
PVA-D	88,000	88-89

Table 5. Coating color formulations to evaluating the effects of different molecular weight PVA and VAE mixing ratio (1) (unit: pph)

		22,000		44,000	
Pigments	Silica	100			
	PVA-A	20	10	-	-
Binders	PVA-B	-	-	20	10
	PVA-C	-	-	-	-
	PVA-D	-	-	-	-
	VAE	-	10	-	10
Dispersant	0.3				
Total solids content (wt %)	15				

Table 6. Coating color formulations to evaluating the effects of different molecular weight PVA and VAE mixing ratio (2) (unit: pph)

		66,000		88,000		VAE
Pigments	Silica	100				
	PVA-A	-	-	-	-	-
Binders	PVA-B	-	-	-	-	-
	PVA-C	20	10	-	-	-
	PVA-D	-	-	20	10	-
	VAE	-	10	-	10	20
Dispersant	0.3					
Total solids content (wt %)	15					

2.1.4 기타 첨가제

본 연구에서는 기타 첨가제로 분자량 약 7,000의 분산제(sodium polyacrlate, WTY-117, CW-TECH, Korea)를 이용하였다.

2.2 실험방법

2.2.1 도공액 제조

수용성 바인더인 PVA(OH)와 VAE 에멀션 바인더의 혼용에 따른 영향을 검토하고자 20 parts 범위에서 분자량이 다른 4종의 PVA(OH)에 VAE 에멀션 바인더의 배합비를 각각 변화시켜 Table 5와 Table 6에 나타난 바와 같이 코팅액을 제조하였다. 안료는 실리카 100 parts, 분산제의 첨가량은 0.3 parts로 고정하였고 코팅액의 고형분 농도는 15%(w/w)가 되도록 배합 조성을 설계하였다.

2.2.2 도공액의 물성 측정

저전단 점도는 DV-II viscometer(Brookfield, USA)

를 이용하여 60 rpm 조건으로 측정하였다. 또한 모세관 타입의 고전단 점도계(AX-100, ACA systems Oy, Finland)를 이용하여 도공액의 점도를 측정하였다. 도공액의 유변특성을 비교하기 위해 레오미터(TA Instrument Co., Ltd., USA)를 이용하였다. 레올로지 특성의 평가는 점탄성 측정(viscoelastic property)을 실시하였다. 점탄성 측정은 변형률 1%에서 주파수 0.1-100 (rad/s)의 범위에서 주파수 의존성을 측정하였다. 도공액 분산계의 상호 작용을 확인해 보기 위해 코팅액의 고형분 농도를 1%로 희석하고 pH 8.5에서 제타 전위 측정기(Zeta sizer, Malvern pananalytical Ltd., UK)로 제타 포텐셜을 측정하였다.

2.2.3 도공지 제조

도공지는 실험실용 반자동 코터(K-control, RK Print Coat Instrument Co. Ltd., UK)를 사용하여 제조하였다. 코팅층의 코팅량은 편면 $10 \pm 1 \text{ g/cm}^2$ 으로 조절하였다. 코팅액을 도포한 원지는 열풍건조기(YJ-8600D, Yujin Electronics, S. Korea)에서 105°C , 25초의 조건으로 건조하였다.

2.2.4 도공지의 물성과 인쇄적성 평가

도공지의 거칠음도는 Parker Print Surf(L&W Co. Ltd., Sweden), 백색도와 불투명도는 Elrepho 3300(Datacolor International, USA)을 이용하여 측정하였다. 투기도(Air permeability)는 TAPPI method(T251)에 준하여 Permeability tester(Frank-PTI GmbH, Germany)를 이용하여 측정하였다. 물의 접촉각은 접촉각 측정기(Goniometer PG-3 Matsubo Corporation, Japan)을 이용하여, 부피 $3 \mu\text{l}$ 의 증류수를 한 방울 떨어뜨린 시점에서 1초가 경과된 후의 접촉각을 측정하여 평가하였다. 인쇄 품질의 평가를 위해 잉크젯 프린터(HP Officejet Pro 8100, HP Korea)를 이용하여 일정면적(가로×세로: $20 \text{ mm} \times 50 \text{ mm}$)에 그라데이션 스케일(gradation scale) 100%로 1가지 종류의 색(black)으로 인쇄하였고, 잉크농도 측정기(Gretag Limited, CH-8105 Regensdorf, Switzerland)를 이용하여 인쇄 화상에 대한 인쇄적성(ink density)을 평가하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 도공액의 저전단 점도와 고전단 점도

