

나노잉크 및 반응성잉크를 사용한 DTP 견직물의 친환경 불소계 발수제에 의한 가공효과 연구

최경미 · 김종준*
이화여자대학교 의류학과

Effect of Treatment Conditions of Eco-friendly Fluorinated Water-repellent Agent and Design Applications: Silk Fabrics with DTP Finishing

Choi Kyungme · Kim Jongjun*
Dept. of Clothing and Textiles, Ewha Womans University

Abstract

Recent concerns about the PFOA(perfluorooctanoic acid), have been increasing, which is generally applied in the water-repellent finishing process of textile products. It has been proven through animal testing to be harmful to humans, as possible carcinogens and neuro-toxic material. Thus U. S. Environmental Agency has gone as far as requiring the material to be eliminated in its entirety by 2015. As a viable alternative to this water-repellent finishing agent, the development of C6 product is gaining its popularity. The effects of PFOA finishing on the silk fabrics were examined, and we reviewed parameters of the needed process for optimizing appearance and functionality of silk fabrics treated with eco-friendly water-repellent finishing agent. Cross-linking agent affected the most on black color of reactive ink, among the physical properties. The contact angle reading was the highest in 8g/l of concentration for all fabrics. All the fabric specimens, subjected to the DTP and water repellent finishing, exhibited higher stiffness, where rayon specimen showed the highest, compared to the untreated specimens. The results may provide basic information leading to the development of value-added silk fabrics with water-repellency without excessive deterioration of the delicate appearance and inherent soft touch.

Corresponding author : Kim Jongjun, Tel. +82-2-3277-3102, Fax. +82-2-3277-3079
E-mail: jjkim@ewha.ac.kr

This research is a part of doctoral dissertation.

Key words : DTP(digital textile printing, 디지털 텍스타일프린팅), FOA(Perfluorooctanoic acid, 퍼플루오로 옥탄산), nano ink(나노 잉크), water-repellency(발수성)

I. 서론

섬유·패션 산업분야에서 가공분야는 고강성, 고기능을 부여하기 위한 신기술을 융합한 공정을 포함한다. 직물·편성물 등을 포함한 의류소재의 품질을 완성하는 최종공정이라는 의미에서 더 나아가 쾌적한 환경과 건강을 생각하는 친환경을 완성하기 위한 중요한 단계로써 재인식되고 있다(Sangoh Park, 2008). 이에 가공에 있어서도 최소화된 약품의 사용, 친환경적 효소의 활용 등 친환경을 중시한 기술 개발이 집중적으로 이루어지고 있다(Aly, Moustafa, & Hebeish, 2004).

미국 환경청(EPA)은 지난 2006년 세계 주요 불소계 발수제 기업들을 대상으로 환경호르몬의 문제 중 논란이 되고 있는 PFOA(Perfluorooctanoic acid, $C_7F_{15}COOH$)(Wells, 1983)에 대해 이 물질을 없애는 방안을 수립하도록 요구하였다. 이 물질은 난분해성으로 체내 축적 가능성이 높은 만큼 사용상 주의가 필요하다. 최근 PFOA 및 APEO(Alkylphenol Ethoxylate) Free 유형으로서 C6 중심의 친환경 발수제의 도입 필요성이 증대되고 있다(Berthiaume & Wallace, 2002; Kennedy, 2004; Sungmin Park, et al., 2009). 이와 같이 탄소수 8개인 발수·발유제는 성능은 양호하지만, 환경 규제에 대응할 수 없다. 따라서 현재 단계에서는 탄소수 4~6개인 발수·발유제를 사용하여 발수제 환경 규제에 대한 대응을 하게 되었다("Nicca Korea: Green dyeing technology," 2010).

PFOA, PFOS(Perfluorooctane Sulfonate) Free가 공제의 개발은 C8의 기존 제품의 개량수준을 넘어설 것이 요구되고 있다. 즉 원료 및 제품을 근본적으로 개량한 C6 제품의 개발로써 다양한 요소의 기술들을 재추출하는 것이 필요하다. 따라서 이들 제품에 대한 안정한 성능을 발휘할 수 있는 공정 개발, 염색견뢰도와 직물 고유 특성의 유지, 그리고 고성능을 발휘할 수 있는 처방 등이 요구된다(Jo, 2013).

견직물의 제품 활용으로 날염을 접목한 상품들은 상당한 고부가 가치 제품으로써 판매되고 있다. 생산에 있어서도 디자인부터 날염까지의 공정을 컴퓨터로 처리하고, 기존 스크린 날염 방식보다 염료의 사용을 대폭 줄이며, 작업 공정 중 발생하는 폐수 오염과 소음을 없앤 저공해 생산방식인 디지털 날염 시스템(DTP)의 활용이 늘어나고 있다(Dehghani, Jahanshah, Borman, Dennis, & Wang, 2004). 디지털 날염 시스템에서 활용되는 잉크는 반응성 잉크, 산성 잉크, 분산 잉크, 안료 잉크가 있으며, 견직물은 반응성 잉크와 산성 잉크로 프린팅된다. 반응성, 산성, 분산 잉크 등을 사용할 경우, 염색 견뢰도의 증가를 위해서는 반드시 원단의 전, 후처리를 해주어야 하는 번거로움이 있다. 그러나 안료잉크를 사용할 경우에는 직물에 사용한 섬유 종류에 대한 제약이 감소하고, 기존 전처리 과정이 생략된다. 후처리도 습식공정이 아닌 건열 처리만으로 완료시킬 수 있다(S. Kim & Choi, 2012).

