

액류염색기와 Air-Flow 염색기에 의한 제품특성 비교

이춘길 · 성우경

경일대학교 공과대학 섬유패션학과

1. 서 론

Air-flow 염색기^{1,2)}는 저액비 직물염색기로, 다량의 물과 열에너지를 사용하는 액류염색기와는 구별되는 직물염색 공정 장치³⁻⁸⁾이다. 본 연구에서는 이러한 air-flow 염색기로 염색한 직물과 액류염색기로 염색한 직물의 특성을 비교 검토한 것이다. 본 연구에 사용한 air-flow 염색기는 저액비이면서 고속운전이 가능하며 안정된 순환⁴⁾이 이루어지는 신합섬 직물용 염색기이다. 이는 직물의 파일링이 안정되고 직물과 염액의 순환이 안정되어 균일한 염색을 하며 주행이 안정되도록 한 구조로 이루어져 있으며, 준비탱크를 응용한 구조로, 운전 중에도 고온 배액이 가능하므로 공정을 단축하는 구조이다. 또 기류와 염액을 동시에 분사하는 방식을 채택하되 염액의 분사 없이도 기류만에 의해서 피염물의 순환이 이루어지며, 동체의 구조는 벤트 실크웜형으로 이루어져 있고, 영킵 해제장치⁶⁾를 부착하여 효율적인 직물의 순환이 가능하도록 한 것이다. 그리고 튜브 중간에는 격막판을 설치하여 1 튜브 2 챔버 시스템으로 구성한 것이다.

2. 실 험

2.1 Air-flow 염색기

Air-flow 염색기는 벤트 실크웜형 염색기로, 1개의 동체 내부에 2개의 체류실을 설치하여 1 튜브 2 챔버 시스템으로 이루어져 있다. 염색조에 내장되는 체류실을 한 쌍으로 구비하여 2개의 직물을 동시에 수납시켜 적은 용량의 열에너지와 염액으로 직물을 양산 가공할 수 있도록 한 이 염색기는, 염색조 상부의 입구 측에 원치 릴을, 직물 이송관의 입구 측에 제트 노즐을, 염색조 하방에는 증류기와 열교환기를 각 구비하고, 증류기 상부에는 염액압송 펌프를 설치한 형태를 취하고 있다. 그리고 출구를 제트 노즐과 연결하고, 염색조 내에 설치되는 타공판으로 구성되는 체류실은 한 쌍으로 하면서 입구부 측에는 입구부 체류실, 정리부 측에는 만곡부를 갖는 정리부 체류실이 되도록 한 구성이 그 특징이다. 염색기용 염색조는 염색조의 동체를 경사지게 입구부와 체류부 및 정리부로 구분하고, 정리부에는 나팔관과 송풍기를 부착하여 제트 노즐과 연결하며 염색조 내에 내장되는 타공판의 체류실은 한 쌍이 되게 하며, 입구부에는 입구부 체류실, 체류부에는 유치부 체류실, 정리부에는 만곡부를 갖는 정리부 체류실을 구비하고 있다.

2.2 액류염색기와의 에너지 소비량 비교

Air-flow 염색기를, 직물 200만 kg을 생산(200g/m 기준)하기 위한 경우에 대해, 기존형 염색기인 Jet Circular 염색기(SIDC 1,200)와 비교한 것이 Table 1이다. Air-flow 염색기는 직물 200만kg을 생산할 때 1대당 119 toe의 절감효과(37% 절감효과)가 있으므로, 170대를 기준으로 하면 연간 20,230 toe의 절감이 가능한 특성이 있다.

