

〈研究論文(學術)〉

전처리약제에 따른 셀룰로오스 디지털텍스타일 프린팅소재의 개발에 관한 연구

손은종¹ · 이영목 · 장세찬* · 이성철*

부천대학 텍스타일비즈니스과, *한양대학교 화학공학과

Development of Cellulosic Woven Fabric for Digital Textile Printing

Eun Jong Son¹, Young Mok Lee, Se Chan Jang*, and Sung Chul Yi*

Department of Textiles Business, Bucheon College, Bucheon 420-735, Korea

*Department of Chemical Engineering, Hanyang University, Seoul 133-791, Korea

(Received September 1, 2005/Accepted November 12, 2005)

Abstract—For developing digital printing textiles, special pretreatment processes are necessary. These processes include developing formulation of coating agent and coating processes. The pretreatment were investigated with the variation concentration of anti-migration agent, fixation chemical etc.. The printing qualities according to pretreatment conditions were studied with color yield, printed capital letter sharpness and washing fastness. It was observed that the concentration of anti-migration agent, fixation agent(alkali) was closely related to printing qualities. For developing industrial technology of cellulosic digital printing textiles, optimum viscosity of pretreatment coating formulation is very important factor.

Keywords : cellulosic woven fabrics, pretreatment, digital textile printing, anti-migration agent, printing quality

1. 서 론

디지털텍스타일프린팅에 사용되는 소재는 일반 프린팅과는 달리 프린팅에 앞서 프린팅잉크에 적합한 약제가 전처리되어 있어야만 원하는 품질의 프린팅을 행할 수가 있다. 또한 디지털 텍스타일프린팅에 적용되는 물질특성은 색상진반의 발현을 최대화하고, 건조시간을 단축하며, 색상간의 번짐을 방지하고, 습도가 높은 상태에서의 우수한 특성발현이 필요하다. 이는 프린팅 잉크가 대상 피염체에 분사될 때 짧은 시간안에 흡수와 건조가 이루어져야 고품질의 프린팅 이

미지를 얻을 수 있기 때문이다. 즉 표면장력이 낮은 잉크가 피염물에 분사되었을 경우 피염물의 특성 및 모세관현상에 의해서 쉽게 퍼지려고 하는 특성이 있어 이에 적합한 호제 및 번짐방지약제 등으로 처리를 해주어야만 한다. 또한 디지털텍스타일 프린팅공정 중에서 프린팅후에 염료의 고착을 위해서 후처리공정 등이 잉크특성에 따라서 필요하게 된다. 예외로 안료잉크를 사용한 경우나 승화형 분산염료잉크를 사용할 경우는 특별한 후처리 공정이 필요 없게 되어 시간과 경비면에서 기존 일반적인 프린팅공정과 비교하면 상당한 효과를 거둘 수 있는 장점이 있으나 염료잉크에 비해서 촉감 등의 개선은 향후 개발이 필요한 부분이다.

¹Corresponding author. Tel. : +82-32-610-3328; Fax: +82-32-610-3225 ; e-mail : eunjong@bc.ac.kr

본 연구와 관련하여 해당 연구동향을 살펴보면 다음과 같다.

Kanik M¹⁾ 등은 전처리제에 카티온화제의 처리유·무에 따른 반응성잉크의 발색성, 프린트물의 품질특성, 제반 견뢰도 특성 등에 관한 연구를 진행하였다.

또한 T. L. Dawson²⁾은 직물에 전처리를 하게 되면 직물표면의 기공을 전처리제가 메우게 되고, 섬유간의 공극을 막음으로 해서 발색성의 향상, 침예성의 증가를 가져온다고 보고하였으며, 또한 캘린더링공정에 의해서도 이런 효과를 가져 올 수 있다고 보고하였다.

D. Reichel³⁾ 등은 디지털프린팅에서 잉크의 번짐 방지와 높은 해상도를 얻기 위해서 통상 종이에 적용하는 물질로 실리카, 알루미늄, 친수성 팽윤수지 혹은 이방성의 기공성 멤브레인을 섬유표면의 코팅약제로 사용할 경우 소기의 목적을 달성할 수 있다라는 보고가 있다.