따라서 본 연구에서는 고부가가치의 견직물 생산과 활용을 위하여 친환경 생산설비인 DTP System을 바탕으로 인쇄된 견직물에 환경친화형 C6 기능성 발수 가공을 접목하여 견직물의 물성변화를 조사했다. 가공된 견직물의 평가항목은 발수도, 접촉각, 발유도, 강연도(Shinjung Park, Kim, & Jeon, 2004), 공기투과도 등이며, 반복 세탁에 대한 내구성을 파악하는 것이 필요하므로 세탁견뢰도와 표면 염착 농도(K/S)를 조사하였다.

II. 실험

1. 시약 및 시험포

가공제로는 C6 기반의 불소계고분자 중합체 FC-C-3007((주) 니카코리아), 가교제로 폴리 이소시아네이트 계열의 ASSIST NX를 사용하였다. 시험포는 단위중량 $32g/m^2$, 경사밀도 145/inch, 위사

밀도 101/inch인 능직의 견직물을 반응성 잉크와 나노 안료 잉크로 Cyan, Magenta, Yellow 및 Black color patch를 인쇄하였으며, 반응성 잉크로 인쇄한 견직물 능직만 전처리를 하였다.

2. 사용된 프린터와 열처리기

반응성 잉크용 DTP(유한킴벌리, Model RJ-8000)의 노즐방식은 마이크로 피에조 타입이다. 잉크는 텍스타일용 반응성 잉크로 Black, Cyan, Magenta, Yellow, Orange, Light Magenta, Blue, Gray의 8색 컬러를 사용하였다. 안료 잉크용 DTP(유한킴벌리, Model VJ-1618 DTX)는 노즐방식 마이크로 피에조 타입에 8컬러 헤드를 사용하고 있으며, 잉크는 텍스타일용 Nano Colorant ink로 Cyan, Magenta, Yellow, Black, Orange, Red, Violet, Gray 8색 컬러를 사용하였다. 반응성잉크로 인쇄한 시료는 증열 온도 103℃, 포화수증기 상태에서 10분간 증열처리하였다. 안료잉크를 사용하여 인쇄한 시료는 (주)경일테크의 RTX-1600 시리즈를 사용하여 열고정을 하였다.

3. 패딩 및 건조

반응성잉크와 나노안료 잉크로 인쇄된 시료들은 발수제 농도 40g/l에 가교제를 각각 0, 1, 4, 8, 12g/l로 조제한 것, 발수제 농도 5, 10, 40, 60, 90g/l와 가교제를 발수제 농도의 20%씩을 첨가한 것으로 나누어 처리액에 각기 10분간 침지시켰다. 이를 망글을 사용하여 pick-up률을 80±6%로 조절하였다. 그리고 도출된 결과를 기반으로 발수제 40g/l에 가교제 8g/l로 처리한 시험편을 패딩 후 105℃에서 2분간 건조하고 105, 120, 160, 180℃에서 각각 3분간 열처리하여 실험하였다.

4. 물성 평가방법

강경도는 KS L ISO 4604:2013 시험방법에 준하여 캔틸레버(cantilever)법으로 측정하였다. 공기투과도는 ASTM D-737-04: 2012 시험방법에 준하여 실험

을 진행했다. Frasier법 기반의 공기투과도 시험기를 이용하여 단위 면적당 공기 투과도를 측정했다.

반복세탁에 의한 색상변화의 평가 및 표면염착농도(K/S)측정은 분광광도계(UV-Visible Spectrophotometer, GretagMacbeth, USA)를 이용하였으며, 발수도는 KS K 0590 시험방법에 의거하여 spray법으로 측정하고, AATCC Test 118-1992에 의거하여 발유도를 측정하였다.

5. 접촉각 측정(발수성평가)

발수가공제 처리에 의한 물리적인 특성변화를 파악하기 위해 접촉각을 측정하였다. 증류수를 측정용 액체로 사용하여 마이크로 주사기로 시험포의 표면에 약 10 μ l의 액적을 형성시킨 다음 각 시험포에 대해 3회 씩 측정하여 그 평균값과 편차를 구하고 접촉각을 측정하여 소수성을 평가하였다. 접촉각의 측정은 마크로렌즈(Navitar 1-6010) 및 CCD카메라 ProgRes C10 plus (Jenoptik, Germany)를 사용하여 촬영하였다. 영상으로부터 정확한 접촉각 분석을 위하여 화상분석(K. Choi, & Kim, 2011; J. Kim, 2002) 소프트웨어인 ImageJ(National Institute of Health, U.S.A.)프로그램의 Angle tool로 계산하고 'Analyze_Measure' 기능을 사용하여 값을 산출하였다.

