

〈研究論文(學術)〉

에어-플로우 염색기에 관한 연구(I)

-그린 플로우와 루프트-로토 염색기의 폴리에스테르 염색결과 비교-

서말용 · 이석영 · 이광수* · 김현국** · 이영일

한국섬유기술진흥원

*(주) 삼일산업

**국제염직(주)

(1995년 8월 7일 접수)

A Study on Air-flow Dyeing Machines

-A Comparison of Characteristics of the Polyester F fabrics Dyed with
Green-flow Dyeing M/C and Luft-roto Dyeing M/C-

Mal Yong Seo, Suk Young Lee, Kwang Su Lee*, Hyun Kuk Kim**, and Young Il Lee

Korea Institute of Textile Technology

**Samill Industrial Co., Ltd.*

***KukJe Dyeing & Weaving Co., Ltd.*

(Received August 7, 1995)

Abstract-A new dyeing M/C, called Green-flow was developed in this study. A new M/C was applied to mixed air flow method combined aerodynamic technology to fabric speed power. The polyester fabric was dyed of beige color with a new M/C and Luft-roto dyeing M/C made by Thies Company(German) with the same dyeing condition (liquor ratio=1:3.5, Fabric speed=450yds/min.) for comparison.

The results showed that the color fastness to dye and drapability of the fabrics dyed with both M/C were almost the same and the levelness and T.H.V of the fabrics dyed with Green-flow were better than those dyed with Luft-roto M/C. In addition, it is found that the fabric speed of 502yds/min was a suitable for both M/C.

1. 서 론

염색공업은 에너지 소비가 많고, 다량의 폐수를 방출하므로 여러가지 환경문제가 야기되는 산업적 특징을 갖고 있다. 이와 같은 환경문제는 최근 세계적으로 환경보호운동이 심화되면서 심각한 사회적 문제로 대두되었으며, 그 자구책으로서 공업용수의 공급을 제한하는 7부제 조업 및 에너지 절감과 저공해 염색을 실현하기 위한 저욕비형 염색기 개발에 많은 연구가 이루어져 왔다^{1,4)}.

1958년 9월 Burlington사(USA)의 특허출원 이후, Gaston County사의 젯트 염색기(액류형)가 1967년 Basel ITMA에 출품된 이래 로우프형 염색기에 대변혁을 가져오므로써⁵⁾, 폴리에스테르 섬유염색에 있어 1:20~1:30 정도의 욱비가 일반적이었으나 레피드(rapid) 염색기가 보급되면서 1:10~1:12, 서클러(circular)염색기가 출현하면서 1:7~1:8 정도까지 이르렀고, 욱비를 낮춤으로써 얻을 수 있는 경제성에 대해서, E. Izumina⁶⁾는 용수를 10% 절약하면 자연히 에너지는 5%

절감된다고 하였으며, Isamu Hashimoto⁷⁾도 욱비를 1:25에서 1:6으로 낮추면 염색비용은 50% 줄일 수 있다고 하여, 에너지 절감에 저욕비의 중요성을 강조하고 있다.

그러나, 액류염색기에서 피염물은 대부분 로우 프상으로 주행하므로 액면에서 분리될 때 염액의 저항에 의한 장력으로 rope mark 문체와 반송 파이프내에서의 스킴흡 등이 발생하고, 염액의 순환도가 낮아 균염성이 떨어지는 등의 많은 문제점을 지니고 있다.⁸⁾ 이러한 문제점의 해결과 초저욕비를 실현하기 위하여 염색시 피염물의 주행추진력에 기체/액체 혼합분사방식을 도입하려는 움직임이 가시화되었으며, 최초로 독일 Then사와 Höchst사의 공동연구로 THEN-AIRFLOW⁹⁾가 1983년 milano ITMA 출품된 이래, Thies사(독일), LAIP사와 Brazzoli사(이태리), Fong's사(홍콩), ATYC사(스페인), Henriksen사(덴마크), Scholl사(스위스) 등에서도 연구개발하여 특허출원하고 있는 실정이다.⁹⁻¹¹⁾ 한편, 우리나라에서는 유출폐수의 엄격한 규제와 공장 7부제 조업의 타결책으로 초저욕비형 air-flow 염색기를 Thies사, Krantz사, Then사 등으로 부터의 수입이 가속화되고 있는 추세이다.¹²⁾

따라서, 본 연구에서는 에너지절감과 섬유에 고부가가치화를 겨냥하여 초저욕비, 저장력, 환경보존형 Green-flow 염색기를 국산화하여, 독일의 Thies사 Luft-rotto 염색기와의 염색결과에 대한 성능비교를 연구검토하였다.

