

DTP 안료 잉크용 고분자 바인더의 Self-crosslinking 공단량체 조성 최적화 연구

Optimization of Self-crosslinking Comonomer Composition of Polymer Binder for DTP Pigment Ink

*Corresponding author

Euigyung Jeong
(wolfpack@knu.ac.kr)

한민우, 권 응, 박성민, 정의경*

경북대학교 섬유시스템공학과

Minwoo Han, Woong Kwon, Seongmin Park, and Euigyung Jeong*

Department of Textile System Engineering, Kyungpook National University, Daegu, Korea

Received_March 03, 2020
Revised_March 09, 2020
Accepted_March 24, 2020

Textile Coloration and Finishing

TCF 32-1/2020-3/19-26

© 2020 The Korean Society of
Dyers and Finishers

Abstract The previous study reported that the quaternary copolymer of MMA, BA, MAA, and NEA was expected to be a good monomer composition for a binder polymer with good rubbing fastness for digital textile printing (DTP) pigment ink. However, the rubbing fastness of the dyed fabric with the quaternary copolymer binder containing pigment ink is not enough to be commercially used. Therefore, this study aims to optimize MMA:BA:MAA:NEA composition for improved rubbing fastness. And the binder polymer with various MMA:BA:MAA:NEA compositions were synthesized using miniemulsion polymerization. The particle size, viscosity, molecular weight, and Tg of the synthesized binder were evaluated. And the color strength and rubbing fastness of the black pigment ink dyed cotton fabrics with the prepared binders were also evaluated. Then, the stiffness of undyed and dyed cotton fabrics were evaluated to investigate the changes in touch as the binder structure changes.

Keywords miniemulsion polymerization, binder, pigment ink, rubbing fastness, stiffness of clothes

1. 서 론

염색 공정은 섬유 패션 산업에서 섬유 제품에 가치를 부가해 주는 기초적인 공정이지만 많은 양의 공업 폐수가 발생하고 높은 열 에너지를 사용하여 환경 오염이 심한 산업이다¹⁾. Digital Textile Printing(DTP)은 이러한 환경적인 문제를 해결함과 동시에 빠른 프린팅 속도, 빠른 전환율을 제공하여 소비자 맞춤형 시장에 큰 영향을 미칠 수 있는 기술로 현재 많은 연구가 진행되고 있다¹⁻³⁾.

DTP에 사용되는 잉크는 크게 염료 타입과 안료 타입으로 나뉘어지는데, 안료 타입의 경우 프린팅 전 직물에 대한 전처리 가 요구되지 않으며, 염료 타입의 프린팅 공정에 필요한 스템

및 수세 공정 없이 프린팅된 직물에 간단한 열처리만 진행하여 최종 제품을 얻을 수 있으므로 일반적인 염색 공정에 비해 물이나 에너지를 절약할 수 있는 친환경적인 방법이다^{3,4)}. 하지만 안료는 섬유고분자 내부에 침투하여 염착되는 염료와는 다르게 안료 자체가 불용성을 지니고 있고, 섬유에 대한 친화력이 부족하여 섬유 고분자의 표면에만 흡착되므로 안료를 섬유 표면에 고정시키기 위하여 고분자 바인더와 같은 보조제를 필요로 한다^{5,6)}.

안료 잉크의 고분자 바인더에는 부타디엔⁷⁾, 스티렌⁸⁾, 아크릴계⁹⁾ 및 우레탄계¹⁰⁾ 단량체 등이 사용되며 DTP에 적용하기 위해서는 바인더의 입자 크기, 점도, 안정성, 분자량 등과 같은 요구 조건을 만족하여야 프린팅이 가능하고, 프린팅 후 최종 제품에 대한 견뢰도나 촉감과 같은 특성들도 만족하여야 한다¹¹⁾.

일반적으로는 아크릴계 단량체 중 높은 유리전이온도를 가져 경도를 부여할 수 있는 단량체인 메틸 메타크릴레이트(MMA)와 낮은 유리전이온도를 가져 유연성을 부여할 수 있는 단량체인 부틸 아크릴레이트(BA)가 많이 사용되고, 최근에는 안료 잉크로 프린팅된 제품의 낮은 마찰 견뢰도를 향상시키기 위하여 메타크릴산(MAA), N-하이드록시에틸 아크릴아마이드(NEA)와 같은 Self-crosslinking 단량체를 미니 유화 중합법으로 공중합하여 마찰 견뢰도 향상과 입자크기 및 점도 등을 감소시키는 연구가 보고되고 있다¹¹⁻¹³⁾.

