

폴리유산 섬유(polylatic fiber)의 연속 염색과 날염 (1)

長瀬컬러케미칼(株) 테크노센터

山口 一 志

1. 서 언

오랫동안 현안이 되어 왔던 교토 의정서(京都 議定書)의 발효가 실현된 오늘날, 석유 등 과거 땅 속에 고정된 탄소 원자를 대기 중으로 방출하는 것이 아니라 이산화탄소를 순환 사용(카본 뉴트럴)하는 식물 수지가 각광을 받고 있는 가운데 그 중에서도 폴리유산의 장래 규모는 전범용 플라스틱의 30%인 3,000만 톤에 달할 것이라고 예측된다.

구체적으로 이 분야에 일찍이 몰두해 온 미국의 카길 다우 폴리머즈는 이미 14만 톤의 생산 능력을 가진 공장을 가동시키고 있고, 더 나아가 그 능력을 2010년까지는 45만 톤으로 늘린다고 한다. 일본에서도 2004년 9월 도요타가 2020년에 5조 엔의 매출 목표를 발표하는 등 큰 움직임이 나타나고 있다.

폴리유산의 섬유 분야에 대한 응용은 카길 다우 폴리머즈(CDLLC)가 이미 세계 통일 브랜드 인지오(Ingeo)를 금년에는 7만 톤 시장 규모를 예측하고 있다. 그러한 인지오 파트너로는 2004년말 아시아 31개 회사를 포함한 세계 각 지역의 160여개사가 참가하고 있고, 이것에 인지오라는 이름 이외에 독자적으로 전개하고 있는 경우를 고려하면 환경에 어울린다고 하는 폴리유산 섬유의 시장은 이미 글로벌한 수준에까지 확대하고 있다고 할 수 있다.

2. 폴리유산 섬유의 연속 염색과 날염에 대한 연구 논문

현재까지 폴리유산 섬유의 침염에 대하여 논술한 문헌은 많이 있으나^{1),2)} 연속 염색이나 날염의 염색 거동에 대하여 다룬 것은 거의 없다.

이것은 현행 폴리유산 섬유의 융점이 낮고(130~170℃) 더구나 그러한 융점이 일정하지 않다. 즉, 현행의 연속 염색 및 날염에 있어서 현장 효율이 좋은 연속 공정의 장력 하에서 열 고착을 한다는 것은 용해 파단이나 태의 변화 등의

위험이 크다. 또, 그것을 피하기 위하여 온도를 낮추면 고착 부족이나 재현성의 저하를 초래한다. 그러한 점에서 폴리유산 섬유에 대하여 두 분야에서 계통을 세운 시험은 행해지지 않았다고 생각된다.

당사에서는 과거 이들 분야에서 여러 가지 시험을 하여 이번에 그 결과의 일부를 보고한다(단, 폴리유산 섬유에 대하여는 그러한 원래의 수지라든가 방사 공정 등에 의하여 염색성이 크게 다르다. 따라서 실제 가공을 전제로 시험할 경우에는 개개의 경우로 이번 보고와 같은 확인 시험을 할 것을 권장한다).

3. 폴리유산 섬유의 연속 염색

3.1 발색 온도의 결정

사용 원단 : 100% 폴리유산 섬유 태피터(중량 65g/m²)

먼저, 베이킹 시간을 2분으로 고정하고 120°C에서 점차 10°C씩 올려 형태 변화를 확인하였다. 그 결과, 160°C에서 상당한 경화가 나타나고 170°C에서는 용해하였다. 이 때문에 계속하는 시험에서는 160°C를 상한으로 하여 155°C ±5°C로 베이킹하였다.

3.2 패딩 처방

이하 시험에서는 진한 검정색을 얻기 위하여 당사 폴리유산 섬유 전용 블랙 ‘DENAPLA Black GS’를 사용하였다. 그 처방은 다음과 같다.

패드(픽업 60%) → 드라이(실온에서 바람 건조) → 베이킹

염료 처방 80g/l DENAPLA Black GS

0.5cc/l 초산(80%)

(마이그레이션 방지제로 분산 염료 날염용 호제를 소량 첨가)

패딩에 있어서는 폴리유산 섬유가 모세관 흡수성은 높으나 기본적으로 소수성 섬유이기 때문에 패딩 후의 액의 이동 건조시의 마이그레이션에 충분히 주의할 필요가 있다. 또, 이번 폴리유산 태피터에서는 건조시와 비교하여 습윤시의 인열 강도가 저하하는 것은 아닐까라고 예상도 하였으나 실 측정에서는 원포에 대하여 40% 증가한 인열 강도를 나타냈다.