2. 실험

2.1 시료 및 시약

2.1.1 시 료

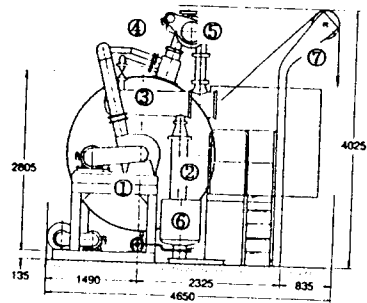
시료는 (주)성신에서 생지 4,000yds 구입하여 국제염직(주)에서 전처리한 다음 감량가공한 폴리에스테르(jacquard) 직물(warp: 71d/36f, 무연, 217本/inch, weft: 71d/36f, 무연, 95本/inch)을 독일 Thies사 Luft-rotto 염색기와 국산 Green-flow 염색기에서 베이지 색상으로 염색한 다음, 30cm x 50cm 크기로 끊어 60°C 열풍건조기 내에서 2시간 이상 건조한 후 desiccator내에서 24hr 이상 방치하여 항량화시킨 후 샘플로 사용하였다.

2.1.2 시 약

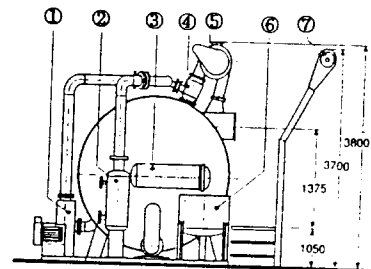
염료 및 조제는 현장에서 상용적으로 사용하고 있는 공업용 시약들이며, Dianix Yellow AC-E, Dianix Red AC-E, Dianix Blue AC-E, 분산제 V-900를 사용하였다.

2.2 실험장치

현장실험한 air-flow 염색기는, 국내 (주)삼일산업이 개발한 Green-flow 염색기와 독일 Thies사의 Luft-rotto 염색기를 사용하였으며 Fig. 1과 같다.



(a) Green-flow dyeing machine



(b) Luft-rotto dyeing machine

1. Blower 2. Heat exchanger 3. Filter 4. Nozzle
5. Winch 6. Addition tank 7. Unloading reel

Fig. 1. Schematic view of air-flow dyeing machines.

2.3 실험방법

기체/액체 혼합분사형인 Green-flow 염색기와 Luft-rotto 염색기는 모두 2tube 형태로서, 브로워와 순환펌프 및 윈치를 회전시켜 감량가공한 폴리에스테르 직물을 1 tube당 1,000yds씩 넣은 다음

첫단과 끝단을 재봉한다. 30~35℃ 정도에서 피염물이 잘 주행하는지를 10min.간 파악한 다음, 염료, 분산제, 빙초산을 순차적으로 주입하면서 염색하였다. 승온곡선과 처방은 Fig. 2와 같다.

Dianix Yellow AC-E	0.096 g/l
Dianix Red AC-E	0.054 g/l
Dianix Blue AC-E	0.019 g/l
V-900	1.000 g/l
pH(acetic acid)	4.2
Bath ratio	1 : 3.5
Fabric speed	450 yds/min.
Capacity	1,000 yds/tube
Time	60min.
Temperature	130℃

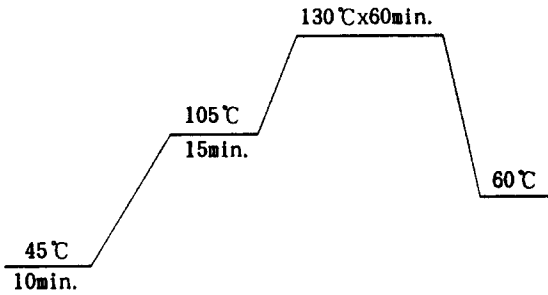


Fig. 2. Receipt & temperature curve of dyeing.