III. 실험결과 및 고찰

1. 색상평가 및 표면 염착 농도(K/S)

가교제는 열처리에 의해 말단에 Isocyanate를 재생하며, 활성수소원자를 함유한 물질과 반응하여 섬유나 발수제와의 가교를 형성한다. 측정된 색상들의 평균값을 통한 가교제 농도별 K/S값은 반응성 잉크가 나노 안료 잉크에 비하여 높은 염착률을 보이고 있으며, 가교제의 농도와 열처리 온도에 대한 차이는 보이지 않고 있다.

그러나 Figure 1과 같이 발수제 농도의 증가에 따

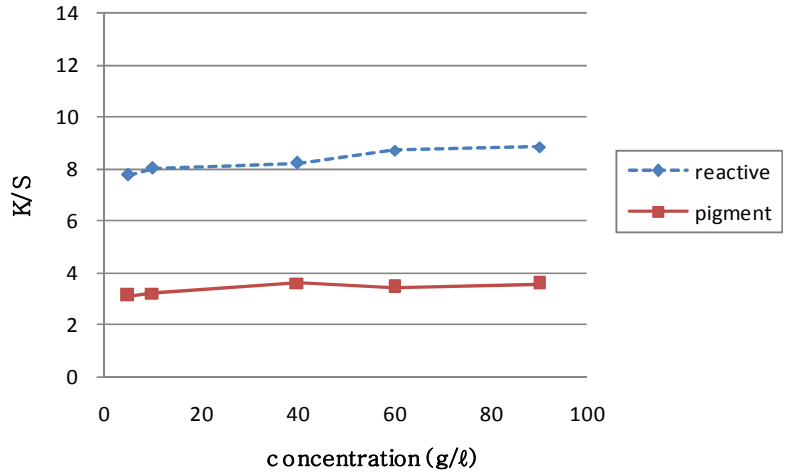


Figure 1. K/S Values of Reactive and Pigment Printed Silk Specimens after Water-repellent Finishing with Concentrations of Water Repellent Agent

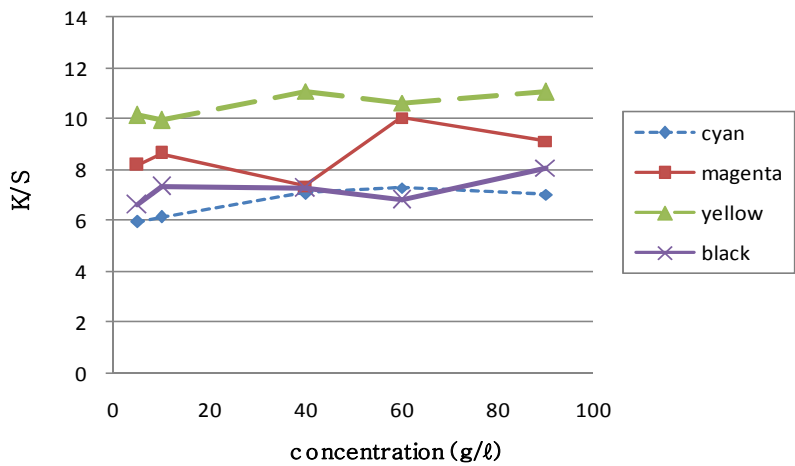


Figure 2. K/S Values of Reactive Printed Silk Specimens' Colors after Water-repellent Finishing with Concentrations of Water Repellent Agent

라 K/S 수치가 증가되는 경향을 나타내고 있으며, 반응성 잉크가 높은 증가율을 보이고, 기본 표면 염착률도 나노 안료 잉크보다 높다.

인쇄물의 색상에 따른 K/S값의 증가율이 다르게 나타나는데, 반응성잉크는 Figure 2와 같이 Yellow < Magenta < Black < Cyan순서이며, 나노 안료는 Figure 3과 같이 Black < Cyan < Magenta <

Yellow 순서로 나타났다. 이러한 결과는 발수제의 농도가 염료의 색상별로 다른 염착률을 나타낸다는 것을 알 수 있으며, 이에 대한 추가적인 연구가 필요할 것으로 사료된다. 시험 결과에 따라 40, 60g/l의 발수제 농도가 평균적으로 좋은 염착력을 나타내고 있음을 알 수 있다.

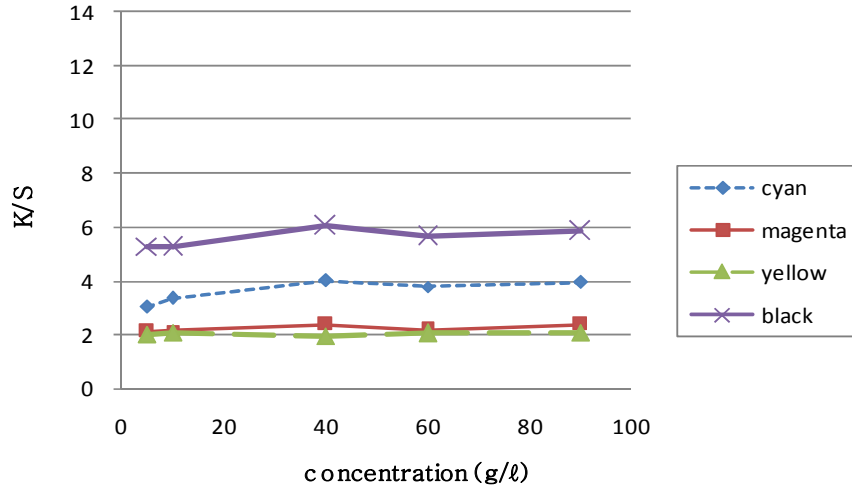


Figure 3. K/S Values of Pigment Printed Silk Specimens' Colors after Water-repellent Finishing with Concentrations of Water Repellent Agent