보고된 선행 연구에 의하면 MMA, BA, MAA, NEA의 3원 또는 4원 공중합체 형태로 미니 유화 중합 시 공중합체 조성에 따라 바인더 고분자의 전환율, 유리전이온도, 입자 크기 등이 달라진다¹¹⁻¹³⁾. 또한, 일반적으로 마찰 견뢰도가 가장 낮은 색상인 Black 안료 분산체에 적용하여 침지하는 형태로 섬유에 적용 시 마찰 견뢰도의 등급도 달라지는 것으로 보고된 바 있다¹¹⁻¹³⁾. 3원 공중합체보다는 4원 공중합체의 마찰 견뢰도가 더 높게 나타나고 같은 4원 공중합체 바인더라고 하더라도 MMA:BA:MAA:NEA 질량비가 3.9:15.6:0.25:0.25인 것보다 MMA:BA:MAA:NEA 질량비가 2.5:17:0.25:0.25인 것이 4가지 색상에 대하여 모두 2등급 이상으로 가장 높은 마찰 견뢰도를 나타내었다^{12,13)}.

하지만 실제 DTP로 출력된 직물이 실용화되기 위해서는 최소 3등급의 마찰 견뢰도가 요구되고 같은 공단량체들이 사용된 4원 공중합체 바인더라고 하더라도 공단량체 조성에 따라 마찰 견뢰도가 높거나 낮을 수 있으므로 공중합체의 조성을 최적화하면 마찰 견뢰도가 우수한 고분자 바인더를 얻을 수 있을 것으로 기대된다.

따라서 본 연구에서는 선행연구에서 보고된 MMA, BA, MA A, NEA 공단량체들을 사용하여 DTP 안료 잉크용 고분자 바인더의 Self-crosslinking 공단량체 조성을 최적화하여 마찰 견뢰도를 개선하고자 하였다. 특히, MMA, BA, MAA, NEA의 4 가지 공단량체 중 MMA와 BA의 질량비는 고정하고 Self-crosslinking 단량체인 MAA 와 NEA의 질량비에 변화를 주어 합성한 바인더의 기초 물성과 Black 색상 안료 분산체에 적용한 안료 잉크가 면섬유에 침지 되었을 때의 마찰 견뢰도를 평가하였다. 또한, 미염색 면섬유와 염색 면섬유의 강연도를 비교하여 섬유의 유연성 변화를 평가하고 이를 이용하여 촉감의 변화를 간접적으로 평가하고자 하였다.

2. 실험

2.1 시료 및 시약

본 연구에서는 MMA(Methyl methacrylate, DUKSAN, Korea), BA(Butyl acrylate, Daejung Chem., Korea), MAA(Methacrylic acid, Daejung Chem., Korea), NEA(N-ethylol acrylamide, Sigma Aldrich, USA)를 바인더 고분자의 단량체로 사용하였고, 계면활성제로 음이온 계면활성제인 SDS(Sodium dodecyl sulfate, DUKSAN, Korea)를 사용하였다. 또한 HD(n

-Hexadecane, Alfa Aesar, UK)를 공안정제로 사용을 하였고, 완충제로는 Sodium bicarbonate(DUKSAN, Korea), 개시제로 KPS(Potassium persulfate, Daejung Chem., Korea)를 이용하였다. 합성된 바인더로 Black 색상 안료 잉크를 제조하였고, 염색 시편을 제작하기 위하여 정련 면섬유(40수, 1/1, 63inch)를 사용하였다.

2.2 미니에멀전 중합

단량체인 MMA와 BA를 각각 2.5:17의 질량비로 Self-cross-linking 단량체인 MAA:NEA를 각각 0.1:0.4, 0.2:0.3, 0.25:0.25, 0.3:0.2, 0.4:0.1 질량비로 첨가하고, 단량체 용액에 공안정제 첨가 후 15분간 300rpm으로 교반하였다. 교반된 용액에 증류수, 계면활성제, 완충제를 첨가하여 30°C에서 20분간 300rpm으로 교반 후 Sonicator(Sonics & Materials, VCX 750)를 이용하여 Amplitude 40%로 10분간 5 pulse on, 9 pulse off 조건 하에 Ice bath 안에서 균질화를 진행하였다. 균질화된 용액을 환류냉각기가 설치된 삼구 플라스크에 옮긴 후 개시제를 첨가하여 질소 분위기 하에 70°C의 온도에서 3시간 동안 반응을 진행시켰다.