Table 1. Energy consumption of the dyeing machines

Dyeing machine		Air-flow dyeing machine (SIDX)	Jet Circular dyeing machine (SIDC 1,200)	Remark
Classification				
Steam and electric power	Steam (won)	0.451ton × 667days × 10times × 5,500=16,544,935	0.758ton × 833days × 8times × 5,500=28,771,820	
	Electric power (won)	64kW × 667days × 10times × 46=19,636,480	80kW × 833days × 8times × 46=24,523,520	
	Total (won)	36,181,415	53,297,340	32% reduction
Energy consumption	Steam (toe)	0.451ton × 667days × 10times × 539,000 × 10 ⁻⁷ =162.1	0.758ton × 833days × 8times × 539,000 × 10 ⁻⁷ =272.2	
	Electric power (toe)	64kW × 667days × 10times × 860 × 10 ⁻⁷ =36.7	80kW × 833days × 8times × 860 × 10 ⁻⁷ =45.8	
Total energy consumption	toe	198.8	317.8	37% reduction

2.3 직물의 물리적 특성 측정

Table 2. Description of Mechanical Characteristic Values

Property	Parameter	Description	Unit
Tensile	E M	Extensibility	none
	L T	Linearity of load/extension curve	none
	W T	Tensile energy	g · cm ² /cm
	R T	Tensile resilience	%
Bending	B	Bending rigidity	g · cm ² /cm
	2 H B	Hysteresis of bending moment	g · cm ² /cm
Shearing	G	Shear stiffness	g _t /cm · deg
	2 H G	Hysteresis of shear force at shear angle (φ=0.5deg.)	g _t /cm
	2 H G _s	Hysteresis of shear force at shear angle (φ=0.5deg.)	g _t /cm
Compression	L C	Linearity of compression/thickness curve	none
	W C	Compressional energy	g _f · cm/cm ²
	R C	Compressional resilience	%
Surface	M I U	Coefficient of friction	none
	M M D	Mean deviation of M I U	none
	S M D	Geometrical roughness	μm
Thickness and Weight	T	Fabric thickness	mm
	W	Fabric weight	mg/cm ²

각 염색기에 의해 염색된 직물은 KES-FB System을 이용하여 16종의 역학특성치를 계측하였다. 직물의 역학 특성값은 KN-201-LDY를 이용하여 측정하였으며, 역학특성의 계측 항목은 Table 2와 같다. 16종의 역학특성치는 각각 경사 및 위사방향으로 측정하였다.

2.4 염색기의 구동조건 및 특성비교

Air-flow 염색기와 기존형 염색기인 Jet Circular 염색기(SIDC 1,200)의 특성을 비교한 것이 Table 3이다.

Table 3. Characteristics of the dyeing machines

Dyeing machine Characteristics	Air-flow dyeing machine (SIDX)	Jet Circular dyeing machine (SIDC 1,200)	Remarks
안정된 직물의 순환 (영킴빈도/일)	3	10	Air-flow염색기의 영킴빈도가 1/3으로 감소
노출의 정압운전 (압력변화율)	5% 이하	15%	Air-flow염색기의 정압운전의 변화율이 10% 감소
원치릴의 구성	무동력	회전제어힘듦	Air-flow염색기는 릴형태가 다름
포속 (m/min)	400~500	300~350	Air-flow염색기는 포속이 증대됨 (PET 직물: 250g/running meter기준)
액비	1 : 3	1 : 6~8	Air-flow염색기는 액비가 낮음
Type	에어만으로 구동가능	액류	
직물적용 범위	광범위(Rayon, PET, T/C, T/R 등)	광범위	Air-flow염색기는 광범위한 직물을 대상으로 함
Blower 유무	유	무	Air-flow염색기는 Blower가 있음
동체의 형태	1 tube 2 chamber	1 tube 1 chamber	Air-flow염색기는 2개의 챔버로 생산력 증대

2.5 Program logic control에 의한 온도제어

염색기의 구동은 PLC에 의한 온도제어를 하였으며, 이에 대한 구동특치의 변화를 실험적으로 검증하였다. 승온과 감온은 직선적으로 이루어지도록 하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 액류염색기 및 air-flow염색기로 염색한 직물의 인장특성

액류염색기 및 air-flow염색기로 염색한 직물의 인장특성을 나타낸 것이 Table 4이다. 시료번호 1-3은 액류염색기에 의한 것이며, 4-6은 air-flow염색기에 의한 것이다. 이 LT와 WT는 air-flow염색기에 의한 제품 값이 더 큼을 알 수 있다.

