

PTT(Poly-trimethylene terephthalate)섬유의 날염성에 관한 연구

심재윤, 차희철, 박영환, 김재필*

한국생산기술연구원, *서울대학교

1. 서론

PTT섬유는 일반적으로 PET섬유보다 20℃정도 낮은 유리전이온도(Tg)를 가지기 때문에 PET염색온도보다 저온에서 염색가능하다는 사실은 이미 알려진 바 있으며 이를 통해 날염 또한 PET 대비 저온(100℃)에서 가능하리라 예상된다. 일반적으로 PET를 주종으로 날염하는 업체에서 채택한 온도조건은 175℃정도이고 나일론을 주종으로 날염하는 업체는 100℃정도이다.

PTT섬유는 자체 고유의 신축성을 가지고 있고, 나일론과 유사한 촉감을 지니고 있기 때문에 Fitness-sports wear로 전개되어지고 있는 나일론 제품을 아주 효과적으로 대체 가능한 소재이다. 특히 수영복용으로 주로 사용되는 나일론은 섬유 및 염료의 본질적인 분자구조적 성질로 인해 염소 및 일광견뢰도가 상당히 좋지 않다. 현재 실내수영장의 잔류염소 기준치는 0.4~0.6 ppm(오존 처리시 0.2~0.4ppm)으로 규정되어 있지만 실제 수영장의 물은 활성 염소함량이 통상 0.5~3.0ppm 또는 그 이상으로 염소화 되어있어 기준치를 초과하는 곳이 많다. 해변용 나일론 수영복은 해수의 염분 및 선택로션, 그리고 강한 일광의 영향으로 섬유가 취화되어 그 내구성이 현저히 떨어지게 된다. 하지만 이런 결점에도 불구하고 나일론이 수영복 소재로 꾸준히 사용되고 있는 이유는 부드러운 촉감과 사용되는 산성염료가 맑고 밝기때문에 화려한 색상을 발현할 수 있다는 장점을 가지기 때문이다.

내구성이 나일론 대비 높고 열처리 조건이 PET에 비해 상당히 저온인 PTT의 수영복으로의 전개가 유망하기 때문에 본 연구에서는 수영복 경편 조직인 PTT two way spandex원단을 이용하여 최적 날염 조건을 살펴보고자 한다.

2. 실험

2.1 시 료

양방향 신축특성을 지니는 two-way span 트리코트 편물을 정련제 2g/l, soda ash 2g/l, 금속이온봉쇄제 1g/l 로 90℃, 30분간 정련 후 185℃, 1분30초간 건조하여 실험에 사용하였으며, 실험에 사용된 트리코트 편물의 제편조건은 table 1.과 같다.

Table 1. Knitting conditions of PTT tricot fabric

Composition	Gauge	Organization	Weight	Width
PTT SDY 50d/24f SD (80%), Spandex 40de. (20%)	Tricot 28gauge	L1 : 10 12 --> Spandex L2 : 23 10 --> PTT	190 g/yd	84 inch

2.2 염 료

국내의 일반 날염 업체에서 흔히 사용되고 있는 대중적인 분산염료를 색상별로 6종류(상품명 : Foron Yellow RD-4GL, Red RD-BL, Rubbine RD-GFL, Blue RD-2BL, Dark blue RD-2RE, Black RD-3G 300%)를 선정하여 시판 그대로 사용하였다.

2.3 호료 선정 실험

2.3.1 색호 준비

적정 호료 선정을 위해 날염현장에서 흔히 사용되고 있는 Guar gum(Indalca AC-100 : Indalca AC-140 = 50:50) 및 Sodium alginate 호료(thickner)를 base로 한 색호를 염료색상별, 농도별로 각각 제조하고 8시간정도 냉소에서 숙성시킨후 점도 10,000cps의 색호(printing paste)를 제조하였으며 색호처방은 Table 2.와 같다.