본 연구에서 사용된 단량체 및 물질 조성을 Table 1에 나타내었다.

2.3 염색 및 고착

미니 유화 중합으로 합성된 바인더를 Black 색상 안료 분산체에 증류수 100g에 5wt%를 첨가하여 30분간 교반 후 면섬유에 침지법으로 적용하였다. 안료 잉크가 적용된 면섬유에 Paddling mangle을 이용하여 3m/min의 속도로 패딩하였고(Wet Pick Up 57±3%), 180°C의 온도에서 3분 동안 열처리를 진행하여 침지 시편을 제작하였다.

2.4 합성 바인더의 입자크기 분석

미니 유화 중합된 바인더에 첨가된 Self-crosslinking 단량체의 조성비 변화가 입자크기에 미치는 영향을 확인하기 위하여 바인더 유화액을 증류수에 희석하여 Electrophoretic light scattering spectro-photometer(Otsuka Electronics Co., Ltd., ELS-8000, Japan)를 사용해 입자크기를 분석하였다.

2.5 합성 바인더의 유리전이온도 분석

바인더의 유리전이온도를 측정하기 위해 DSC(TA Instrument, Q2000, Korea) 분석을 진행하였다. 바인더의 고형분을 추출하여 -90~200°C의 온도 범위에서 10°C/min의 승온 속도로 질소 분위기 하에서 분석하였다.

2.6 합성 바인더의 분자량 분석

바인더의 분자량을 분석하기 위하여 GPC(Waters, Alliance e2695) 분석을 통하여 확인하였다. GPC는 미니에멀전 중합된 바인더의 고형분을 추출한 뒤 THF(Tetrahydrofuran)에 용해

Table 1. Monomer compositions to prepare the binder polymers in this study

Sample	DI Water (g)	Monomer compositions	HD (g)	SDS (g)	KPS (g)	Buffer (g)
1	80	2.5:17:0.1:0.4 (MMA:BA:MAA:NEA)	0.72	0.35	0.02	0.007
2	80	2.5:17:0.2:0.3 (MMA:BA:MAA:NEA)	0.72	0.35	0.02	0.007
3	80	2.5:17:0.25:0.25 (MMA:BA:MAA:NEA)	0.72	0.35	0.02	0.007
4	80	2.5:17:0.3:0.2 (MMA:BA:MAA:NEA)	0.72	0.35	0.02	0.007
5	80	2.5:17:0.4:0.1 (MMA:BA:MAA:NEA)	0.72	0.35	0.02	0.007

후 35°C에서 1mL/min의 유속으로 Waters Styragel HR Column을 통과시켜 측정하였다.

2.7 염색 시편의 특성 평가

합성 바인더가 적용된 Black 안료 잉크를 이용하여 제작된 염색 시편의 발색성은 측색기(Konica-Minolta spectro-photometer, CM-360d, Japan)를 D65광원, 관측시야 10°의 조건으로 Kubelka-Munk Equation을 이용하여 K/S값을 나타내었다.

3. 결과 및 고찰

3.1 공중합체 조성 변화가 미치는 합성 바인더 입자 크기 변화

Figure 1에는 Table 1의 공중합체 조성의 변화에 따라 중합된 바인더의 입자크기 변화를 나타내었다. 4원 공중합체의 조성에서 MMA:BA 질량비는 2.5:17로 고정하였고, Self-crosslinking 단량체인 MAA:NEA 질량비에 변화를 주어 합성을 진행하였다. MAA:NEA의 질량비가 0.1:0.4로 합성하였을 때 평균 입자 크기는 140nm이며, 0.2:0.3의 질량비로 합성하였을 때 138nm의 평균 입자 크기를 나타내었다. 또한, MAA:NEA의 질량비를 0.25:0.25, 0.3:0.2, 0.4:0.1로 변화를 주었을 때 각각 130nm, 128nm, 108nm의 평균 입자 크기를 나타내었다.

따라서 MAA의 함량이 증가하고 NEA의 함량이 감소하면서 평균 입자 크기가 140nm에서 108nm로 감소하는 것을 확인하였다. 반면에 분자량 분포는 MAA의 함량이 적을수록 좁게 나타나고 MAA의 함량이 많을수록 넓게 나타났다.