Wayne C. Tincher⁴⁾ 등은 잉크젯용 직물에 사용하는 잉크시스템으로는 크게 2가지로 나누는데 하나는 반응성염료를 사용하는 방법으로 직물의 전처리와 수세공정이 필요하고, 이는 당초 잉크젯 시스템의 장점과는 맞지 않는 것이고 안료와 수지를 사용한 잉크시스템은 전·후처리가 필요하지 않아 잉크젯시스템의 가장 큰 장점인 QR(신속대응) 시스템에 적합하다는 보고를 하고 있다. 하지만 노즐의 막힘현상이 자주 발생할 수 있다라는 연구 제안을 하고 있다.

Xiofei Li⁵⁾ 등은 반응성염료 등에 아민기 등을 도입하여 수지(resin)와 함께 개질하여 중합이 가능한 염료로 개질하여 이를 수용성잉크시스템에 도입하여 후처리가 별도로 필요 없는 잉크 시스템에 관한 연구보고를 하였다.

J. Geisenberger⁶⁾ 등은 종이에 사용하는 잉크젯 프린팅시스템을 직물에 적용할 시의 가능성과 차이점에 대해서 연구 보고하였다.

이에 본 연구에서는 디지털텍스타일프린팅분야에서 적용이 가장 많이 이루어지고 시급히 국산화가 필요한 소재로 100% 셀룰로오스계의 면 소재를 개발목표 제품으로 선정하여 개발목표제품의 제품특성검토와 이를 토대로 실험실 규모의 데이터를 확립하고 현장시제품을 생산하여 제품의 품질을 개발목표제품과 비교검토함을 본

연구의 목표로 삼았다.

본 연구진행방법은 사전에 예비실험을 통해서 발색성과 침예성이 우수한 약제성분을 선정하여 각 조건별로 전처리 한 후 발색성, 번짐방지성능, 이미지 형성특성, 표면형태관찰을 통해 최적처리조건을 확립하고 현장시제품을 생산하여 실용화를 시도하였다.

2. 실험

2.1 시료 및 시약

실험에 사용한 시료는 100% 셀룰로오스(면)소재로 사전에 호발, 정련 표백처리한 시료를 사용하였다. Table 1에 실험에 사용한 시료의 특성을 나타내었다. 전처리 코팅약제로는 알긴산소다(sodium alginate, 1급시약, (株)藥理化學工業), 요소(urea, 1급시약, (주)덕산화학), 무수탄산나트륨(sodium carbonate dehydrous, 1급시약 (주)덕산화학)의 시약급을 사용하였다. Table 2에 실험에 사용한 전처리약제 및 처리농도를 나타내었다.

Table 1. Material Characteristics

Spec. / Sample	Yarn count (Fabric densities)	Fabric Structure
Standard *	C40 ^s ×C40 ^s (136×72)	Poplin
# 1	C40 ^s ×C40 ^s (136×72)	Poplin
# 2	C20 ^s ×C20 ^s (60×60)	Plain
# 3	C40 ^s /2×C40 ^s /2(124×78)	-
# 4	C7 ^s ×C7 ^s (74×48)	-

* Standard: target sample made by "S" Co.

Table 2. Concentration of Pretreatment agent

Pretreatment Agent	Concentration(g/ ℓ)
Sodium Alginate(g/ ℓ)	10, 20, 30, 40
Sodium Carbonate(g/ ℓ)	10, 20, 30, 40
Urea(g/ ℓ)	40, 80, 100, 120

2.2 실험방법 및 실험장치

본 연구에서는 실험실규모의 연구를 기초로 최적 조건을 현장규모의 실험으로 연결하여 시제품을 제조하였다. 전처리공정은 자체제작한 수



Fig. 1. Schematic of the overall printing process.

동식 나이프코팅기(Pick-up을 65%)를 이용하여 전처리약제를 코팅 후 상온에서 24시간 자연건조하여 실험에 사용하였다. 시제품의 프린팅은 디지털날염용프린터(Amber, Stork Co.)를 사용하였으며, 잉크는 반응성염료잉크(Stork Co. Amber Reactive Dye Ink, 6색; Cyan, Magenta, Black, Yellow, Orange, Blue)를 사용하였다. 전처리공정은 Fig. 1과 같은 조건으로 원통형 실험실용 고압증열기(3Kw, 삼성상사제작)에서 증열하고 소평공정(합성세제 5 g/l × 70 °C × 5min)을 거쳤다.