Table 2. Recipe of printing paste

Guar gum based	Sodium alginate based
X % Dye stuff (0.5~4.0 %o.w.f.)	X % Dye stuff (0.5~4.0 %o.w.f.)
64 % Guar gum (13%)	64 % Sodium alginate
0.1 % Citric Acid (pH 5.5~6.5)	0.1 % Citric Acid (pH 5.5~6.5)
2 % Urea	2 % Urea
0.5 % Ammonium sulfate	0.5 % Ammonium sulfate
1 % Defoaming agent	1 % Defoaming agent
0.2 % Sodium nitrobenzene sulfonate (or sodium chlorate)	0.2 % Sodium nitrobenzene sulfonate (or sodium chlorate)
Z % Water (50~60℃)	Z % Water (50~60℃)
100 % Total	100 % Total

2.3.2 증열 및 후처리

상기 조건별로 제조된 Guar gum 및 Sodium alginate 호료(thickner)를 base로 한 색호를 무지 스크린(110mesh)을 이용하여 균일하게 인날 후 100℃에서 10분간 예비건조하고 Lab.용 steamer를 이용하여 100℃, 40분간 증열하였다. 증열 후 1차 냉수세한 하고, Sodium hydrosulfite, Sodium hydroxide, 백장오염방지제를 각각 2g/l 넣고 80℃, 20분간 Soaping 해주었다. Soaping 후 Lab. tenter로 160℃에서 1분간 건조하였다.

2.4 증열 조건 선정 실험

증열 조건 선정실험에 사용된 시료는 Guar gum base 색호를 사용하였으며, 염료는 Foron black염료를 농도 2% o.w.f로 하였고, 증열은 Lab.용 steamer를 이용하여 100℃에서 10분, 20분, 30분으로 각각 증열하여 수세 및 소핑은 상기와 동일 한 방법에 준하여 행하였다.

2.5 소핑 조건 선정 실험

2.4 증열조건 선정실험에 사용한 조건으로 인날 한 후, Lab.용 steamer에서 100℃, 30분간 증열 하였다. 증열된 샘플을 1차 냉수세하고 소핑조제로 Sodium hydrosulfite, Sodium hydroxide, 백장오염방지제를 사용하여 소핑온도별, 소핑약제 농도별로 실험하였다.

2.6 날염성 평가

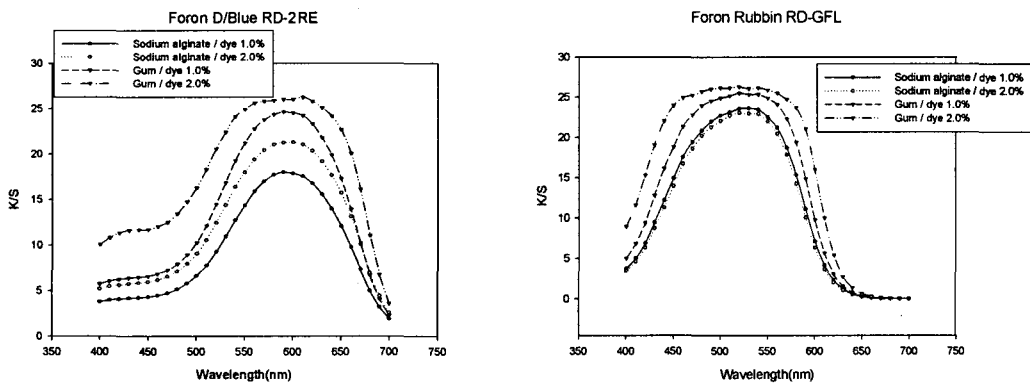
각 시료의 염착량 차이에 따른 color yield 차이를 CCM(Color Flash SF-600, Datacolor)측색을 통한 K/S값을 구하였으며, 세탁견뢰도는 KS-K 0430 A-1법에 따라 실시하였고, 일광견뢰도는 ISO 105-B02, 염소 견뢰도는 KS K 0725(유효염소량 20ppm)에 따라 실시하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 호료의 선정