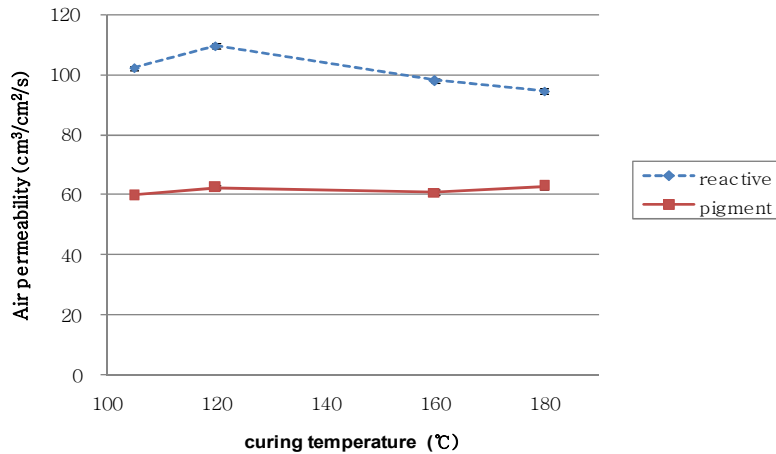


Figure 4. Air Permeability of Reactive and Pigment Printed Silk Specimens after Water-repellent Finishing with Curing Temperatures

2. 공기투과도

색상들의 평균값에 의한 결과를 보면 반응성 잉크가 나노 안료 잉크에 비하여 높은 공기투과율을 보이고 있다. 가교제 농도와 발수제 농도가 공기 투과율에는 큰 영향을 미치지 않지만 Figure 4와 같이 열처리 온도에 따라 반응성 잉크의 경우 온도별 높

은 수치를 나타내면서 열처리 온도 증가에 따라 수치가 점차 감소하였다. 나노 안료 잉크는 열처리 온도에 따른 변화가 거의 없는데 Figure 5를 보면 인쇄되지 않은 white control 시료가 인쇄된 시료와 달리 투과도가 증가하고 있으므로, 나노 안료 잉크의 사용이 직물의 표면에 코팅됨으로 공기투과도에 부정적인 영향을 미치는 것을 알 수 있다.

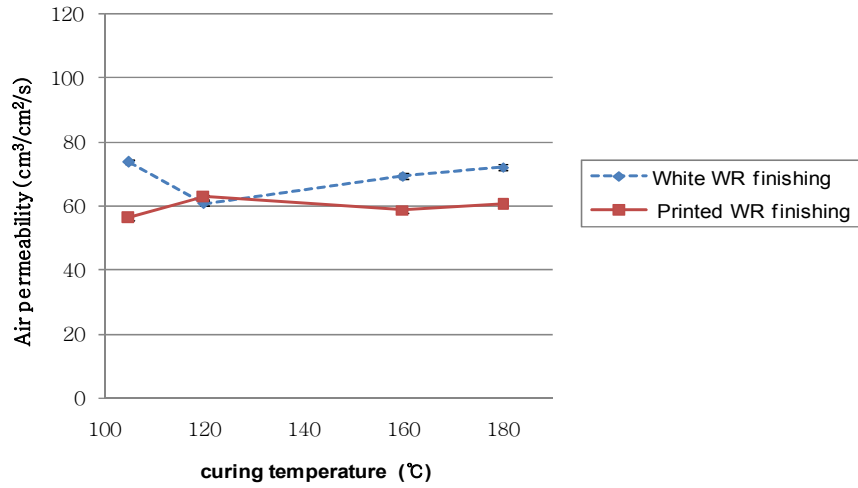


Figure 5. Air Permeability of Pigment Printed Silk Specimens after Water-repellent Finishing with Curing Temperatures