2. 3. 1 염색건뢰도 측정

일광건뢰도는 미국 Atlas사제 Fade-O-Meter를 사용하여 KS K 0700의 표준퇴색시간법으로 측정, 세탁건뢰도는 미국 Atlas사제 Launder-O-Meter를 사용하여 KS K 0430의 A-2법으로 시험하였으며, 이때 첨부백포는 Polyester와 Cotton을 사용하였다. 승화건뢰도 시험은 日本 Eyela의 WFO-600ND Drying Oven를 사용하여 KS K 0651의 유리판법으로 시험하였으며, 마찰건뢰도 시험은 영국 James H. Heal사제 마찰건뢰도 시험기를 사용 KS K 0650의 시험법으로 건과 습 모두에 대하여 시험하였다.

2. 3. 2 드레이크성 측정

드레이크성 측정은 日本 SEISAKU-SHO사제

Drape Tester기를 사용하여 JIS L 1084 C법으로 시험하였다.

2. 3. 3 측 색

측색은 日本 MINOLTA CHROMA METER CR-100을 사용하여 광원 D65, 10° 시야법으로 반사율을 60회 측정하였으며, 30회를 랜덤샘플링한 다음, 색차(ΔE)치의 표준편차로부터 균염성을 검토하였다.

2. 3. 4 태(Handle) 측정

직물의 역학적 특성치 시험은 日本 KATO-THEC사제 KES-FB system을 사용하여 경,위사방향 3회 측정의 평균치로 감각평가치(Hand Value : HV)와 태평가치(Total Hand Value : T.H.V)를 구하였다.

2. 3. 5 피염물의 주행속도

피염물의 주행속도 측정은, 피염물마다 눈에 잘 드러나는 표시를 해놓고, 염색기 문으로 보아 표시부분이 지나가는 순간 stop watch로 start 하고, 다시 그 표시부분이 나타날 때의 경과시간을 측정하고, 피염물의 길이를 측정시간으로 나누어 주행속도를 계산하였으며, 10회 측정하여 평균치와 표준편차를 구하였다.

3. 결과 및 고찰

3. 1 각종 염색건뢰도

Table 1은 Luft-rotto 염색기와 Green-flow 염색기에서 폴리에스테르 직물에 대하여 베이지 색상으로 염색한 피염물에 대하여 세탁, 일광, 승화, 마찰 건뢰도를 각각 5회 측정한 것이다. Luft-rotto/Green-flow 염색기에서의 염색물은 세탁건뢰도 4-5급/4-5급, 일광건뢰도 4급/4급, 승화건뢰도 3-4급/3-4급, 마찰 건뢰도 5급/5급으로서, 두 염색기종이 염색에 미치는 물리적 성능이 거의 같음을 알 수 있으며, 승화건뢰도가 다소 낮은 등급을 나타내었다.

일반적으로 Dianix 염료에는 E type, SE type, FE type의 3종류가 있는데, 본 실험에서 사용한 E type의 염료가 균염성과 carrier성이 우수한 반면 승화건뢰는 다소 떨어지는 염료로 알려져 있으며,

Table 1. Comparison of color fastness to polyester fabrics dyed by Green-flow and Luft-rot dyeing machines

color fastness	item	dyeing machines	measurements					
			1	2	3	4	5	
Color fastness to washing	Luft-rot	color change	5	4-5	5	4-5	4-5	
		Staining	cotton	5	5	5	5	5
			PET	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5
	Green-flow	color change	5	5	5	4-5	5	
		staining	cotton	5	4-5	5	5	5
			PET	4-5	5	5	4-5	5
Color fastness to light	Luft-rot		4	4	4-5	4	4	
	Green-flow		4	4-5	4	4-5	4	
Color fastness to sublimation	Luft-rot	color change	4	3	4	3	4-5	
		staining	3	3-4	3	3-4	3	
	Green-flow	color change	4	4	3-4	4	3-4	
		staining	3-4	3	3-4	3	3-4	
Color fastness to rubbing	Luft-rot	dry	4	4-5	5	4-5	5	
		wet	5	5	5	5	5	
	Green-flow	dry	5	5	4-5	5	5	
		wet	5	5	5	5	5	

彦田¹³⁾, 田邊¹⁴⁾ 등도 폴리에스테르 염색시 승화건뢰도의 저하는 다소 나타난다고 하였으며, 환원세정의 강화와 염료의 선택이 중요한 것으로 생각된다.