3.1.1 도공액의 저전단 점도

Tables 3과 4의 분자량이 다른 4종류의 PVA와 VAE 에멀션 바인더를 이용하여 Tables 5와 6의 배합에 의해 제조한 도공액의 저전단 점도 결과를 Fig. 1에 나타내었다. 분자량이 높아짐에 따라 동일 배합조성에서 도공액의 점도가 높은 결과를 나타내었다. PVA의 모든 분자량에 VAE 에멀션의 배합비율이 증가함에 따른 도공액의 저전단 점도는 감소하였다.

물에 분산된 형태인 VAE 에멀션 바인더와 폴리머 수용액인 PVA는 구조적인 차이로 인해 실리카와 혼합된 상태에서 안료와 바인더 간에 서로 다른 상호작용기구를 형성하며 바인더의 배합비율에 따라 전단속도의 증가에 따른 내부응력 발생에도 상이한 결과를 나타내는 것으로 생각되었다.

3.1.2 도공액의 고전단 점도

PVA의 분자량에 따른 배합 조성으로 제조한 도공액의 고전단 점도 결과를 Fig. 2에 나타내었고, 분자량이 66,000인 PVA-C와 VAE의 배합비가 증가한 조성으로 제조한 도공액의 고전단 점도 결과를 Fig. 3에 나타내었다. PVA 분자량이 높을수록 분자량이 낮은 PVA에 의해 제조된 도공액보다 동일 배합 조성에서 도공액의 고전단 점도가 높은 결과를 나타내었고, 이는 VAE를 배합했을 시에도 같은 결과를 나타내었다. 모든 분자량의 PVA에 VAE 에멀션의 배합 비율이 증가했을 시 도공액의 고전

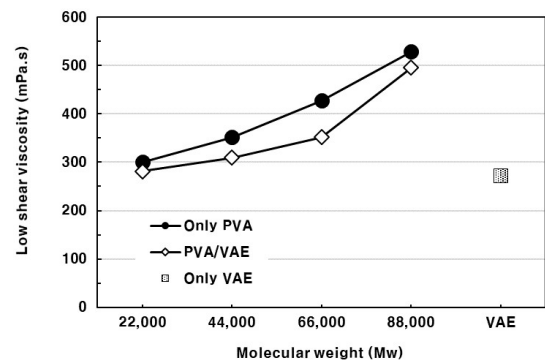


Fig. 1. Effect of different molecular weight PVA and VAE mixing ratio on the low shear viscosity of coating colors.

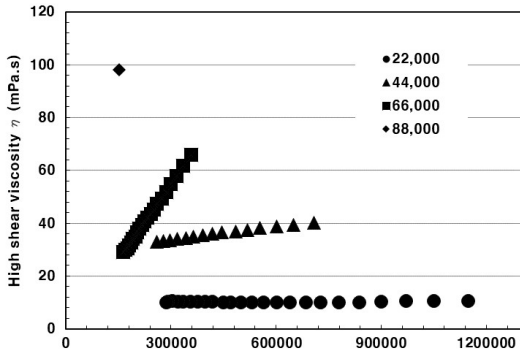


Fig. 2. Effect of different molecular weight PVA on the high shear viscosity of coating colors.

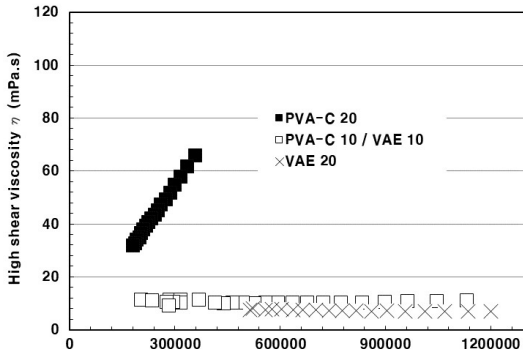


Fig. 3. Effect of PVA-C and VAE mixing ratio on the high shear viscosity of coating colors.

단 점도는 감소하는 경향을 보였다.