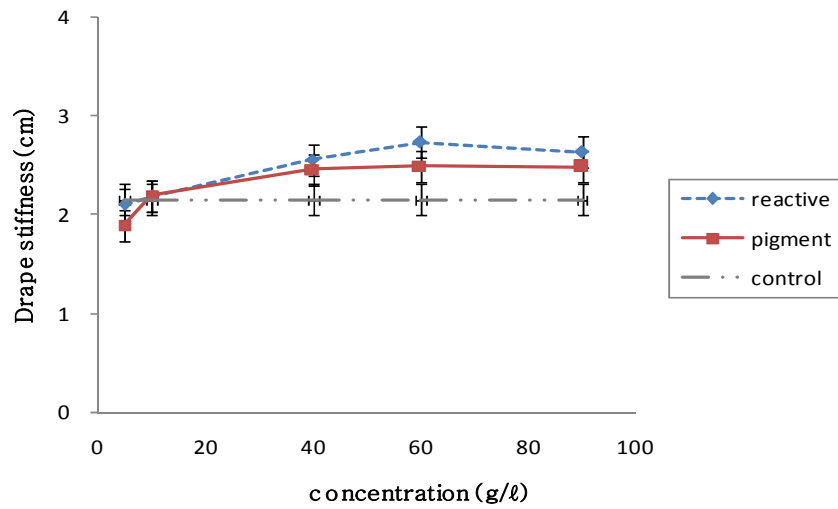


Figure 6. Drape Stiffness of Reactive and Pigment Printed Silk Specimens after Water-repellent Finishing with Concentrations of Water Repellent Agent

3. 강경도

견직물은 가교제와 발수제의 첨가로 control에 비해 뻣뻣해지고 있다. 반응성 잉크를 사용한 경우 나노 안료 잉크에 비하여 강경도가 높게 나타났다. 발

수제 농도가 증가할 때 반응성 잉크의 경우 발수제 농도의 증가에 따라 뻣뻣함이 증가하는 반면, 나노 안료 잉크는 일정한 수치가 유지됨을 알 수 있다 (Figure 6).

불소계 발수제가 섬유표면을 극소량의 불소폴리머

로 피복함으로써 섬유 기재가 가진 고유의 촉감이나 통기성 등을 손상시키지 않는다는 연구결과가 있으나(Chang, 2006), 본 연구결과와 경우 DTP 인쇄후

에 잉크와 발수제, 가교제의 상호 작용으로 뽀뽀함이 증가하고 있음을 알 수 있다.

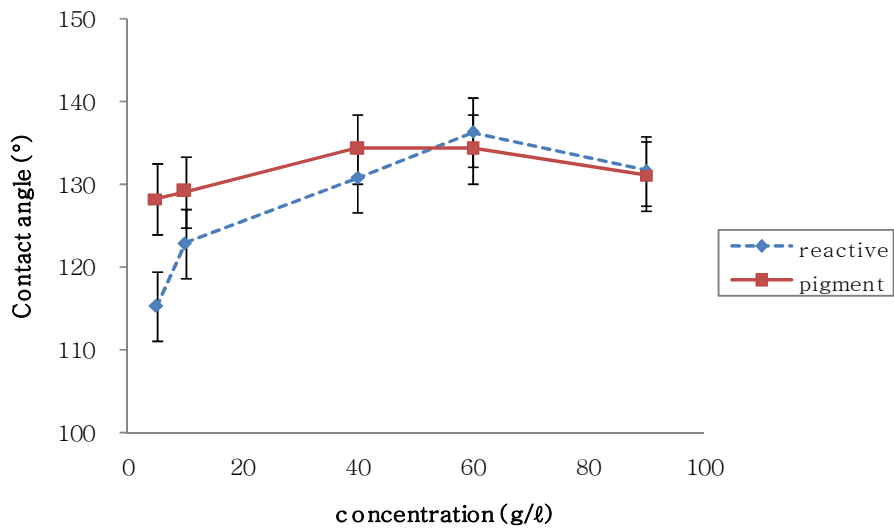


Figure 7. Contact Angles of Reactive and Pigment Printed Silk Specimens after Water-repellent Finishing with Concentrations of Water Repellent Agent

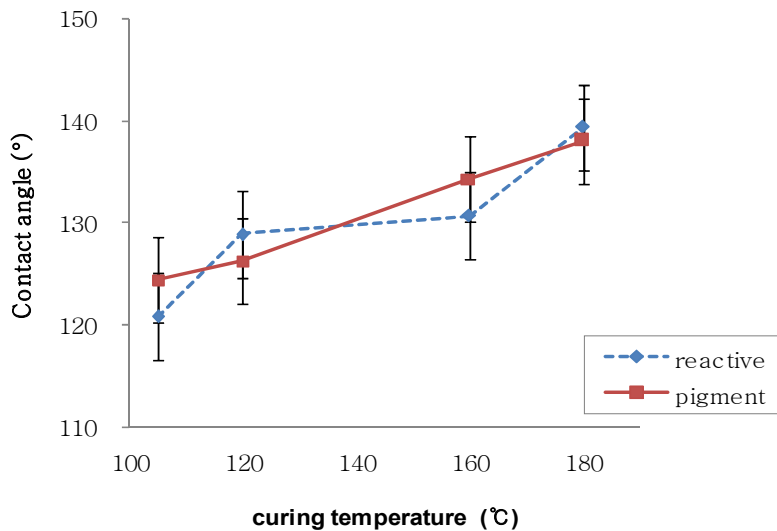


Figure 8. Contact Angles of Reactive and Pigment Printed Silk Specimens after Water-repellent Finishing with Curing Temperatures

4. 발수도, 접촉각, 발유도

견직물은 친수성이 높은 편이며, 물방울에 의한 습윤성 또한 큰 편이다. 따라서 발수성을 부여하게 되면 가공에 의한 발수성의 향상 효과가 매우 뚜렷하게 나타나게 된다(I. Choi, 2008).