3.2 드래이프성 비교

Table 2는 Luft-rot 염색기와 Green-flow 염색기에서 폴리에스테르 직물에 대하여 베이지 색상으로 염색한 피염물에 대하여 드래이프성을 측정하는 것이다.

Table 2에서 알 수 있는 바와 같이, Luft-rot /Green-flow 염색기에 염색한 피염물은 0.385/0.386

Table 2. Drapability of polyester fabrics dyed by Green-flow and Luft-rot dyeing machines

No.	Drapability	
	Luft-rot	Green-flow
1	0.381	0.370
2	0.408	0.393
3	0.367	0.396
mean	0.385	0.386

의 계수치를 나타내고 있으므로, 두 기종이 피염물에게 미치는 물리적 비팅효과와 주행시 피염물에 걸리는 장력이 거의 같음을 알 수 있다.

3.3 염색물의 균염성 비교

Table 3-1은 Luft-rot 염색기와 Green-flow 염색기에서 폴리에스테르 직물에 대하여 베이지 색상으로 염색한 결과에 대한 색차(ΔE)치를 나타낸 것이며, Table 3-2는 I, II, III사에서 레피드 염색기로 염색한 출고제품의 색차(ΔE)치를 나타낸 것이다.

Table 3-1에서와 같이 Luft-rot 염색기에서 염색한 결과의 ΔE 표준편차(0.1676)가 Green-flow 염색기에서 염색한 결과의 ΔE 표준편차(0.1442)보다 높은 것으로 보아, Green-flow 염색기가 균염성이 다소 앞서는 것으로 나타났을 뿐만 아니라, Table 3-2의 액류 레피드 염색결과와 ΔE 표준편차들보다 낮은 값을 나타내었다. 이는 혼합기류를 분사하는 사각노즐내부와 염색기 내부의 압력차를 나타내는 차압게이지가 Luft-rot 염색기보다 Green-flow 염색기가 다소 안정도가 높기 때문에 균염성이 좋은 것으로 생각되며, 기류염색기가 액류염색기보다 염

Table 3-1. Color difference(ΔE) of polyester fabrics dyed by Green-flow and Luft-ROTO dyeing machines

No.	ΔE	
	Luft-ROTO	Green-flow
1	18.6	19.4
2	18.4	19.3
3	18.4	19.5
4	18.3	19.1
5	18.4	19.0
6	18.3	19.1
7	18.5	19.1
8	18.4	19.6
9	18.5	19.4
10	18.6	19.2
11	18.4	19.5
12	18.5	19.2
13	18.5	19.4
14	18.3	19.3
15	18.6	19.2
16	18.2	19.3
17	18.2	19.0
18	18.2	19.3
19	18.4	19.4
20	18.4	19.2
21	18.1	19.1
22	18.2	19.4
23	18.3	19.4
24	18.2	19.3
25	18.2	19.1
26	18.4	19.1
27	18.3	19.5
28	18.2	19.6
29	18.6	19.3
30	18.5	19.3
Mean	18.37	19.287
Std Dev	0.1442	0.16761
95% Conf	0.026327	0.062587

Table 3-2. Color difference(ΔE) of end-use polyester fabrics dyed by rapid dyeing machine from I, II, III companies