2.3 프린팅물의 평가

2.3.1 발색성평가

프린팅물의 발색성 평가는 CCM(MACBETH CO., COLOR-EYE 3000)을 이용하여 반사율값을 측정(Cyan λ_{max} = 620 nm, Magenta λ_{max} = 520nm, Yellow λ_{max} = 400nm, Black λ_{max} = 400nm) 하여 K/S로 전환 후 사용하였다.

2.3.2 표면형태관찰

전처리약제로 처리한 시료의 평활성 관찰을 위하여 전자현미경(Jeol JSM 35-CF, Japan, Pt 코팅)을 이용한 미처리시료, 처리시료, 개발목표시료 등을 촬영하여 비교하였다.

2.3.3 견뢰도 평가

KS K 0430의 A-3법에 따라서 이종섬유에 대한 오염도로 프린팅물의 세탁견뢰도 평가를 행하였다.

2.3.4 번짐방지성 평가

프린팅물의 번짐방지성은 미처리시료와 전처리 시료에 도형 및 알파벳을 프린팅하여 영상현미경(Sometech Co., Korea)을 사용, 이미지 사진촬영을 통하여 육안관찰 평가하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 발색성에 관한 고찰

본 실험에 앞서 전처리약제 예비선정 실험에서 알긴산소다(sodium alginate), 폴리비닐알코올

(poly vinyl alcohol), 폴리비닐피롤리돈(poly vinyl pyrrolidone), CMC, 아크릴산소다(sodium polyacrylate) 등의 성분을 단일 성분, 2성분 또는 3성분으로 조합·혼합하여 발색성 및 번짐방지 등의 특성을 예비시험한 결과 면소재의 경우는 알긴산소다가 비교적 여러 항목(다른 약제와의 상용성 및 경제성)에서 우수한 특성이 검토되어 선정하였다.

Fig. 2와 Fig. 3은 발색성 평가를 위하여 사전 예비실험을 통하여 선정한 알긴산소다, 소다회, 요소 등의 농도를 조정하여 전처리액(점도, 200cP 이하)을 제조하여 100% 면직물에 처리후에 디지털 프린팅기를 사용하여 프린팅후 측색기를 사용하여 색상별(cyan, magenta, yellow, black) 발색성을 평가하여 나타낸 그래프이다.

실험에 사용한 전처리액의 성분은 호제, 염료 고착제, 수분함유제인데 개개 각 성분의 역할을 정리하면 다음과 같다.

호제성분의 역할은 증열(steaming)중에 소재로의 응축수분량이 증가하여, 생지로의 이행 염료량이 증가하므로 발색성의 향상 및 번짐방지 기능에 도움이 되리라 예상된다.

소다회성분의 역할은 염료고착향상과 염료잉크 개개마다 차이가 있지만 발색성의 저하는 알칼리에 의한 염료의 가수분해에 의한 원인이라고 생각할 수 있다.

요소성분의 역할은 증열 중의 생지로의 응축된 수분을 고려하면 면직물의 경우는 함유가능한 수분은 적고, 자유롭게 이행할 수 있는 수분은 많게 되므로 요소농도가 증가할수록 응축수분량이 증가하므로 염료의 반대면으로 이행을 크게 할 수 있으므로 그 결과 최적의 요소 농도가 존재하리라 생각 할 수 있다.

Fig. 2와 3의 결과에서 우수한 발색성을 발현하기 위한 상대적 비교 요소농도는 80-100g/l, 소다회의 농도는 30g/l로 평가되었다 또한 호제의 농도가 증가할수록 발색성이 향상되고 프린팅물의 침예성도 향상될 수 있지만, 호제농도 증가에 따른 실제 현장생산시의 작업성의 특성을 고려할 경우 점도조건도 고려되어야 할 것으로 사료된다.