이는 본 연구의 미니 유화 중합은 oil-in-water 타입의 에멀전을 이용하므로 NEA보다 상대적으로 친수성인 MAA의 함량

이 증가하면 oil-in-water 타입의 미니 에멀전이 잘 형성되지 못하기 때문인 것으로 판단된다.

3.2 공중합체 조성에 따른 유리전이온도 및 분자량의 변화

고분자 바인더의 유리전이온도는 촉감에 영향을 미치는 중요한 인자이다. 고분자 바인더의 유리전이온도가 상온을 기준으로 하여 상온보다 높게 되면 프린팅에서 최종 결과물이 상온에서 뻣뻣한 촉감을 가지기 때문에 상온보다 낮을수록 촉감이 좋을 것으로 예상된다. 4원 공중합체 조성의 변화에 따른 유리전이온도의 변화를 Table 2에 나타내었다.

본 연구에서 4원 공중합체 조성으로 합성된 바인더의 유리전이온도는 -41.90°C에서 -34.96°C의 범위의 낮은 유리전이온도를 가지고 있다. 또한, Self-crosslinking 단량체 중 MAA는 강한 극성기인 카르복실산기를 가지고 있어 MAA의 함량이 증가할수록 분자 간 물리 결합이 커져서 유리전이온도도 증가할 것으로 예상되었으나 NEA의 벌키한 에틸올기의 영향으로 인하여 MAA와 NEA의 함량이 0.25:0.25인 경우 가장 낮은 유리전이온도를 나타내었다.

Table 3에는 합성된 바인더 수 평균 분자량과 중량평균 분자량을 GPC를 통하여 분석한 결과를 나타내었다. 4원 공중합체 바인더 중 MAA, NEA가 각 0.25 첨가된 바인더의 수평균 분자량 및 중량평균 분자량이 각각 21.0×10^5 , 22.7×10^5 으로 다른 질량비의 바인더에 비하여 매우 높은 분자량을 가지는 것으로 확인되어 추후 그 이유에 대한 고찰이 필요할 것으로 판단된다.