발수도의 평가 방법 중 스프레이법에 의한 발수도를 측정하는 결과는 모두 100으로 동일하게 최대값을 보인다. 따라서 발수가공 시료 사이의 차이를 정밀하게 분석하기 위해 접촉각을 측정하는 결과는 다음과 같다.

색상별 평균값에 의한 접촉각은 평균 120이상으로 가교제 농도는 접촉각에 큰 영향을 미치지 않으며 반응성 잉크 보다 나노 안료 잉크의 접촉각이 더 높게 나타난다.

발수제 농도에 의한 접촉각의 변화를 살펴보면, 반응성 잉크에 비해 나노 안료 잉크를 사용한 경우 낮은 발수제 농도에서도 높은 발수도를 나타내고 있다. 반응성 잉크는 발수제 농도에 따라 발수도의 변화가 비교적 큰 편이라는 것을 알 수 있다(Figure 7).

온도별 접촉각의 변화는 Figure 8처럼 열처리 온도가 증가함에 따라 접촉각도 점차적으로 증가하고 있다. 이러한 결과는 발수성은 열처리 온도에 밀접한 영향이 있으며, 열처리 온도가 높을수록 높은 접촉각을 나타낸다는 사실을 알 수 있다. 불소발수제의 열처리는 섬유에 체적을 안정화시키고 구조의 결함을 제거하여 고온에서 불소피막이 섬유표면에 고르게 코팅되도록 해줌으로써 발수도를 증진시키는 것으로 사료된다. 또한 반응성 잉크보다 나노안료의

Table 1. Surface Color Difference of Silk Printed with Reactive and Pigment Ink according to the Concentrations of Water Repellent by Changing the Number of Washings

Color patches	Cross linking agent (g/l)	Number of washings	L*	a*	b*	ΔE	
Reactive cyan	Control		60.64	-22.31	-32.11	-	
	0	1	59.7	-23.93	-32.61	1.94	
		10	44.89	-17.51	-25.84	17.62	
	1	1	60.04	-22.8	-33.14	1.29	
		10	60.81	-22.81	-32.5	0.66	
	4	1	60.05	-23.03	-33.13	1.38	
		10	60.15	-22.67	-33.31	1.35	
	8	1	59.77	-23.97	-32.7	1.96	
		10	60.04	-22.8	-32.51	0.87	
	12	1	58.88	-23.76	-33.63	2.74	
		10	59.5	-23	-33.33	1.81	
	Pigment cyan	0	1	62.18	-28.42	-25.23	1.46
			10	63.67	-26.68	-23.8	4.16
		1	1	60.54	-28.9	-26.05	0.95
10			61.18	-27.02	-24.87	2.60	
4		1	61	-29.09	-26.01	0.47	
		10	62.21	-27.71	-24.93	2.14	
8		1	60.04	-30.17	-25.85	1.51	
		10	60.91	-28.89	-24.12	1.91	
12		1	59.98	-30.45	-26.97	2.02	
		10	60.37	-28.55	-26.07	1.30	

인쇄상태의 접촉각이 더욱 증대하는 이유도 표면에 잔류된 안료 성분으로 소수성인자가 더해짐으로써 공유결합하는 반응성 잉크보다 높은 발수도를 나타낸다고 볼 수 있다.
 가교제 농도별 발수제 농도별 발유도는 모두 4, 5급으로 우수하고 반응성 잉크보다 나노 안료 잉크의 발유도가 더 우수하였다.

5. 세탁 횟수별 색상변화와 접촉각, 발유도

반응성 잉크와 나노 안료 잉크 모두 가교제의 농도가 발수액의 농도나, 열처리 온도에 비하여 세탁 횟수에 따른 색상과 접촉각, 발유도에 영향을 미쳤다. 그 중 색상변화의 큰 차이를 보인 cyan color patch를 살펴보면 반응성 잉크보다 나노 안료 잉크가 세탁 10회에도 적은 색상 변화를 나타냄을 알 수 있다(Table 1).

Table 2. Changing Contact Angles of Silk Printed with Reactive and Pigment Ink according to the Concentrations of Water-repellent Finishing by Changing the Number of Washings

Cross linking agent (g/l)	Color patches	After finishing		Washing_1		Washing_5		Washing_10	
		reactive ink	pigment ink	reactive ink	pigment ink	reactive ink	pigment ink	reactive ink	pigment ink
0	Cyan	133	125	117	112	107	119	·	111
	Magenta	124	129	·	126	·	122	·	122
	Yellow	126	131	120	124	·	118	·	·
	Black	132	131	116	127	118	118	·	113
	White	127	128	107	124	98	119	·	109
1	Cyan	137	124	125	130	121	126	·	112
	Magenta	130	133	123	124	114	131	·	121
	Yellow	123	142	125	127	114	119	·	112
	Black	131	134	125	126	118	134	·	117
	White	128	130	122	120	112	126	·	117
4	Cyan	128	132	121	129	119	129	120	105
	Magenta	133	130	133	132	111	121	·	130
	Yellow	124	132	125	121	128	120	109	105
	Black	126	128	122	125	116	126	·	114
	White	124	126	129	123	122	106	·	97
8	Cyan	133	136	118	125	115	122	110	122
	Magenta	130	133	120	135	115	121	114	115
	Yellow	130	137	125	131	120	127	109	116
	Black	126	137	112	134	118	127	118	131
	White	134	129	128	135	125	113	121	117
12	Cyan	128	129	132	131	122	121	125	119
	Magenta	131	127	126	121	122	118	110	119
	Yellow	130	129	133	121	124	126	123	119
	Black	122	139	126	124	125	119	115	123
	White	134	126	125	129	122	120	107	121

* · : contact angle measured after 20 sec.