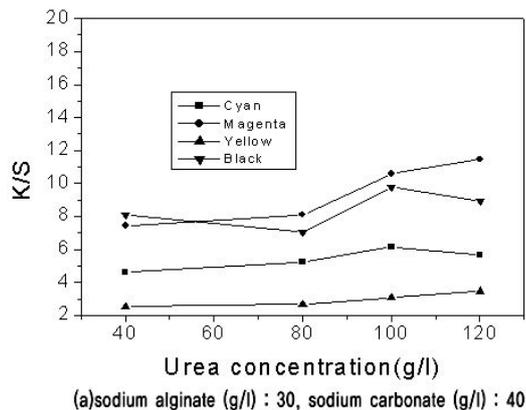
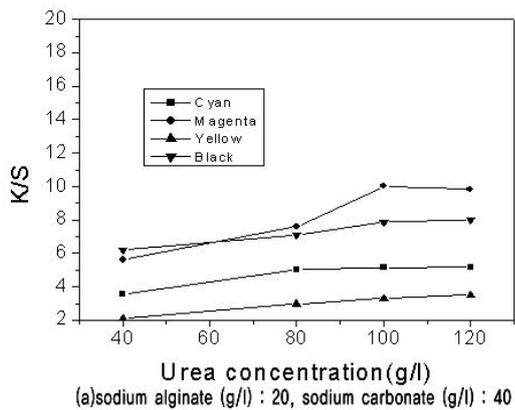
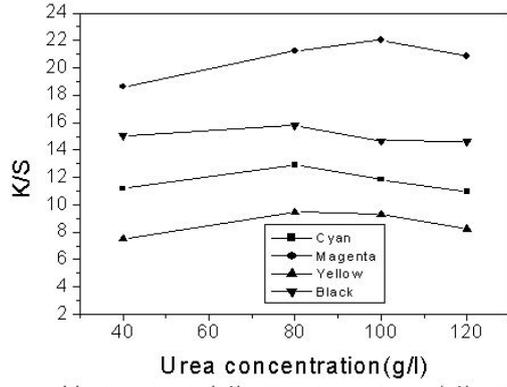
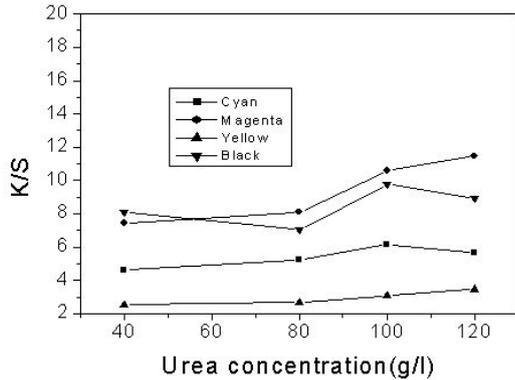


Fig. 2. Effect of color yield on sodium carbonate and urea concentration.

Fig. 3. Effect of color yield on sodium carbonate and urea concentration.

3.2 표면형태 관찰에 따른 평활성 고찰

디지털 텍스타일 프린팅 전용 소재의 요구 특성 중 프린팅물의 정확한 이미지표현을 위해서는 표면의 평활특성도 중요한 요인으로 고려되어진다. 이의 관찰을 위해서 주사전자현미경을 사용하여 표면형태의 평활성을 관찰하였다(Fig. 4 참조). 시료로는 미처리시료, 개발목표시료, 전처리시료를 촬영하였다. 미처리시료의 경우 표면에 모우가 임의의 방향으로 배열되어 있어 평활하지 못하고 프린팅시 모우에 의한 해상도의 저하가 예상되는 반면에 전처리한 시료의 경우 처리약제에 의해서 표면 모우 등이 정리되어 표면이 평활하고, 경·위사간의 빈 공간을 약제가 메운 평활한 형태를 관찰할 수 있으며 호제농도가 증가할수록 표면에 약제의 함유정도도 많아 보임을 관찰할 수 있다.

3.3 현장규모 생산 시제품의 색상발현도

Fig. 5는 현장시제품의 발색도 평가를 개발목표제품과 조직 및 사양이 같거나 다른 4종류의 개발 시제품과 단순 비교한 발색도의 결과를 나타낸 것이다. 현장시제품의 생산조건에서 전처리약제의 구성은 알긴산소다 30g/l, 소다회 30g/l, 요소 100g/l이며 패딩-건조방식으로 현장규모의 텐터를 사용하였고 건조온도 등은 실험실규모때와 동일조건을 사용하였다.