배합 조성에서 PVA의 중량비는 PVA 모두 동일하지만 분자량이 낮은 PVA의 경우는 단위 체적당 폴리머 사슬의 개수가 분자량이 높은 PVA의 경우보다 많아 안료와 안료 사이를 연결하는 흡착점이 더 많이 존재할 수 있으므로 높은 분자량의 PVA를 사용한 배합보다 탄성적인 성질을 보일 수 있지만 외력에 쉽게 파괴되는 연응집 구조를 갖는 것으로 생각된다.

이런 차이로 고전단 점도의 결과를 살펴보면 PVA의 분자량이 커질수록 전단 속도가 증가함에 따라 점도가 증가하는 전단 속도 점조화 유동을 나타내는 것을 알 수 있었다. VAE 에멀션 바인더와 폴리머 수용액인 PVA는 구조적인 차이로 인해 실리카와 혼합된 상태에서 다른 유동 거동을 보이는 것으로 사료된다. 수용성 고분자가 수분산계에서 보이는 유동 특성과 표면전하를 지니고 있는

콜로이드 입자인 에멀션 바인더의 유동 특성이 배합비에 따라 코팅액 내에서 상이한 상호작용기구를 형성하며 바인더의 배합 비율에 따라 전단 속도의 증가에 따른 내부 응력 발생에도 다른 결과를 나타내는 것으로 생각된다.

3.2 도공액의 점탄성 특성과 제타 전위

분자량이 각기 다른 PVA를 이용하여 Tables 4와 5의 배합으로 제조한 도공액의 저장탄성을 측정 결과를 Fig. 4에 나타내었다. 저장탄성은 탄성에 의해 손실 없이 저장되는 에너지를 의미한다. 분자량이 증가함에 따라 탄성적 성질이 모두 증가하는 경향을 보였다. 또한 각기 분자량의 PVA에 VAE 에멀션을 배합한 도공액의 경우 역시 분자량이 큰 PVA를 사용한 경우 보다 탄성적인 성질이 증가하는 결과를 보였다. 이는 분자량이 큰 PVA의 경우는 단위 체적당 폴리머 사슬의 개수가 분자량이 작은 PVA의 경우보다 적고 안료와 안료 사이를 연결하는 흡착점이 상대적으로 적을 수 있지만 분자 사슬이 길어서 다수의 안료와 안료가 연결된 가교 형태의 응집구조를 형성해서 쉽게 파괴되지 않는 구조를 갖는 것으로 사료된다.

PVA와 VAE 에멀션 바인더의 혼합비율을 다르게 하여 제조된 도공액의 점탄성 특성을 측정한 결과를 Fig. 5에 나타내었다. 분자량에 관계없이 합성 바인더인 VAE 에멀션의 배합비가 증가할수록 전 주파수 영역에 걸쳐 탄성적 성질이 우수해지는 결과를 나타내었다. 사용된 합성 바인더인 VAE 에멀션 바인더가 선형인 PVA보다 구형이고 상대적으로 바인더 자체의 탄성적인 성질이 우수한 것이 주된 영향인자로 생각된다.¹²⁾ 또한 이를 통해 도

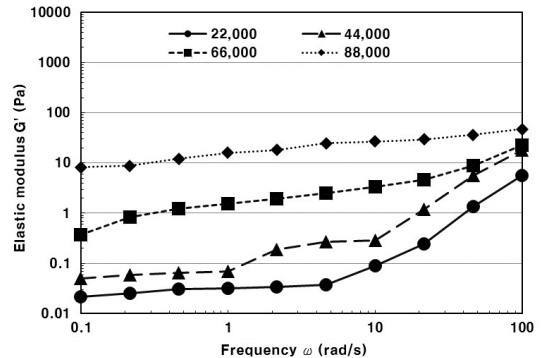


Fig. 4. Effect of different molecular weight PVA on the viscoelastic property of coating colors.