가교제 농도에 따른 접촉각은 세탁1회부터 10회 까지 접촉각이 점차 감소한다. 가교제의 농도가 적을수록 일찍 습윤 되는데 반응성 잉크는 8g/l부터 나노 안료 잉크는 1g/l이상부터 습윤이 일어나지 않았다. 이러한 결과는 반응성잉크의 경우 가교제의 농도가 8g/l이상일 때 반복세탁이 양호하며, 나노 안료 잉크는 가교제를 조금만 첨가하여도 높은 반복세탁에 대한 내구성이 증가함을 알 수 있다(Table 2).

가교제 농도에 의한 발유도는 발수도에 비하여 세탁 5회 이상은 발유성이 지속되지 않으며, 세탁1회를 기준으로 보았을 때 가교제 농도가 8g/l 이상이 되어야 반응성잉크와 나노 안료잉크 모두 3급 이상이 되며, 나노 잉크가 상대적으로 약간 더 높은 발유도를 나타내었다. 가교제에 의한 발수제의 내구성은 반복세탁에서 우수성을 발연 한다는 사실을 알 수 있다(Table 3).

Table 3. Oil Repellent of Silk Printed with Reactive and Pigment Ink according to the Concentrations of Water-repellent Finishing by Changing the Number of Washings

Cross linking agent (g/l)	Color patches	After finishing		Washing_1		Washing_5		Washing_10	
		reactive ink	pigment ink	reactive ink	pigment ink	reactive ink	pigment ink	reactive ink	pigment ink
0	Cyan	5	5	1	1	0	0	0	0
	Magenta	5	5	0	2	0	1	0	0
	Yellow	5	5	1	2	0	1	0	0
	Black	5	5	1	2	1	1	0	1
	White	4	5	1	2	0	1	0	0
1	Cyan	5	5	1	3	1	0	0	0
	Magenta	5	5	1	4	1	1	0	0
	Yellow	5	5	1	4	1	0	0	1
	Black	5	5	1	4	1	1	0	1
	White	4	5	1	2	1	1	0	0
4	Cyan	5	5	2	2	2	0	0	0
	Magenta	5	5	2	3	0	2	0	2
	Yellow	5	5	1	3	0	2	0	2
	Black	5	5	2	3	0	2	0	2
	White	4	5	1	2	0	0	0	0
8	Cyan	5	5	3	4	1	2	1	2
	Magenta	5	5	3	5	1	2	1	2
	Yellow	5	5	2	5	1	2	0	2
	Black	5	5	2	5	2	2	1	2
	White	4	5	2	4	2	0	2	1
12	Cyan	5	4	4	4	3	1	1	1
	Magenta	5	4	4	4	2	1	1	1
	Yellow	5	5	4	4	3	1	2	1
	Black	5	5	4	5	2	1	2	1
	White	4	4	4	4	0	1	0	1

IV. 결론

DTP 반응성 잉크와 나노 안료 잉크로 직물에 색상에 따라 인쇄하고 C6를 기반으로 하는 친환경 발수 발유제를 사용하여 가교제, 발수제 농도별, 열처리 온도별로 가공하였다. 완성된 시료들은 가교제농도, 발수제 농도, 열처리 온도에 따른 색상과 표면 염착 농도, 강연도, 스프레이 발수도, 접착각, 발유도를 측정하였다. 세탁횟수 1, 5, 10회에 따른 발수도와 발유도, 색상 차이를 비교 분석하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 색상의 변화는 전반적으로 ΔE 20이하로 색상은 미비한 영향을 미쳤으나, 반응성 잉크가 나노 안료 잉크보다 높은 염착력을 보였다. 가교제 농도와 열처리는 색상 변화에 영향을 미치지 않고, 발수제 농도에 따라 K/S값이 증가하였다.

2. 공기투과도 측정 결과 반응성 잉크는 가교제 농도, 발수제 농도, 열처리 온도와 상관없이 높은 공기투과도를 보이고 있다. 나노 안료 잉크는 가교제 농도 증가에 따라 투과율이 상승하였으며, 발수제 농도와 열처리에 따라서는 투과율이 감소하였다.

3. 강경도의 측정결과에 의하면 가교제 농도와 발수제 농도에 따라 뻣뻣함이 증가하였다.

4. 스프레이법에 의한 발수도는 가교제 농도에 상관없이 모두 100이고, 발수제 농도와 열처리 온도에 따라 다른 발수도를 보였다. 접착각은 두 잉크 모두 발수제 농도와 열처리 온도에 비례하여 증가하였으며, 나노 안료 잉크는 낮은 농도에서부터 높은 접착각을 보였다.