3.3 염색 결과와 고찰

앞서의 패딩물에 150~160℃의 베이킹을 실시함에 의하여 110℃의 일반 침염법(5%owf DENAPLA Black GS)으로 우수한 농도를 가진 블랙이 얻어졌다. 폴리유산 섬유에서는 통상 열 고착법에서의 분산 염료의 염착 요소라고 생각되는 기화 확산 이외에 접촉 확산이 크게 관여하고 있는 것은 아닌가라고 생각한다.

이번에 패딩법으로 얻어진 농도를 색상 차이와 함께 <표1>에 나타냈다.

<표 1> 베이킹에 의한 농도, 색상

베이킹 온도	150℃	155℃	160℃	일반 침염 110℃, 30분
Total K/S 값	625.79	758.97	824.5	681.07
농도(5)	82%	표준=100	109%	89.7%
ΔE	1.84	기준	0.82	

<표 1>에서 5℃의 변화로 농도가 크게 증가하는 것을 알았다. 이러한 농도의 신장과 색상의 변화를 볼 때 폴리유산 섬유의 물성면에서의 한계 온도인 160℃는 염료의 발색이라고 하는 점에서는 아직 불충분하다는 것을 추측할 수 있다. 결론적으로 현재 일반적으로 출시되고 있는 170℃ 이하의 용점을 가진 폴리유산 섬유의 건열 고착법에 의한 연속 염색에 있어서는,

- ① 섬유의 용점 및 태의 변화로부터 고착 온도가 크게 제한된다.
- ② 패딩에서 마이그레이션 컨트롤은 매우 어렵다
- ③ 상기 두 가지를 클리어하여도 염착 농도나 색상 재현성의 수준은 현재 연속 염색에서의 요구 수준을 달성하는 것은 어렵다

4. 폴리유산 섬유의 날염

지금까지 폴리유산 섬유의 날염은 용점이 낮기 때문에 디아세테이트 등의 날염물 발색에 채용되고 있는 배치식 HP 스팀법으로 해야 한다고 생각하고 있었으나 현실적인 생산 효율을 고려하면 연속적인 공정인 HT 스팀법을

채용하지 않을 수 없다. 이하에 그 실효성을 나타냈다.

4.1 날염 처방

- 사용 원단 : 100% 폴리유산 섬유 니트(중량 400g/m²)
- 날염 공정 : 프린트 → 건조(90°C, 3분) → 발색 → 세정

○ 색호 처방 : DENAPLA Black GS	3	6
범용 PET 용 원호	60	60
주석산	3	3
물	x	y
계	100	100

- 건조 : 90°CX3분

- 발색 :

(1) HT 스티머

150°C에서 태가 매우 딱딱하게 되기 때문에 이 온도를 상한으로 하여 다음의 각 조건에서 발색시킨다.

- ① 110°C × 8,16분
- ② 110°C × 4,8,16분
- ③ 110°C × 4,8분
- ④ 110°C × 4,8분
- ⑤ 110°C × 4,8분

(2) HP 스티머..110°C × 30분(기준으로 하여)

- 세정 : 후술

4.2 HT 스티머에 의한 수축과 태의 변화

앞서의 HT 스티밍에 의한 사용 폴리유산 원단의 수축의 정도와 태의 변화를 <표 2>에 나타냈다.

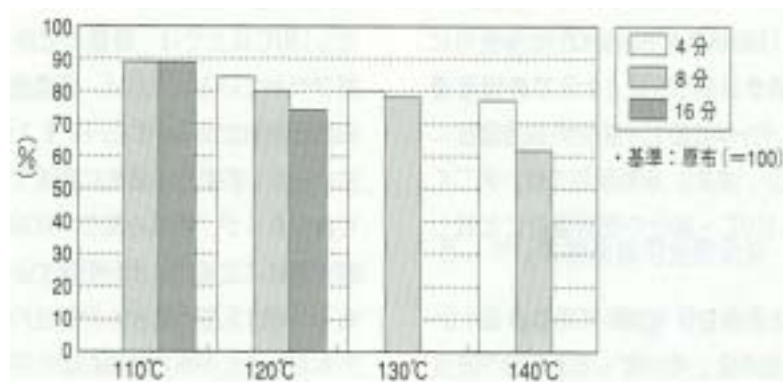
여기에서 수축에 대하여는 인날 부분별로 무긴장 하에서 어느 정도 축소하였는가를 인날 건조 후의 원단과 발색 세정 후의 원단을 비교하여 구하였다. 또, 태에 대하여는 실제로 만지는 감각으로 날염 전 원래의 원단과 동등 : ○, 약간 딱딱 : △, 딱딱하다 : ×로 마킹하였다.