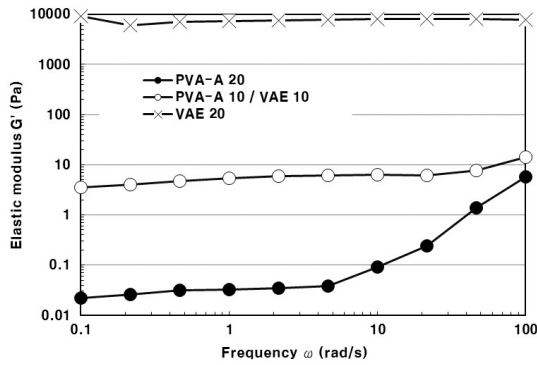


Fig. 5. Effect of PVA-A and VAE mixing ratio on the viscoelastic property of coating colors.

공액 내 안료와 바인더 간의 패키징구조가 서로 다른 형태를 갖게 되며 바인더 배합 조성에 따라 각각 다른 점탄성 거동을 나타내는 것을 알 수 있었다.

코팅액 내 분산제의 상호작용을 확인해 보고자 제타 포텐셜을 측정할 결과를 Fig. 6에 나타내었다. 분자량이 작

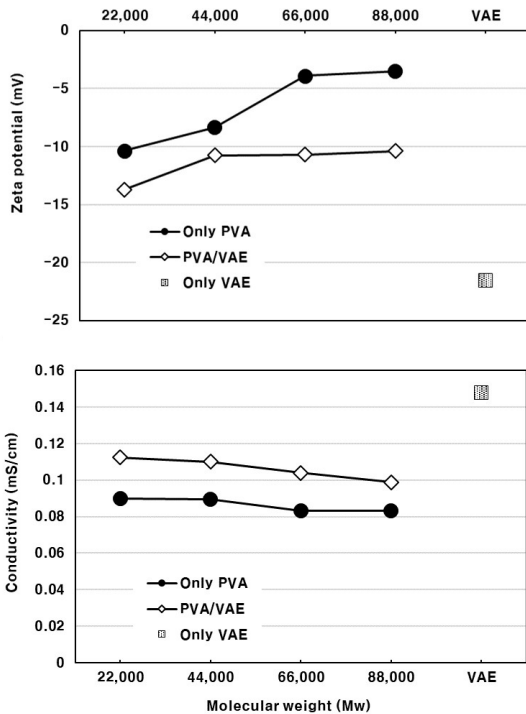


Fig. 6. Effect of different molecular weight PVA and VAE mixing ratio on the zeta potential and conductivity of solid content 1% coating colors.

은 PVA를 사용한 도공액이 분자량이 큰 PVA에 의해 제조된 도공액보다 동일 배합 조성에서 도공액의 제타 전위가 더 낮은 결과를 나타내었고 분자량에 관계 없이 VAE 에멀션의 배합 비율이 증가함에 따라 도공액의 제타 전위는 낮아지는 경향을 보였다. 이는 PVA의 분자량에 따라 안료와 안료 간을 연결하는 비표면적의 차이가 이와 같은 결과를 나타낸 것으로 생각된다. 또한 물에 분산된 형태인 VAE 에멀션 바인더와 폴리머 수용액인 PVA는 구조적인 차이와 화학적 차이로 인해 실리카와 혼합된 상태에서 안료와 바인더 간에 서로 다른 상호작용기구를 형성하며 바인더의 배합 비율에 따라 분산제 내에서 다른 특성을 나타내는 것으로 사료된다.

3.3 도공지의 물성 평가

3.3.1 백색도 및 불투명도

9 종류의 잉크젯용 도공지 샘플에 대한 백색도와 불투명도 결과를 각각 Figs. 7과 8에 나타내었다. 도공지의 백색도는 안료로 사용된 실리카의 자체 백색도에 의해 주로 영향하고 바인더의 종류와 배합비율에 의한 효과는 적어 모든 도공지 샘플이 거의 유사한 값을 나타내었다. 불투명도의 경우는 도공층의 공극구조에 의해 주로 영향하는 것으로 알려져 있으며 모든 도공지 샘플이 거의 유사한 값을 나타내었다. 바인더의 배합조성의 차에 따른 영향은 미미한 것으로 생각되었다.