우선 단순비교를 하면 개발목표제품에 비해 시안(cyan)색상의 경우는 5.0~47.0%, 마젠타(magenta)색상의 경우는 15.7~35.6%, 엘로우(yellow)색상의 경우 50.0~65.0% 증가하였으며, 블랙(black)색상의 경우 시제품 #1, #2의 경우는 개발목표 제품보다 감소를 나타냈고, 시제품 #3과 #4는 7.0~15.6%의 증가를 보였다.

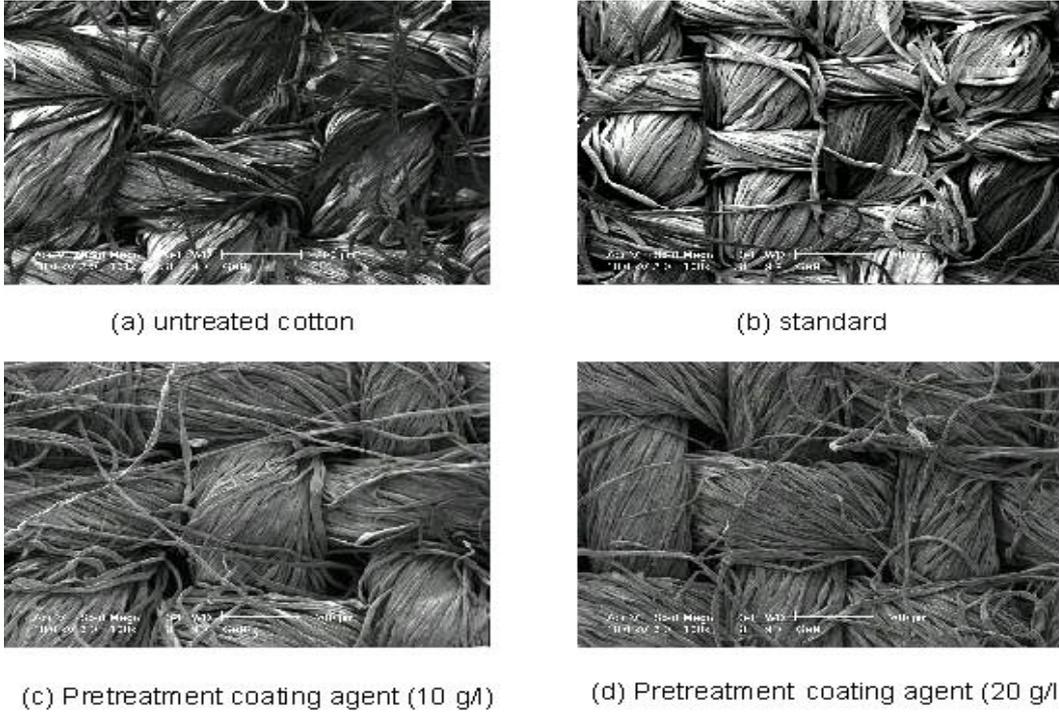


Fig. 4. Surface morphology of 100% cotton fabric for digital textile printing.

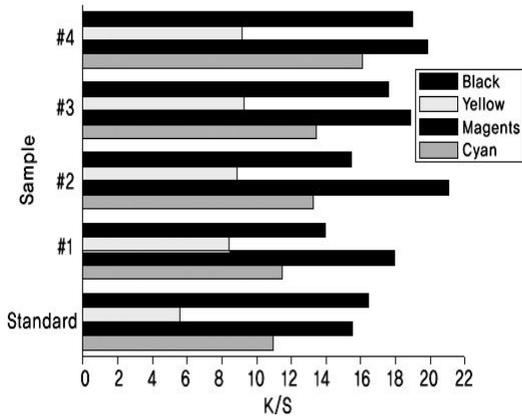


Fig. 5. Color yield of field products.

전체적으로 개발 시제품의 발색성이 개발목표의 제품보다 우수하였으나, 블랙(black) 색상의 경우는 다소 발색성이 미흡하였다.