각 염료의 호료별 염착량 그래프 및 최대 흡수파장에서의 K/S값을 Fig. 1에 나타내었다. 전반적으로 Rubbine, D/blue, Black염료로 날염한 샘플의 호료별 최대흡착량의 차이는 Red, Blue, Yellow염료에 비해 현저히 낮지만 모두 Guar gum을 호료로 사용한 색호로 날염된 시료가 Sodium alginate를 호료로 사용한 시료보다 최대흡착량이 높게 나타났다. 따라서 PTT섬유에 분산염료로 날염할 경우에는 Guar gum계통의 호료를 사용하는 것이 유리하다.

Table 3은 호료별/염료농도별로 날염된 시료의 견뢰도를 측정된 것이다. 호료별/염료 농도별 세탁견뢰도의 차이는 거의 없으며 전반적으로 우수한 견뢰도를 보이고 있다.



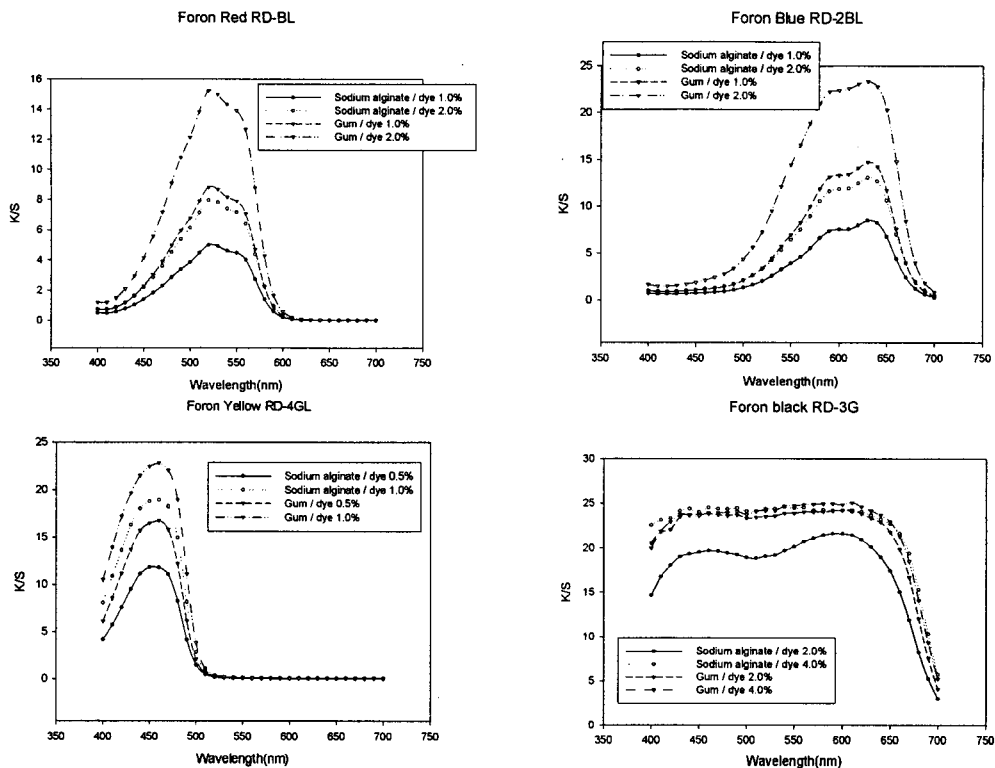


Fig. 1. K/S values of printed PTT fabrics according to type of thickner.