3.3.2 거칠음도와 투기도

PVA(OH)와 VAE 에멀션 바인더의 혼합비율을 다르게

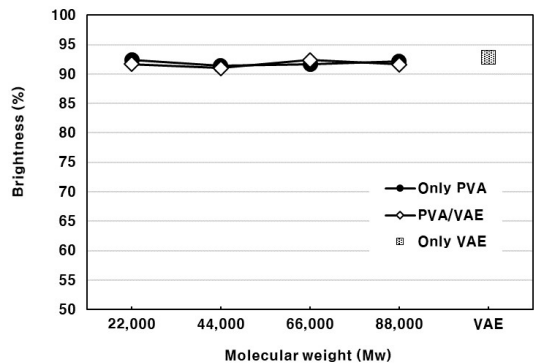


Fig. 7. Effect of different molecular weight PVA and VAE mixing ratio on the brightness of coated papers.

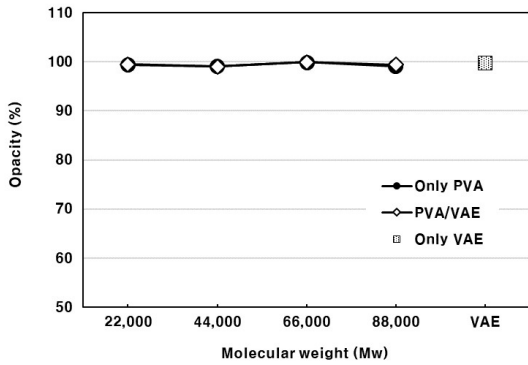


Fig. 8. Effect of different molecular weight PVA and VAE mixing ratio on the opacity of coated papers.

하여 제조된 9 종류의 도공지 샘플 표면에 대한 거칠음도의 측정결과를 Fig. 9에 나타내었다. Tables 5와 6의 배합조성 모두 VAE 에멀션 바인더의 배합비가 증가함에 따라 도공지 표면의 거칠음도가 증가하는 경향을 나타내었다. 분자량이 낮은 PVA보다는 상대적으로 분자량이 높은 PVA를 이용한 경우가 동일한 배합조성에서 도공지의 거칠음도가 높은 것으로 나타났다. 이는 수용성 고분자의 상이한 분자량으로 인해 도공액의 유동성에 차이가 존재하고 원지위에 도포된 도공액이 건조되기 전까지의 과정에서 분자량이 높은 PVA를 이용한 도공액의 경우 레벨링 효과가 덜하기 때문에 일어난 현상으로 판단되었다. 선형 구조를 갖는 수용성 고분자(PVA)는 건조에 의해 표면이 평활한 필름형태의 구조를 형성하기 용이하지만 물에 분산된 에멀션 폴리머(VAE)는 연속필름을 형성하

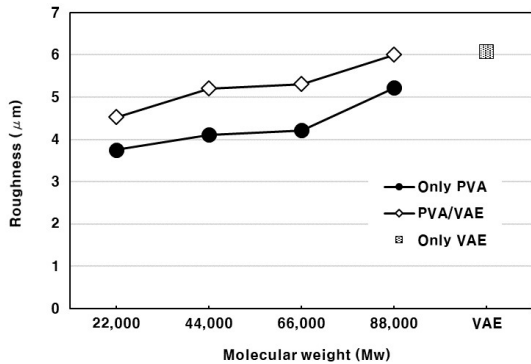


Fig. 9. Effect of different molecular weight PVA and VAE mixing ratio on the roughness of coated papers.

기 어렵다. 또한 안료와 안료 사이에 존재하므로 점점에 의한 바인딩 효과를 나타내는데, VAE의 배합비가 증가함에 따라 도공지 표면의 거칠음도가 증가하는 이유로 생각되었다. 또한 수용성 고분자와 달리 에멀션 폴리머는 건조 과정에서 바인더에 의한 코팅층의 수축현상이 상대적으로 불규칙하게 발생하기 쉽기 때문에 VAE의 첨가비율이 증가함에 따라 도공층의 표면 거칠음도가 증가하는 데 영향을 미친 것으로 생각되었다.

도공지 샘플에 대한 투기도 결과를 Fig. 10에 나타내었다. 수용성 바인더에 비해 연속필름을 형성하기 어렵고 안료 사이에서 점점 형성에 의해 바인딩 효과를 나타내는 에멀션 바인더의 경우, 그 배합비율이 증가함에 따라 열린 형태의 공극을 갖는 도공층을 형성하기 용이하기 때문에 투기도가 증가하는 것으로 생각되었다. PVA의 분자량에 따른 비교에서는 분자량이 큰 PVA를 이용한 경우가 분자량이 낮은 PVA를 사용한 도공배합에 비해 상대적으로 연속필름의 형성이 용이하고 공극이 존재하기 어렵기 때문에 도공층의 투기저항성이 높은 값을 나타내는 것으로 분석되었다.