No.	ΔE		
	I	II	III
	Taupe color	Pushia color	Burgandy color
1	43.5	73.1	72.7
2	43.5	73.0	72.4
3	43.4	72.9	72.4
4	43.3	73.2	72.5
5	43.4	73.3	72.5
6	43.0	72.8	72.7
7	43.9	73.3	72.7
8	43.0	73.0	72.6
9	43.1	73.3	72.5
10	43.0	73.4	72.3
11	42.8	73.2	72.6
12	42.7	73.2	72.5
13	42.8	73.2	72.7
14	42.8	73.3	72.5
15	42.0	73.3	72.4
16	42.0	73.4	72.6
17	42.6	73.3	72.4
18	42.9	73.3	72.3
19	42.6	73.1	72.3
20	42.9	73.1	72.5
21	42.7	73.0	72.2
22	42.6	73.4	72.9
23	42.9	73.2	72.3
24	42.5	73.3	72.4
25	42.4	73.4	72.3
26	42.6	73.3	72.3
27	42.6	73.2	72.5
28	42.6	73.2	72.5
29	42.0	73.2	72.3
30	42.9	73.2	72.4
Mean	42.9	73.203	72.44
Std Dev	0.29595	0.14967	0.1734
95% Conf	0.11051	0.05589	0.06475

액교환율이 높을 뿐만 아니라 주행속도가 2배 정도 빠르므로 염액과 접촉횟수가 증대하므로 양호한 균염성이 얻어진 것으로 생각된다.

3.4 염색물의 태(態) 비교

Table 4는 Luft-ROTO 염색기와 Green-flow 염색기에서 폴리에스테르 자카드직물에 대하여 베이지색상으로 염색한 결과에 대해서 태(態)를 측정된 결과를 나타낸 것이다.

Table 4에서와 같이, Luft-ROTO/Green-flow 염색기에 염색한 결과, 감각평가치(H.V)는 Koshi 6.90/6.80, Numeri 6.22/6.39, Fukurami 4.99/5.00로 나타났으며, 태평가치(T.H.V)는 Green-flow 염색기 염색물(4.07)이 Luft-ROTO 염색기 염색물(3.89)보다 높은 것으로 보아 Green-flow 염색기의 염색물이

태(態)가 우수함을 알 수 있다. 이는 피염물에 가해지는 물리적인 비팅(beat)효과가 Green-flow 염색기에서 더 균일하게 일어난 것으로 생각된다.

3.5 피염물의 주행속도 비교

Table 5는 Luft-ROTO 염색기와 Green-flow 염색기에서 염색할 때의 피염물 주행속도를 측정된 것이다. Table 5에서 알 수 있는 바와 같이, Green-flow/Luft-ROTO 염색기에서의 피염물 주행속도(yds/min.)는 502.3/502.9으로서 액류 레피드염색기의 1.5배 이상임을 알 수 있다. 이는 혼합기류염색에서 초저속비는 자중구동형 로테이터드럼에서 염액과 피염물이 빠르게 분리되므로 윈치 릴(winch reel)로 끌여 올라갈 때 대단히 피염물이 가볍기 때문에

Table 4. Comparison of mechanical characteristics of polyester fabrics dyed by Luft-ROTO and Green-flow dyeing machines

Properties	Symbol	Unit	Luft-ROTO				Green-flow			
			Warp	Weft	Mean	$x-\bar{x}/\sigma$	Warp	Weft	Mean	$x-\bar{x}/\sigma$
Tensile	LT	-	0.8024	0.7360	0.7692	0.2490	0.8140	0.8140	0.8307	0.9899
	WT	gf · cm/cm ²	0.0441	0.1094	0.0768	-2.3610	0.0495	0.0847	0.0671	-2.5263
	RT	%	64.1241	80.4389	72.2815	0.8300	63.7217	74.2360	68.9788	0.5492
Bending	B2	gf · cm ² /cm	0.1020	0.0233	0.0627	1.1998	0.1036	0.0247	0.0641	1.2277
	HB	gf · cm/cm	0.0402	0.0080	0.0241	0.5387	0.0559	0.0097	0.0328	0.7997
Shear	G2	gf/cm · deg	0.2466	0.2466	0.2466	-0.7715	0.2279	0.2344	0.2311	-0.8642
	2HG	gf/cm	0.2254	0.1519	0.1886	-0.8075	0.2074	0.2074	0.2074	-0.7337
	2HG5	gf/cm	0.5357	0.4965	0.5161	-0.7029	0.4900	0.5276	0.5276	-0.7167
Surface	MIU	-	0.1588	0.2305	0.1947	-0.6888	0.1504	0.2516	0.2010	-0.5492
	MMD	-	0.0037	0.0148	0.0092	-1.6012	0.0034	0.0139	0.0087	-1.7242
	SMD	micron	0.9929	3.0614	2.0272	-0.4559	1.9903	3.1191	2.0547	-0.4412
Compression	LC	-		0.6517		-0.7877		0.6374		-0.9978
	WC	gf · cm/cm ²		0.0091		-0.9580		0.0101		-0.8283
	RC	%		63.3144		1.9210		59.6618		1.4582
Thickness & Weight	T	mm		0.2181		-1.2082		0.2140		-1.2479
	W	mg/cm ²		9.383		0.0570		9.3989		0.0610
H.V : KN-203-LDY			[H.V : 10 strong H.V : 1 weak]				[H.V : 10 strong H.V : 1 weak]			
KOSHI			6.90				6.80			
NUMERI			6.22				6.39			
FUKURAMI			4.99				5.00			
T.H.V : KN-302-SUMMER			[T.H.V : 5 excellent T.H.V : 1 poor]				[T.H.V : 5 excellent T.H.V : 1 poor]			
T.H.V			3.89				4.07			