Table 3. Fastness of printed PTT fabrics according to type of thickner

Dye	Thickner	Conc. of dye(o.w.f.)	Wash fastness						Light fastness	Chlorine fastness
			Ace.	Cot.	Ny.	PET	Acr.	Wo.		
Yellow	Guar gum	0.5	4-5	5	5	5	5	4-5	4	4-5
		1.0	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4	4-5
	Sodium alginate	0.5	4-5	5	5	5	5	4-5	4	4
		1.0	4-5	5	5	5	5	4-5	4	4-5
Red	Guar gum	1.0	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	3	3-4
		2.0	4	4-5	4	4-5	4-5	4-5	4	4
	Sodium alginate	1.0	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	3	3
		2.0	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4	3-4
Rubbine	Guar gum	1.0	3-4	4-5	4	4-5	4-5	4	4	4
		2.0	3-4	4-5	4	4-5	4-5	4	4	4
	Sodium alginate	1.0	4	4-5	4	4-5	4-5	4	4	3-4
		2.0	3	4-5	4	4-5	4-5	4	4	3-4
Blue	Guar gum	1.0	4-5	5	4	4-5	4-5	4-5	3	4-5
		2.0	4-5	5	4	4-5	4-5	4-5	4	4-5
	Sodium alginate	1.0	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	3	4-5
		2.0	4-5	5	4	4-5	4-5	4-5	4	4-5
D/Blue	Guar gum	1.0	4-5	4-5	4	4-5	4-5	4-5	3	4-5
		2.0	4-5	4-5	4	4-5	4-5	4-5	4	4

	Sodium alginate	1.0	4-5	4-5	4	4-5	4-5	4-5	3	3-4
		2.0	4-5	4-5	4	4-5	4-5	4-5	3	4
Black	Guar gum	2.0	3-4	4-5	3-4	4-5	4-5	4-5	3	4-5
		4.0	3-4	4-5	3-4	4-5	4-5	4-5	3	4-5
	Sodium alginate	2.0	3-4	4-5	3-4	4-5	4-5	4-5	3	4-5
		4.0	3-4	4-5	3-4	4-5	4-5	4-5	4	4-5

3.2 증열 조건의 선정

일반적으로 PET의 경우에 현장 증열 조건은 175°C에서 15~20분간, Nylon의 경우는 100°C에서 30~40분 정도로 채택하고 있다.

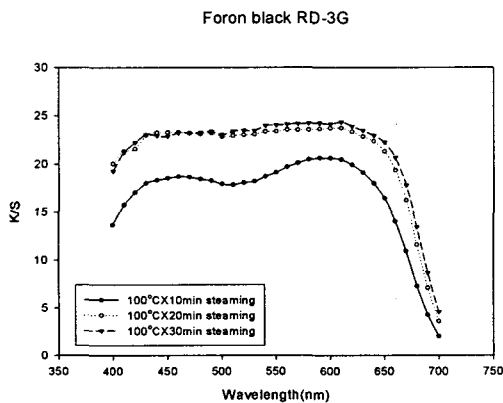


Fig. 2. K/S values of printed PTT fabric at various temp.

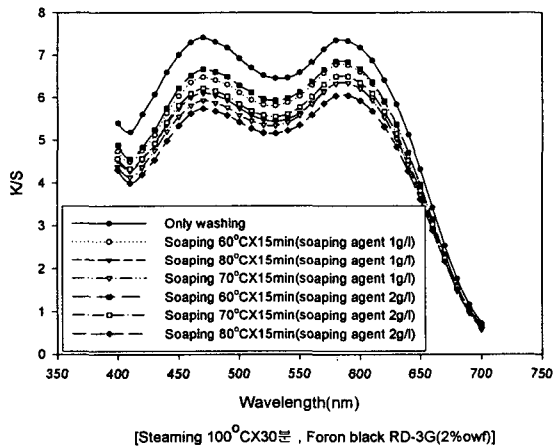


Fig. 3. K/S values of printed PTT fabric according to soaping conditions.