3.3.3 표면 접촉각

Tables 5와 6의 배합조성을 이용하여 제조된 도공지 샘플 표면에 대한 물방울의 접촉각 측정 결과를 Fig. 11에 나타내었다. PVA의 분자량에 관계없이 VAE 에멀션의 배합비율이 증가함에 따라 도공지 샘플 표면에 대한 물방울의 접촉각은 증가하는 결과를 나타내었다. VAE 에멀션 바인더는 화학적으로 카르복실기를 갖고 있으며 스타이렌계 바인더에 비해 친수성의 성질을 나타내는 것

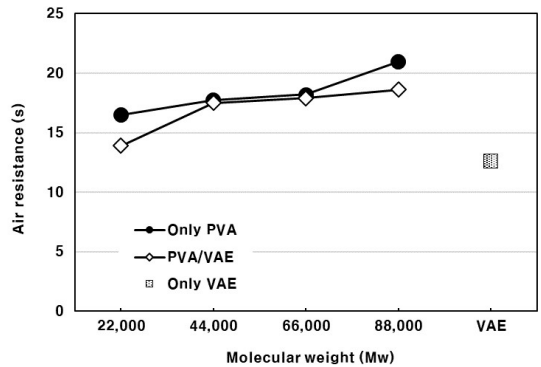


Fig. 10. Effect of different molecular weight PVA and VAE mixing ratio on the air permeability of coated papers.

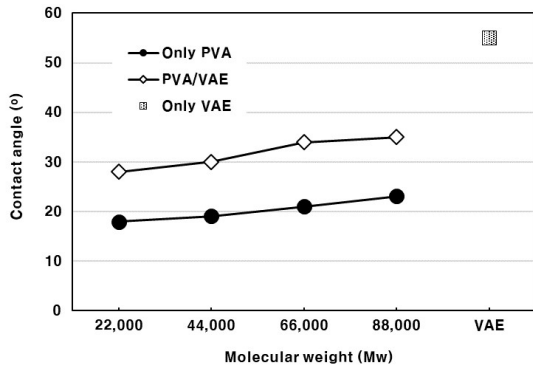


Fig. 11. Effect of different molecular weight PVA and VAE mixing ratio on the contact angle of coated papers after 1 s.

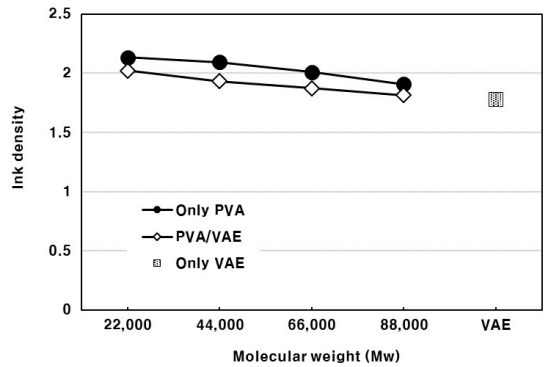


Fig. 12. Effect of different molecular weight PVA and VAE mixing ratio on the ink density of coated papers.

으로 알려져 있지만 PVA보다 친수성의 성질이 적고 건조필름을 형성했을 때 수분을 흡수하는 성질이 낮기 때문에 바인더로서 배합비율이 증가함에 따라 도공층 표면의 초기 접촉각이 증가하는 것으로 판단되었다.

PVA의 분자량의 차이에 따른 비교에서는 분자량이 높은 PVA를 이용하여 제조한 도공지 샘플이 분자량이 낮은 PVA를 이용한 경우보다 동일 배합조성에서 접촉각이 높은 결과를 나타내었다. 동일 배합조성에서 도공지 샘플의 투기도 수치를 비교해 보면 투기도 값은 분자량이 큰 PVA를 이용한 도공지가 높은 수치를 나타내었다. 이러한 결과를 통해 물방울의 흡수력은 투기도와 밀접히 관련되어 있음을 확인할 수 있었다. 이러한 차이가 인쇄적성의 결과에도 영향을 미친 것으로 생각되었다.