3.3 바인더의 공중합체 조성에 따른 염색 시편의 특성 변화

본 연구에서는 Self-crosslinking 단량체 조성을 달리하여

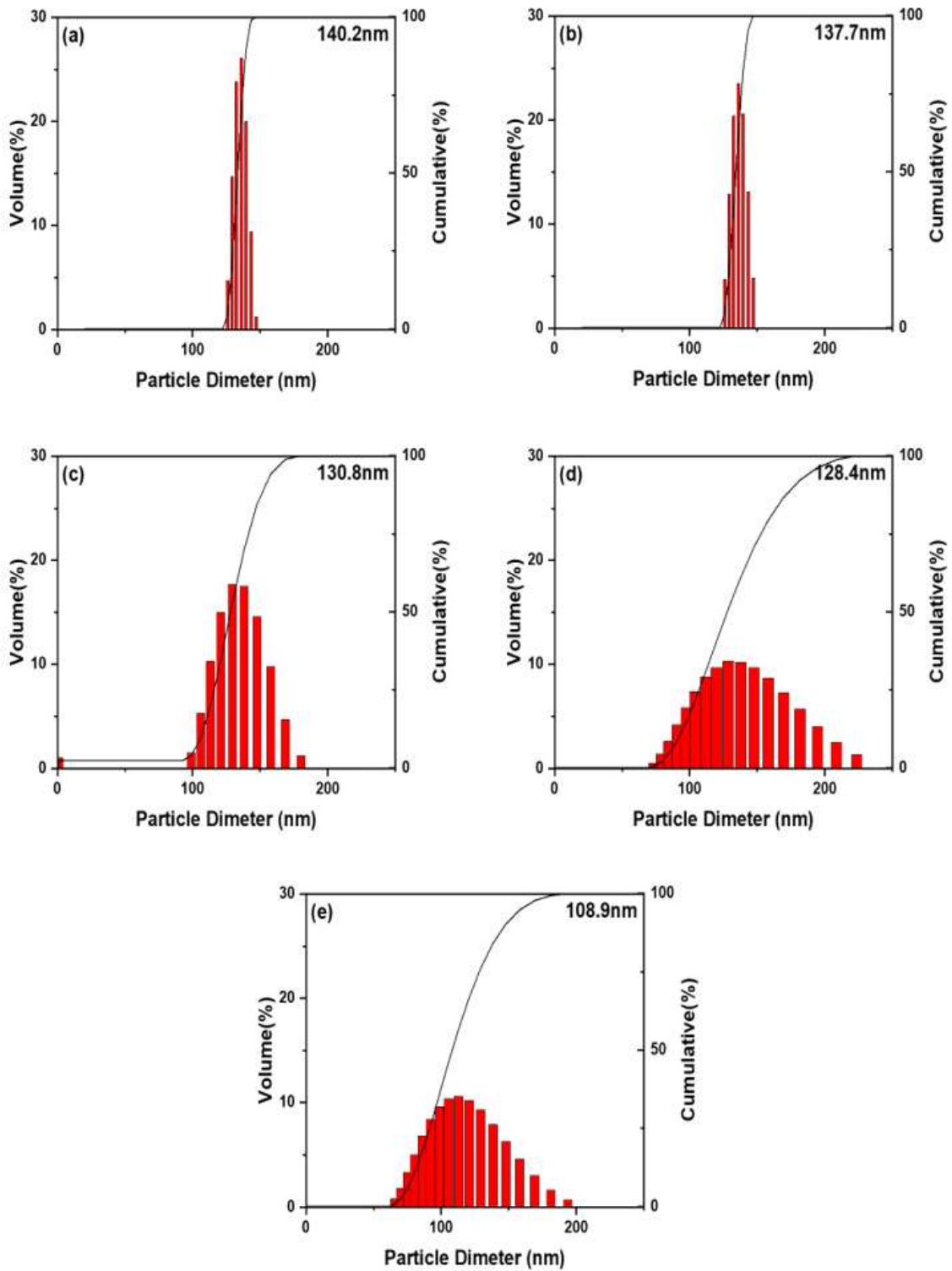


Figure 1. Particle size distributions of the prepared binders with various monomer compositions; (a) MMA:BA:MAA:NEA = 2.5:17:0.1:0.4, (b) MMA:BA:MAA:NEA = 2.5:17:0.2:0.3, (c) MMA:BA:MAA:NEA = 2.5:17:0.25:0.25, (d) MMA:BA:MAA:NEA = 2.5:17:0.3:0.2, (e) MMA:BA:MAA:NEA = 2.5:17:0.4:0.1.

Table 2. Glass transition temperatures of the prepared binders with various monomer compositions

Sample	Monomer compositions	Measured Tg (°C)
1	2.5:17:0.1:0.4 (MMA:BA:MAA:NEA)	-39.53
2	2.5:17:0.2:0.3 (MMA:BA:MAA:NEA)	-38.33
3	2.5:17:0.25:0.25 (MMA:BA:MAA:NEA)	-41.90
4	2.5:17:0.3:0.2 (MMA:BA:MAA:NEA)	-34.96
5	2.5:17:0.4:0.1 (MMA:BA:MAA:NEA)	-36.73

합성된 바인더를 Black 색상 안료 분산체에 적용하여 면직물에 대한 발색성, 마찰 견뢰도, 강연도 특성을 평가하였다.

Figure 2와 Table 4에는 앞서 언급된 시편의 발색성을 평가한 결과를 나타내었다.

Figure 2에서 나타낸 것과 같이 Black 색상 잉크에서는 MMA:BA:MAA:NEA를 2.5:17:0.25:0.25 질량비로 합성한 바인더가 가장 높은 발색성을 나타내었다. 또한 Table 4에서도 나타난 것과 같이 L*값을 통해서 명도가 가장 낮은 것을 확인할 수 있고, MMA:BA:MAA:NEA를 2.5:17:0.2:0.3 질량비로 합성된 바인더가 가장 낮은 발색성을 나타낸 것을 확인할 수 있다. 4원 공중합체 조성에서 Self-crosslinking 단량체의 다른 질량

비로 합성된 바인더와 비교하였을 때 MAA:NEA가 0.25:0.25의 질량비로 합성된 바인더가 발색성에 있어서 가장 우수한 결과를 나타내는 조성이라고 판단된다.