이온도 이상으로 온도를 높이면 탈착 염료들의 재부착현상이 발생할 소지가 높기 때문에 Tg이하의 온도에서 처리하는 것이 바람직하다고 판단된다. Table 4의 소핑 온도별 세탁견뢰도 결과

Fig. 2는 Black염료로 날염된 시료의 증열시간 변화에 따른 K/S값을 측정된 것으로 증열시간 20분에서 염료의 최대흡착량의 증가가 둔화되고 증열시간 30분과 거의 유사한 흡착량을 가진다. 따라서 PTT섬유의 적정 증열조건은 100°C에서 20분정도면 충분하리라 판단되며 현장에 적용 시 작업 및 기계의 운용상 오차범위가 있으므로 100°C, 25±5분 정도면 양호한 결과가 나오리라 판단된다.

3.3 소핑 조건의 선정

Fig. 3은 Black염료로 날염된 시료를 증열 후, 물로 수세만 한 것과 소핑조제 각 1, 2g/l로 60, 70, 80°C조건으로 각 15분간 소핑한 시료의 K/S값을 나타낸 것으로, 소핑온도별로 비교해보면 60°C에서 15분간 처리한 시료의 K/S값이 물로 수세만 한 시료의 것과 유사하거나 조금 낮게 나타나고 있다. 70°C나 80°C에서 처리한 시료는 K/S값이 보다 많이 저하됨을 알 수 있고, 이는 Color yield의 저하를 초래 할 수 있다.

또한 소핑 조제 농도별로 비교해 보면, 소핑조제를 1g/l사용한 것 보다는 2g/l를 사용한 것의 K/S값이 전반적으로 상당히 저하된다. 하지만 60°C에서는 소핑조제의 농도별 K/S값의 차이가 미미하다. 분산염료를 소핑시 유리전

에서 알수 있듯이, 세탁견뢰도의 차이는 미미하므로 미고착염료에 의한 견뢰도 문제를 야기 시키지 않는 한, 현장 작업성을 고려하여 소핑조제는 각 2g/l로 하고 60℃에서 15~20분 정도 처리해주는 것이 바람직할 것이라 판단된다.

Table 4. Wash fastness of printed PTT fabrics according to soaping temp

염료	소핑 조건	세탁견뢰도					
		Ace	Cot	Ny	PET	Acr	Wo
Black	60℃×15분	4	4-5	4	4-5	4-5	4-5
	70℃×15분	4	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5
	80℃×15분	3-4	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5

4. 결론

유럽과 미주에서는 여전히 수영복을 일회용의 개념으로 여기고 있기 때문에 나일론 수영복 소재가 지나는 단점을 개선하려는 노력이 보이지 않지만 경제성을 추구하는 일본에선 내구성을 향상시키기 위해 일반 PET 및 PET 극세사를 사용한 수영복을 개발함과 더불어 기능성을 가미시켜 경기용 수영복으로도 그 용도를 확대 전개 하고 있다.

본 연구에서의 실험 결과와 같이 PTT 섬유는 자체 신축성 및 나일론 수준의 촉감을 지닐 뿐만 아니라, PET 대비 날염성이 우수하며 수영복 소재로서 요구되는 전물성을 만족 시킬 수 있는 섬유임을 알 수 있다. 연구결과를 바탕으로 앞으로 PTT 소재를 사용한 수영복으로의 용도전개가 활발해질 것으로 기대된다.

감사의 글

본 연구 결과는 산업자원부 중기거점 기술개발과제(과제명 : PTT 소재의 염색성 평가 및 직·편물의 염색가공 공정기술)결과의 일부로서 관계기관에 감사드립니다.

참고문헌

1. H. H. Chuah. *Chem. Fiber Ins.*, 46(6), 424(1996).
2. H. S. Brown and H. H. Chuah, *Chem. Fiber Ins.*, 47(1), 72(1997).
3. S. H. Yoon, T. K. Kim, Y. J. Lim, and K. M. Cho, *J. Korean Soc. Dyers & Finishers*, 13(4), 249(2001).