3.3.4 인쇄적성

제조된 도공지 샘플에 대해 잉크젯 프린터를 이용하여 2.2.4항에서 설명한 방법으로 인쇄 후 얻어진 인쇄물 표면의 잉크농도의 측정결과를 Figs. 12에 나타내었다. 실험에 사용된 잉크젯 프린터는 black은 안료잉크로 확인되었다. 안료잉크의 색재로는 주로 카본블랙이 이용되는데, 잉크헤드의 노즐에서 토출된 잉크 중의 색재성분(카본블랙)이 캐리어(carrier)에 해당하는 물·분산제 등과 함께 쉽게 이동되기 보다는 수용층(도공층) 표면에 고착이 용이한 특성을 나타내는 것으로 알려져 있다.

PVA(OH)의 분자량에 관계없이 배합조성 내에서 VAE 에멀션 바인더의 배합비가 증가할수록 인쇄물의 잉크농도는 감소하는 경향을 나타냈다. PVA(OH)와 비교해서

VAE 자체는 건조필름을 형성하였을 때 상대적으로 잉크(수분)를 받아들여 색재를 정착시키는 능력이 부족하기 때문에 배합조성 내에 VAE의 첨가량이 증가할수록 인쇄면에 색재의 분포가 불균일해지고 잉크 농도가 감소하는 결과를 나타낸 것으로 판단되었다. 이와 같은 경향은 물방울의 흡수특성을 나타낸 Fig. 11의 접촉각 측정결과를 잘 반영하는 것을 알 수 있었다.

배합조성 내에서 수용성 폴리머의 분자량의 차이가 잉크젯 코팅지의 인쇄적성에 미치는 영향을 살펴보면 다음과 같다. 동일 배합조성에서 도공지 샘플의 인쇄결과를 비교해 보면, 분자량이 낮은 PVA를 사용한 경우가 상대적으로 분자량이 높은 PVA를 사용한 도공지에 비해 높은 잉크농도를 나타내었다. 색상에 따라 다소 차이는 있지만 그 경향은 유사한 것을 확인하였다.

4. 결론

본 연구에서는 잉크젯 도공지 제조 시 주로 사용되는 바인더인 PVA와 VAE 에멀션 바인더의 배합조성의 차이가 도공액의 유변 특성과 도공지의 물성에 어떠한 영향을 미치는지 살펴보았다. 또한 수용성 고분자(PVA)의 분자량의 차이에 따른 영향도 살펴보았으며 다음과 같은 결과를 얻었다.

- 1) 바인더 조성으로 PVA와 VAE 에멀션 바인더를 혼용한 경우에 VAE 에멀션의 배합비가 증가할수록 도공액의 점도는 감소하였다. PVA와 VAE 에멀션 바인

더의 배합비율이 일정할 경우는 수용성 바인더로서 분자량이 낮은 PVA를 이용한 도공액이 낮은 점도를 나타내었다.

- 2) 분자량이 큰 PVA를 사용한 코팅액의 경우, 분자량이 작은 PVA를 사용한 경우 보다 탄성적인 성질을 갖는 결과를 보였다. 그리고 분자량이 각기 다른 PVA를 배합한 배합비 모두 VAE 에멀션 배합비가 증가할수록 점탄성적인 성질 증가하는 경향을 나타내었다.
- 3) 바인더 조성으로 PVA와 VAE 에멀션 바인더를 혼용한 경우 VAE 에멀션의 배합비가 증가할수록 코팅액의 고전단 점도는 감소하였다. PVA와 VAE 에멀션 바인더의 배합 비율이 일정할 경우는 수용성 바인더로서 분자량이 작은 PVA를 이용한 도공액이 낮은 점도를 나타내었다.
- 4) 도공지의 거칠음도는 수용성 바인더보다 VAE 에멀션 바인더의 배합비가 증가할수록 거칠어지는 경향을 나타내었다. 잉크젯 도공지의 백색도와 불투명도에 있어서 바인더의 배합조성의 영향은 적은 것으로 나타났다.
- 5) 도공층 표면의 물방울에 대한 접촉각은 수용성 바인더(PVA)보다는 에멀션 바인더(VAE)의 배합비가 증가할수록, 수용성 바인더(PVA)의 분자량이 높은 것을 사용할수록 증가하는 경향을 나타냈다. 한편, 도공지 샘플의 잉크농도는 VAE 에멀션의 배합비가 증가할수록, 수용성 바인더(PVA)의 분자량이 높은 것을 사용할수록 감소하는 경향을 나타내었다.