Table 4. Tensile properties of liquid-flow and air-flow dyeing systems

Sample No.	Property	LT	WT	RT	EMT
		1(liquid-flow)	warp	0.516	5.57
	filling	0.606	2.63	71.60	1.74
	mean	0.561	4.10	70.43	3.03
2(liquid-flow)	warp	0.516	6.07	69.83	4.70
	filling	0.627	2.53	63.42	1.62
	mean	0.572	4.30	66.63	3.16
3(liquid-flow)	warp	0.511	6.76	68.59	5.29
	filling	0.636	2.41	66.54	1.52
	mean	0.573	4.59	67.57	3.41
4(air-flow)	warp	0.533	5.81	70.46	4.36
	filling	0.621	2.47	68.93	1.59
	mean	0.577	4.14	69.70	2.98
5(air-flow)	warp	0.547	6.36	66.81	4.66
	filling	0.629	2.58	65.85	1.64
	mean	0.588	4.47	66.33	3.15
6(air-flow)	warp	0.529	6.31	70.71	4.78
	filling	0.666	2.73	61.65	1.64
	mean	0.597	4.52	66.18	3.15

3.2 액류염색기 및 air-flow염색기로 염색한 직물의 전단특성

액류염색기 및 air-flow염색기로 염색한 직물의 전단특성을 나타낸 것이 Table 5이다. 여기서 2HG(5)는 air-flow염색기에 의한 제품 값이 더 작음을 알 수 있다.

Table 5. Shear properties of liquid-flow and air-flow dyeing systems

Sample No.	Property	G			2HG			2HG(5)		
		+φ	-φ	mean	+φ	-φ	mean	+φ	-φ	mean
1(liquid-flow)	warp	0.46	0.48	0.47	0.84	0.88	0.86	2.49	3.04	2.76
	filling	0.39	0.28	0.34	0.24	0.23	0.23	1.86	1.20	1.53
	mean	0.42	0.38	0.40	0.54	0.55	0.55	2.18	2.12	2.15
2(liquid-flow)	warp	0.83	0.31	0.57	1.15	1.02	1.08	4.15	1.83	2.99
	filling	0.47	0.25	0.36	0.18	0.09	0.13	2.35	0.96	1.66
	mean	0.65	0.28	0.47	0.66	0.55	0.61	3.25	1.40	2.32
3(liquid-flow)	warp	0.59	0.35	0.47	0.66	0.59	0.62	2.94	1.68	2.31
	filling	0.45	0.25	0.35	0.11	0.09	0.10	2.12	0.70	1.41
	mean	0.52	0.30	0.41	0.38	0.34	0.36	2.53	1.19	1.86
4(air-flow)	warp	0.65	0.27	0.46	0.78	0.58	0.68	2.88	1.19	2.03
	filling	0.23	0.29	0.26	0.07	0.11	0.09	0.70	0.98	0.84
	mean	0.44	0.28	0.36	0.43	0.34	0.38	1.79	1.08	1.44
5(air-flow)	warp	0.78	0.43	0.60	0.81	0.67	0.74	4.14	1.78	2.96
	filling	0.38	0.23	0.30	0.17	0.11	0.14	1.51	0.52	1.01
	mean	0.58	0.33	0.45	0.49	0.39	0.44	2.82	1.15	1.99
6(air-flow)	warp	0.70	0.33	0.51	1.03	0.87	0.95	3.40	1.40	2.40
	filling	0.21	0.46	0.34	0.11	0.25	0.18	0.35	1.61	0.98
	mean	0.45	0.40	0.43	0.57	0.56	0.56	1.88	1.50	1.69

3.3 액류염색기 및 air-flow염색기로 염색한 직물의 굽힘특성

액류염색기 및 air-flow염색기로 염색한 직물의 굽힘특성 중 2HB는 air-flow염색기에 의한 제품 값이 더 작았다.