안료 잉크를 사용한 염색 시편은 안료 잉크의 일반적인 특성상 뛰어난 내수성, 내광성으로 인해 세탁, 일광 견뢰도는 모두 우수한 결과를 나타내지만 안료가 섬유와의 친화력이 약하고 표면에만 집중되어 있어 마찰 견뢰도가 세탁 및 일광견뢰도와 비교하였을 때 상대적으로 낮은 결과를 나타낸다. 또한 선행 연구 결과에서도 확인된 바와 같이 4원 공중합체 조성에서 Cyan, Magenta, Yellow 색상의 경우 2-3 이상의 마찰 견뢰도를 나타내었지만, 그에 비해 Black 색상의 마찰 견뢰도는 2

Table 3. Molecular weights of the prepared binders with various monomer compositions

Sample	Monomer compositions	Mn($\times 10^5$)	Mw($\times 10^5$)
1	2.5:17:0.1:0.4 (MMA:BA:MAA:NEA)	4.79	8.03
2	2.5:17:0.2:0.3 (MMA:BA:MAA:NEA)	3.81	6.45
3	2.5:17:0.25:0.25 (MMA:BA:MAA:NEA)	21.03	22.68
4	2.5:17:0.3:0.2 (MMA:BA:MAA:NEA)	3.40	6.06
5	2.5:17:0.4:0.1 (MMA:BA:MAA:NEA)	3.75	6.49

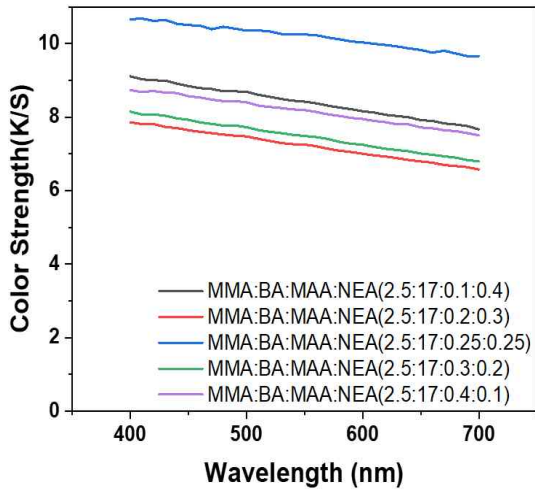


Figure 2. Color strength of the dyed cotton fabrics black using the binders with various monomer compositions.

를 나타내면서 가장 낮은 결과를 보였다¹²⁾.

따라서 본 연구에서는 Black 색상으로 염색된 시편의 마찰 견뢰도만을 평가하고 그 결과를 Table 5에 나타내었다.

Table 5에서 나타난 바와 같이 건마찰 견뢰도는 MAA:NEA의 질량비가 0.4:0.1일 때 가장 우수하고 습마찰 견뢰도는 0.1:0.4, 0.2:0.3, 0.4:0.1이 2-3으로 동일한 결과를 나타내었다. 반면에 MAA:NEA 질량비 0.25:0.25일 때 건마찰 견뢰도 및 습마찰 견뢰도가 모두 2로 상대적으로 낮은 결과를 나타내었다.

따라서 본 연구에서 실험한 4원 공중합체 형태 바인더의 조

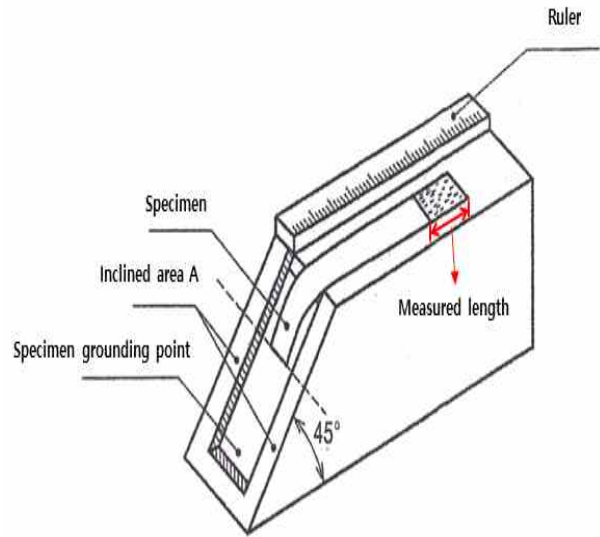


Figure 3. Schematic diagram of flexometer test to evaluate stiffness of clothes.

성에서는 MAA:NEA 질량비가 0.4:0.1인 것이 가장 우수한 마찰 견뢰도를 나타내는 최적 조성인 것으로 판단된다.

Figure 3에는 플렉소미터를 이용한 강연도 시험 장치의 개념도를 나타내었다. 일반적으로 직물이 뺏해질수록 시작점으로부터 미끄러져 내려간 길이가 증가하게 된다.