3.4 현장규모 생산 시제품의 세탁견뢰도

개발시제품의 이중섬유에 대한 세탁견뢰도시험(A-3법)의 결과를 다음의 Table 3에 나타내었다. 외산제품과 밀도 및 조직이 가장 유사한# 1 과 비교해 보면 나일론소재에 대한 오염에서는 개발목표제품(standard) 이 반등급 정도 견뢰도가 떨어지고, 폴리에스테르에 대한 오염도는 시제품의 견뢰도가 우수함을 알 수 있다. # 4, # 5 의 경우는 밀도 및 조직에 따른 차이가 있지만 개

Table 3. Wash fastness of field products

Sample	wash fastness(stain on)					
	Acetate	Cotton	Nylon	PET	Acrylic	Wool
Standard	4	4-5	3-4	4-5	5	4-5
# 1	4	4-5	4	4	5	4
# 2	4	4	3-4	4-5	5	4
# 3	4-5	4	4-5	4-5	5	4-5
# 4	4-5	4-5	4-5	4-5	5	4-5

발목표 소재의 경우보다 오염에 대한 우수한 견뢰도 특성이 있음을 확인할 수 있다.

3.5 프린팅물의 인쇄성

외산제품과 개발시제품에 타원, 직사각형, 다각형, 영문문자인쇄 등을 디지털프린터를 사용하여 프린팅후 날염인자의 정확성 관찰을 위하여 영상현미경을 사용하여 아래의 Table 4에 나타내었다. 밀도와 조직이 가장 근사치인 시제품 # 1과 개발목표제품의 날염인자를 육안 확인하여 보면, 선명도와 인날의 정확도면에서 시제품 # 1이 우수함을 관찰할 수 있다.

4. 결 론

최근의 디지털텍스타일프린팅기술의 국내 도입과 이의 빠른 정착을 위해서 무엇보다도 관련 소재의 국산화가 시급한 실정이다. 본 논문은 디지털프린팅소재 국산화분야에서 개발 우선순위가 높고 국산화에 따른 수입대체효과가 큰 100% 셀룰로오스계 소재인 면소재의 개발을 실험실규모의 실험과 현장시제품의 생산을 통해

서 제품의 품질평가(세탁견뢰도, 발색성, 첨예성 등)를 하여 선정된 개발목표제품과의 품질에서 동등 혹은 그 이상의 100% 셀룰로오스 소재개발을 이룰 수 있었다. 보다 구체적으로는 우수한 발색성을 위한 단순비교농도로는 요소농도 80-100g/l, 소다회농도는 30g/l로 평가되었다. 또한 약제농도가 증가할수록 경·위사간의 빈공간을 약제가 메운 평활한 형태를 관찰할 수 있었으며, 현장시제품의 경우가 개발목표 제품보다 블랙색상을 제외하고 발색성이 색상별도 5%~65%까지 증가함을 관찰할 수 있었다. 또한 세탁견뢰도특성과 프린팅물의 인쇄성 관찰에서도 우수한 특성을 보임을 확인할 수 있었다. 본 연구를 통해서 해당 전처리약제의 개발과 현장 생산성 및 작업성에 있어 전처리약제의 적절한 점도선정 및 약제 부여방법이 무엇보다도 중요한 항목으로 여겨진다.

감사의 글

“이 논문은 2004년도 부천대학 교비지원 연구비에 의하여 지원된 연구의 결과임”

Table 4. Image photographs of printed goods

	Ellipse	Rectangle	Polygon	Capital letter	
Standard					
# 1					
# 2					
# 3					
# 4					

참고문헌

1. Kanik M. and Hauser P.J., Ink-Jet Printing of Cationised Cotton using Reactive Inks, *Coloration Technology*, **119** (4), 230-234(2003).
2. T. L. Dawson, Ink-Jet Printing of Textiles under the Microscope, *J. Soc. Dyers Colorists*, **116** (2), 52-59(2000).
3. D. Reichel and W. Heinzelmann, Anisotropic Porous Substrate for High Resolution Digital-Imaging, *"IS&T NIP16:2000 International Conference on Digital Printing Technologies"*, Canada, p.204, 2000.
4. Wayne C. Tincher, Qui-ang Hu, and Xiofei Li, Ink Jet Systems for Printing Fabric, *Textile Chemist and Colorist*, **30**(5), 24-27(1998).
5. Xiofei Li and Wayne C. Tincher, New Colorants System for Ink-Jet Printing on Textiles, *Textile Chemist and Colorist*, **31**(3), 37-42(1999).
6. J. Geisenberger, *"Proc. IS & T NIP 16 ; 2000 International Conference on Digital Printing Technologies"*, Canada, p.533, 2000.

K C I