사 사

본 연구는 2020년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임(No. NRF-2020R1I1A3A04037788). 캐필러리형 고전단 점도계의 사용이 가능하도록 도움을 주신 삼보과학(주) 김원경 대표님께 깊은 감사의 말씀을 드립니다.

Literature Cited

1. McFadden, M. G. and Donigian, D. W., Effect of coating structure and optics on inkjet printability, 1999 TAPPI Coating Conference pp. 169-177 (1999).
2. Misawa, E. and Nutbeem C., Recent trends in coating pigment use and formulation practice in asia and western Markets, Journal of Japan TAPPI 67(9):977-986 (2013).
3. Morita, N., Ueki, H., and Motosugi U., Paper and ink technology applied for high-speed inkjet production printing, Journal of Japan TAPPI 71(6):83-88 (2017).
4. Gu, B. H., Kim, C. S., Jeong, K. M., Won, J. M., and Lee, Y. K., Study on the high solid coating and energy saving by viscoelastic modifier, Journal of Korea TAPPI 49(5):34-41 (2017).
5. Giuliano, M., Laudone, G., Matthews, G. P., and Gane, P. A. C., Observation of shrinkage during evaporative drying of water-based paper coating, Industrial & Engineering Chemistry Research 43(3):712-719 (2004).
6. Lyne, M. B. and Aspler, J. S., Paper for ink jet printing, TAPPI Journal 68(5):106-110 (1985).
7. Lee, K. Y., Kim, S. G., Won, J. M., and Kim, Y. H., Application technology of environmental-friendly starch-based biobinder and synthesized binder in order to substitute SB latex for paper coating (I): Application of substitute binder for pre-coating layer, Journal of Korea TAPPI 47(5):134-140 (2015).
8. Kim, S. G., Jeong, K. M., Won, J. M., Choi, Y. H., and Lee, Y. K., Influence of vinyl acetate-ethylene (VAE) Emulsion application on the properties of double coated paper (I) - Evaluation of applicability for pre-coating layer -, Journal of Korea TAPPI 49(6):66-72 (2017).
9. Jeong, K. M., Kim, S. G., Won, J. M., and Lee, Y. K., Rheological property of the high solid coating color (II) - Evaluation of the interaction mechanism using rheometer -,

- Journal of Korea TAPPI 50(5):132-140 (2018).
10. Kim, S. G., Jeong, K. M., Won, J. M., Choi, Y. H., and Lee, Y. K., Influence of vinyl acetate-ethylene (VAE) emulsion application on the properties of double coated paper (II) - change of properties of coated paper by binder blending ratio -, Journal of Korea TAPPI 50 (1):19-25 (2018).
 11. Lee, H. M., Kim, C. K., and Lee, Y. K., Influence of the type and blending ratio of binders on ink-jet printing properties, Journal of Korea TAPPI 34(2):22-31 (2002).
 12. Kim, S. G., Jeong, K. M., and Lee, Y. K., Effective use of binder composition in functional coating (I) - Flow characteristics of coating dispersion and properties of coated paper, Journal of Korea TAPPI 52(4):52-62 (2020).
 13. Kim, S. G., Yang, S. Y., Jeong, K. M., Won, J. M., and Lee, Y. K., Rheological property of the high solid coating color (I) - Interaction between VAE emulsion binder and other ingredients -, Journal of Korea TAPPI 50(5): 123-131 (2018).
 14. Kim, S. G., Jeong, K. M., and Lee, Y. K., Basic study on manufacturing ink-jet paper for high speed coating (I): Composition of binder and properties of ink-jet paper, Journal of Korea TAPPI 52(6):140-148 (2020).
 15. Kim, S. G. and Lee, Y. G., Basic study on manufacturing of inkjet paper by high-speed coating (II) - Effects of binder composition on rheological property of inkjet coating colors -, Journal of Korea TAPPI 53(5):115-121 (2021).