발유도는 발수제 농도에 영향을 받는다. 반응성, 나노 안료 잉크 모두 농도 40g/l부터 4~5급이 되고, 발수제 농도와 달리 가교제나, 열처리 온도에는 큰 차이를 나타내지 않았다.

나노 안료 잉크가 반응성 잉크보다 높은 접착각을 나타냈으며, 가교제의 농도가 발수도와 발유도에는 큰 영향을 미치지 않았다.

5. 반응성 잉크와 나노 안료 잉크 모두 가교제의 첨가여부가 세탁횟수에 따른 색상 변화에 영향을 끼친다는 것을 알 수 있으며, 반면 발수제의 농도는 세탁횟수에 따른 색상 변화에 큰 영향을 미치지 않

고, 열처리 온도는 반응성 잉크와 나노 안료 잉크 모두 색상 변화에 영향을 미쳤다. 전체적으로 반응성 잉크보다 나노 안료 잉크가 세탁10회 후에도 색상의 변화가 작았다.

6. 세탁 횟수에 따른 접착각의 변화는 반응성 잉크의 경우 가교제의 농도가 8g/l 이상, 발수제농도 40g/l, 열처리 온도 160℃ 이상에서 반복세탁에 내구성을 지니고, 나노 안료 잉크는 반응성 잉크보다 낮은 농도와 낮은 열처리 온도에서 높은 세탁 내구성을 보였다.

세탁 횟수에 따른 발유도의 변화는 발수도와 달리 세탁 1회부터 감소하고 세탁 5회 이상에서는 발유도가 지속되지 않았다. 가교제의 농도와 발수제 농도가 적을수록 열처리 온도가 낮을수록 일찍 습윤되고 전반적으로 나노 안료 잉크가 반응성 잉크보다 우수한 접착각과 발유도를 나타내었다.

References

- Aly, A., Moustafa, A., & Hebeish, A. (2004). Bio-technological treatment of cellulosic textiles. *Journal of Cleaner Production*, 12(7), 697-705. doi:10.1016/S0959-6526(03)00074-X
- Berthiaume, J., & Wallace, K. (2002). Perfluorooctanoate, perfluorooctanesulfonate, and N-ethyl perfluorooctanesulfonamido ethanol peroxisome proliferation and mitochondrial biogenesis. *Toxicology letters*, 129(1-2), 23-32. doi:10.1016/S0378-4274(01)00466-0
- Chang, G. (2006). Textile soil release finish technology, *Textile Journal*, 34(1), 41-56.
- Choi, I. (2008). *Fashion & textiles*. Seoul: Sungshin Woman's University Press.
- Choi, K., & Kim, J. (2011). A study on the color functions of the textile design system based on CAD using image analysis methods. *Journal of Fashion Business*, 15(4), 43-54.
- Dehghani, A., Jahanshah F., Borman, D., Dennis, K., & Wang, J. (2004). Design and

- engineering challenges for digital ink-jet printing on textiles. *Int. Journal of Clothing Science and Technology*, 16(1-2), 262-273.
- Jo, T. (2013). Environment friendly fluorinated water-repellent oil-repellent agents. Research Report. [pdf document] Retrieved from <http://www.reseat.re.kr/Montoring1R.do?method=read>
- Kennedy, G. (2004). The toxicology of perfluorooctanoate. *Critical Reviews in Toxicology*, 34(4), 351-384. doi: 10.1080/10408440490464705
- Kim, J. (2002). Image analysis of luster images of woven fabrics and yarn bundle simulation in the weave: Cotton, silk, and velvet fabrics. *Journal of Fashion Business*, 6(6), 1-11.
- Kim, S., & Choi, K. (2012). The study of the color reproducibility and the color fastness of nano ink-jet DTP: Focusing on 2012-2013 F/W color trend. *Journal of Fashion Business*, 16(2), 138-150.
- Nicca Korea: getting attention as green tech. dyeing. (2010). Retrieved from <http://okfashion.co.kr/index.cgi?action=detail&number=10875&thread=81r04>
- Park, S. [Sangoh] . (2008). *A study on the well-being wear design product: Focusing on textile product consumers' purchasing behavior* (Unpublished doctoral dissertation). Hanyang University, Seoul, Korea.
- Park, S. [Shinjung] ., Kim, J., & Jeon, D. (2004). A study on the physical properties of silk fabrics: Bending and luster properties. *Journal of Fashion Business*, 8(5), 31-40.
- Park, S. [Sungmin] ., Kwon, I., Kim, R., Yeum, J., Yoon, N., & Lee, K. (2009). A study on the self-cleaning surface finishing using PFOA free fluoric polymer and silica nano-sol. *Journal of Korean Soc. Dyers and Finishers*, 21(6), 1-11.
- Wells, R. (1983). Fatal toxicosis in pet birds caused by an overheated cooking pan lined with polytetrafluoroethylene. *Journal of American Vet. Med. Assoc.*, 182(11), 1248-1250.

Received(November 1, 2014)

Revised(December 4, 2014)

Accepted(December 12, 2014)