Table 6에는 면섬유 원단 및 Black 색상 안료 잉크에 합성된 바인더를 적용하여 염색한 면섬유 시편의 강연도 시험 결과를 나타내었다. 염색되지 않은 면섬유 원단의 55mm와 비교하여 염색 원단은 66~76 mm의 미끄러져 내려간 길이를 가지므로 염색 후의 원단이 염색 전보다 더 뺏해지는 것을 알 수

Table 4. Color properties of the dyed cotton fabrics black using the binders with various monomer compositions

Sample	Monomer compositions	K/S (Total)	L*	a*	b*
1	2.5:17:0.1:0.4 (MMA:BA:MAA:NEA)	260.43	27.67	0.46	1.17
2	2.5:17:0.2:0.3 (MMA:BA:MAA:NEA)	224.0	29.70	0.50	1.31
3	2.5:17:0.25:0.25 (MMA:BA:MAA:NEA)	315.95	25.17	0.29	0.63
4	2.5:17:0.3:0.2 (MMA:BA:MAA:NEA)	231.62	29.23	0.50	1.32
5	2.5:17:0.4:0.1 (MMA:BA:MAA:NEA)	252.82	28.06	0.42	1.11

Table 5. Rubbing fastness of the dyed cotton fabrics black using the binders with various monomer compositions

Sample	Monomer compositions	Rubbing fastness			
		Dry		Wet	
		Warp	Weft	Warp	Weft
1	2.5:17:0.1:0.4 (MMA:BA:MAA:NEA)	2-3	2-3	2-3	2-3
2	2.5:17:0.2:0.3 (MMA:BA:MAA:NEA)	2-3	2-3	2-3	2-3
3	2.5:17:0.25:0.25 (MMA:BA:MAA:NEA)	2	2	2	2
4	2.5:17:0.3:0.2 (MMA:BA:MAA:NEA)	2-3	2-3	2-3	2
5	2.5:17:0.4:0.1 (MMA:BA:MAA:NEA)	2-3	3	2-3	2-3

있다. 염색 원단 중에는 사용된 바인더가 MAA:NEA 질량비가 0.1:0.4일 때 가장 낮은 수치를 가져 Self-crosslinking 단량체 조성의 변화를 주어 합성된 바인더 중 가장 강직성이 낮은 것으로 확인이 되었다.

마찰 견뢰도가 가장 우수하였던 MAA:NEA 질량비가 0.4:0.1인 바인더를 사용한 시편은 가장 높은 강직도를 나타내었는데 이것은 고분자 자체의 탄성률이 가장 높거나 Self-crosslinking 단량체의 작용기간의 가교반응이 가장 많이 일어났기 때문일 것으로 판단된다. 한편, 유리전이온도가 가장 낮게 나타났던 MAA:NEA 질량비가 0.25:0.25인 바인더가 적용된 경우에는 두 번째로 높은 수치를 가져 강직성이 높은 것으로 확인되었다.

이것은 일반적으로 유리전이온도가 낮을수록 강직성이 낮아져 부드러운 촉감을 나타내기는 하지만 고분자 자체의 탄성률이 높기 때문인 것으로 판단된다. 따라서 고분자 바인더의 유리전이온도도 중요하지만 고분자 자체의 탄성률도 촉감에 중요한 영향을 미칠 것으로 판단되며 이와 관련된 추가 연구가 필요할 것으로 보인다.

4. 결 론

본 연구에서는 DTP용 안료 잉크에 적용되는 바인더를 MMA,

Table 6. Stiffness of the dyed cotton fabrics black using the binders with various monomer compositions

Sample	Monomer compositions	Stiffness(mm)
-	Cotton	51
1	2.5:17:0.1:0.4 (MMA:BA:MAA:NEA)	66
2	2.5:17:0.2:0.3 (MMA:BA:MAA:NEA)	71
3	2.5:17:0.25:0.25 (MMA:BA:MAA:NEA)	72
4	2.5:17:0.3:0.2 (MMA:BA:MAA:NEA)	68
5	2.5:17:0.4:0.1 (MMA:BA:MAA:NEA)	76