4.3 HT 스팀에 의한 강도 저하

폴리유산 섬유가 가수분해에 의하여 취화를 일으키는 것은 잘 알려져 있다. 그러한 의미에서는 고온에서 수분이 존재하는 HT 스팀밍은 가수분해를 일으키기 쉬운 조건이라고 할 수 있다. 이러한 점을 확실히 하기 위하여 폴리유산 태피터를 사용하여 HT 스팀 후의 인열 강도를 계측하였다.

<그림 1>에 원포의 인열 강도를 기준(=100)으로 하여 각 조건에서 스팀 후의 강도를 나타냈다.

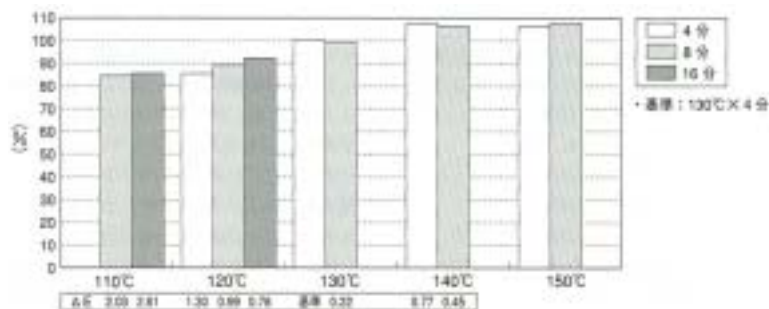
이 그림에서도 알 수 있듯이 HT 스팀의 온도의 높이와 시간은 섬유의 취화와 깊은 관계가 있고 스팀 온도가 높을수록 시간의 영향도 크게 나타난다. 즉, 이러한 태피터에 침염 염색 110℃×30분(pH 4.5~5.0, RC 후)으로의 인열 강도 저하율은 약 15%였다.



<그림 1> HT 스팀에 의한 강도 저하

4.4 HT 스팀에 의한 염료 발색 농도

DENAPLA Black GS 3%하여 각 온도, 시간에 있어서 발색 농도, 색상 차이를 130℃×4분을 기준으로 하여 <그림 2>에 나타냈다.



<그림 2> HT 스팀에 의한 고착 농도(3% DENAPLA Black GS)

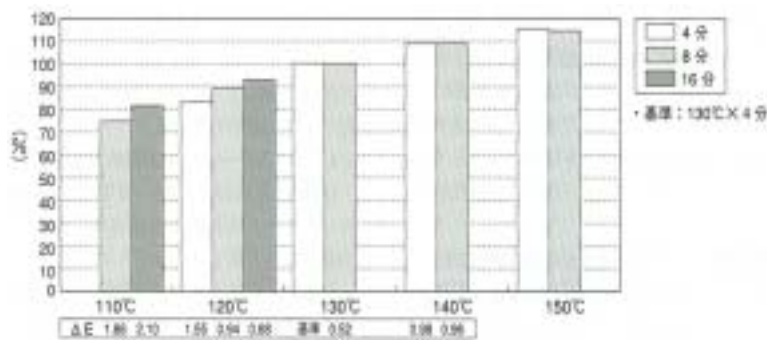
마찬가지로 130℃×4분을 기준으로 하여 DENAPLA Black GS 6%의 발색 농도, 색상 차이를 <그림 3>에 나타냈다.

이들 결과로부터 스티밍에 의하여 얻어진 농도는 스티밍 온도와 깊게 관계하고 있어 그 온도가 증가함에 따라서 흡착 평형점이 올라가는 것을 알 수 있다.

한편 120℃ 이하의 저온에서는 더욱이 시간적인 요소가 이것에 더해진다.

이러한 경향은 염료의 농도가 높으면 한층 현저하게 된다. 즉, DENAPLA Black GS 3% 사용에 있어서 HT 스티밍 130℃×4분에서의 고착 농도는 HP 스티밍 110℃×30분에서의 고착 농도와 비교하여 25% 낮았다. 또, 6% 사용에서는 마찬가지로 HP 스티밍 110℃×30분에서의 고착 농도와 비교하여 13% 낮았다.

단, <표 3>의 L 값과 C 값(CIE Lab 값 : D₆₅광원)에서 살펴보면 그래도 충분한 블랙으로서의 농도, 색상은 가지고 있다.



<그림 3> HT 스티밍에 의한 고착 농도(6% DENAPLA Black GS)

<표 3> DENAPLA Black GS 응용법의 차이에 따른 L 값 및 C 값 (CIE Lab.D₆₅광원하)

날염 염료 농도(%)	3		6	
	L 값	C 값	L 값	C 값
HT 스티밍 130℃×4분	15.92	0.85	13.14	1.50
HT 스티밍 110℃×30분	13.82	0.65	13.11	1.09
침염 염색 농도	3%owf		6%owf	
침염 110℃×30분	16.37	1.25	15.77	2.50

<다음에 계속>