주행속도가 빠를 것으로 생각된다.

한편 Green-flow/Luft-rotto 염색기에서의 주행속도 표준편차(Std. Dev.)는 4.121/6.019으로서 Green-flow 염색기의 피염물이 훨씬 안정적임을 알 수 있다. 이는 피염물에 주행추진력을 주는 장치, 즉 원치 릴, 염액순환펌프, 브로워(blower)를 구동시키는 장치인 모터(motor)에 주파수변환장치인 인버터가 Green-flow 염색기에만 부착되어 있기 때문인 것으로 고찰된다.

Table 5. Fabric speed of polyester fabric dyed by Green-flow and Luft-rotto dyeing machines

No.	fabric speed(yds/min)	
	Green-flow	Luft-rotto
1	505	511
2	503	495
3	498	499
4	500	501
5	501	499
6	508	500
7	510	504
8	503	497
9	497	503
10	504	514
mean	502.9	502.3
Std.Dev.	4.121	6.019

4. 결 론

공기를 응용한 aerodynamic 기술을 접목시킨 초저욕비, 저장력형 Green-flow 염색기를 국산화 하여, 독일 Thies사 Luft-rotto 염색기와 성능을 비교연구한 결과, 다음과 같은 결론을 얻었다.

1) 혼합기류에서 1:3.5의 초저욕비 염색이 가능하였으며, Luft-rotto/Green-flow 염색기에서 염

색한 결과, 각종 건뢰도와 드래이프성(0.385/0.386)이 거의 동일하였으며, 색차의 표준편차(Std. Dev.)는 0.1442/0.1676로서 Green-flow 염색기가 균염성이 우수하였다.

2) Luft-rotto/Green-flow 염색기에서 염색한 결과, Koshi 6.90/6.80, Numeri 6.22/6.39, Fukurami 4.99/45.0으로서 태평가치(T.H.V) 3.89/4.07을 얻었으며, 두 기종 모두 피염물 주행속도는 502yds/min.로 나타났다.

참 고 문 헌

1. Kazutomo Ishizawa, et al., 染色工業(日本), 28, 314(1980).
2. Hirohito Matsui, 染色工業(日本), 28, 268(1980).
3. T. D. Fulmer, *America's Textile International*, 64(1989).
4. 韓國纖維工學會 産學協同講座 “저공해염색/가공기술” 87(1993).
5. A. C. Welham, *America's Textile International*, 94(1994).
6. E. Izumina, 纖維機械學會誌(日本), 32, 293(1979).
7. Isamu Hashimoto, 染色工業(日本), 28, 166(1980).
8. 的場由穂, “染色ノウハウの理論化”, (株)染織經濟新聞社, 106~109(1986).
9. *International Dyer*, 10(1993.3).
10. T. Takebe, 纖維機械學會誌(日本), 41, 59(1988).
11. Kazuo Shiozawa and Yoshihiro Aoyama, 纖維加工(日本), 46, 351(1994).
12. *Dyeing & Printing Economy*, 68(1990).
13. 彦田, 纖維機械學會誌(日本), 31, 209(1978).
14. 田邊, 染色工業(日本), 25, 407(1977).