BA, MAA, NEA 4원 공중합체 형태로 Self-crosslinking 단량체인 MAA와 NEA 조성을 최적화하여 마찰 견뢰도가 우수한 바인더를 합성하고자 하였다. 합성된 바인더의 입자크기, 유리전이온도, 분자량을 분석하고, 바인더를 적용하여 Black 색상 안료 잉크를 제조하여 면섬유에 대한 발색성, 마찰 견뢰도 및 강연도를 평가하였다. MMA:BA:MAA:NEA 질량비가 2.5:17:0.4:0.1일 때 바인더 고분자가 108nm의 가장 작은 입자크기를 가지고 마찰 견뢰도가 가장 높았으나 강연도 시험으로 평가된 강직도는 가장 높아 촉감이 좋지 않았다. 반면에, MMA:BA:MAA:NEA 질량비가 2.5:17:0.1:0.4일 때 입자크기는 140nm로 합성된 바인더들 중 가장 컸지만 입자 분포가 좁게 나타나고 발색성 또한 두 번째로 높은 결과를 보였다. 또한 마찰 견뢰도 평가에 있어서도 가장 높은 마찰 견뢰도 결과를 보인 바인더와 비교했을 때 근소하게 낮아 두 번째로 높으며 강직도도 가장 낮으므로 DTP용 안료 잉크에 바인더로 적용되기 위한 최적 조건일 것으로 판단된다.

따라서 추후 미니 유화 중합의 반응 조건을 최적화하여 입자 크기를 감소시킨다면 본 연구에서 사용한 침지법이 아닌 프린팅 공정에 적용 가능한 잉크의 바인더로 사용할 수 있을 것으로 기대된다.

References

1. T. L. Dawson and C. J. Hawkyard, A New Millennium of Textile Printing, *Review of Progress in Coloration and Related Topics*, **30**, 7(2000).
2. S. Choi, K. Cho, J. W. Namgoong, J. Y. Kim, E. S. Yoo, W. S. Lee, J. W. Jung, and J. Choi, The Synthesis and Characterisation of the Perylene acid Dye Inks for Digital Textile Printing, *Dyes and Pigments*, **163**, 381(2019).
3. K. L. Thompson, Digital Textile Printing: Colorfastness of Reactive Inks Versus Pigment Inks, M.S. Thesis, Iowa State University, 2016.
4. C. H. Xue, M. M. Shi, H. Z. Chen, G. Wu, and M. Wang, Preparation and Application of Nanoscale Microemulsion as Binder for Fabric Inkjet Printing, *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, **287**(1-3), 147(2006).
5. Q. Cao, Investigation into the Development of Environmentally Friendly Pigment Colouration, Ph.D. Thesis, University of Manchester, 2013.
6. K. Haggag, N. Elshemy, A. Hashem, Z. Mohamed, and F. Kantouch, Novel Synthesis of Unsaturated Pigment Andthracen Triazole Acrylate via Click Chemistry to Prepare Colored Binder for Textile Printing, *Egyptian Journal of Chemistry*, **62**(2), 325(2019).
7. M. Iqbal, J. Mughal, M. Sohail, A. Moiz, K. Ahmed, and K. Ahmed, Comparison between Pigment Printing Systems with Acrylate and Butadiene Based Binders, *Journal of Analytical Sciences*, **2**, 87(2012).
8. L. J. Borthakur, T. Jana, and S. K. Dolui, Preparation of Core-shell Latex Particles by Emulsion Co-polymerization of Styrene and Butyl Acrylate and Evaluation of their Pigment Properties in Emulsion Paints, *Journal of Coatings Technology and Research*, **7**, 765(2010).
9. U. Khromiakm, Synthesis and Properties of Adhesive Polymer-Methyl methacrylate Materials, *International Journal of Polymer Science*, **2018**, 9(2018).
10. J. Zhang, X. Li, X. Shi, M. Hua, X. Zhou, and X. Wang, Synthesis of Core-shell Acrylic-polyurethane Hybrid Latex as Binder of Aqueous Pigment Inks for Digital Inkjet Printing, *New Journal of Chemistry*, **22**(1), 71(2012).
11. J. M. Asua, Miniemulsion polymerization, *Progress in polymer science*, **27**(7), 1283(2002).
12. M. W. Han, W. Kwon, E. G. Jeong, and J. S. Bae, Investigation on Rubbing Fastness of Pigment Ink with Polymer Binders having Various Comonomer Compositions, *Textile Coloration and Finishing*, **31**(4), 77(2019).
13. W. Kwon, M. K. Lee, E. G. Jeong, and J. S. Bae, Color Strength and Fastness of Pigment Ink with Various Binder Monomer Compositions, *Textile Coloration and Finishing*, **30**(4), 256(2018).

Authors

- 한민우** 경북대학교 섬유시스템공학과 석사과정 학생
권 웅 경북대학교 섬유시스템공학과 박사과정 학생
박성민 경북대학교 섬유시스템공학과 석사과정 학생
정의경 경북대학교 섬유시스템공학과 교수