3.4 액류염색기 및 air-flow염색기로 염색한 직물의 압축특성

액류염색기 및 air-flow염색기로 염색한 직물의 압축특성을 나타낸 것이 Table 6이다. 이 표에서 RC는 air-flow염색기에 의한 제품 값이 더 작으나 WC는 반대의 현상을 보이고 있다.

Table 6. Compressional properties of liquid-flow and air-flow dyeing systems

Property Sample No.	LC	WC	RC	TO	TM
1(liquid-flow)	0.439	0.133	61.48	0.649	0.527
2(liquid-flow)	0.509	0.141	63.96	0.637	0.525
3(liquid-flow)	0.485	0.144	62.17	0.659	0.540
4(air-flow)	0.463	0.176	58.29	0.669	0.515
5(air-flow)	0.477	0.153	58.62	0.649	0.520
6(air-flow)	0.466	0.163	58.48	0.659	0.518

3.5 액류염색기 및 air-flow염색기로 염색한 직물의 표면특성

액류염색기 및 air-flow염색기로 염색한 직물의 표면특성 중 MIU는 air-flow염색기에 의한 제품 값이 더 작은 값을 나타내었다.

3.6 액류염색기 및 air-flow염색기로 염색한 직물의 T.H.V.

액류염색기 및 air-flow염색기로 염색한 직물의 Koshi, Numeri, Fukurami 및 T.H.V.을 나타낸 것이 Table 7이다. Koshi의 경우 air-flow염색기로 염색한 직물이 낮았으나, Numeri, Fukurami, T.H.V.는 더 높게 나타났다.

Table 7. T.H.V. of liquid-flow and air-flow dyeing systems

Property Sample No.	Koshi	Numeri	Fukurami	T.H.V.
1(liquid-flow)	6.52	5.96	8.41	3.88
2(liquid-flow)	6.59	5.90	8.41	3.83
3(liquid-flow)	6.59	6.78	8.95	4.32
4(air-flow)	6.34	6.64	8.89	4.33
5(air-flow)	6.52	6.83	8.97	4.37
6(air-flow)	6.47	6.93	9.02	4.45

4. 결 론

액류염색기 및 air-flow염색기로 염색한 직물의 특성을 비교 검토한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다. 액류염색기 및 air-flow염색기로 염색한 직물의 인장특성 중 LT와 WT는 air-flow염색기에 의한 제품 값이 더 높았으며, 전단특성을 나타내는 2HG(5)는 air-flow염색기에 의한 제품 값이 더 작음을 알 수 있었다. 굽힘특성 중 2HB는 air-flow염색기에 의한 제품 값이 더 작았으며, 압축특성 중 RC는 air-flow염색기에 의한 제품 값이 더 작으나 WC는 반대의 현상을 보였다. 표면특성 중 MIU는 air-flow염색기에 의한 제품 값이 더 작은 값을 나타내었으며, Koshi의 경우 air-flow염색기로 염색한 직물이 낮았으나, Numeri, Fukurami, T.H.V.는 더 높게 나타났다. 이러한 결과는 두 염색기의 구조와 공정특성의 차이에 기인한 것으로, 이는 제품의 특성에 염색기의 특성이 영향을 미치고 있음을 말해주는 것이다.

참 고 문 헌

1. 이춘길, 박인만, 산업재산권(실용신안)출원, “직물가공기용 열교환기” (1997).
2. 이광수, 산업재산권(실용신안)출원, “에어프루 염색기용 염색조” (1997).
3. 이춘길, 이광수 외, “저액비 직물염색기 개발에 관한 중간보고서”, 산업자원부(1997).
4. 이춘길, 이광수 외, “저액비 직물염색기 개발에 관한 최종보고서”, 산업자원부(1998).