

〈研究論文(學術)〉

산업용 Polyester Belt의 서머졸 염색

김호정 · 이문철*

경성대학교 의류학과, *부산대학교 섬유공학과
(1999년 3월 5일 접수)

Thermosol Dyeing of Industrial Polyester Belt

Ho Jung Kim and Mun Cheul Lee*

Department of Clothing and Textiles, Kungsung University, Pusan 608-736, Korea

**Department of Textile Engineering, Pusan National University, Pusan 609-735, Korea*

(Received March 5, 1999)

Abstract—To investigate the effect of dyeing conditions, such as pick-up rate, dye concentration, time and temperature in thermosol dyeing on the dyeability of industrial polyester belt, dye uptake and rubbing fastness were measured.

The dye uptake was increased with the increase of pick-up rate, dye concentration, dyeing time and temperature. The high rubbing fastness(class 5) for polyester belt dyed with Cibacet Blue F3R at the various conditions was obtained.

1. 서 론

산업용으로 사용되고 있는 벨트 슬링(belt sling)은 다양한 용도 및 특성을 지니고 있으며, 우수한 기계적 성능을 부여하기 위하여 일반적으로 폴리에스테르 원단을 사용하여 제조하고 있다. 산업용 벨트는 적용되는 화물의 무게에 따라 기계적 특성이 다른 벨트를 사용하며 이 때 벨트가 지닌 기계적 특성을 순간적으로 쉽게 구별하기 위하여 각각 다른 색상을 부여한다. 현재 국내에서 생산되고 있는 화물용 폴리에스테르 벨트는 안료와 바인더를 혼합한 용액에 벨트를 침지, 건조 후 벨트 표면에 안료를 고착시켜 색상을 부여하므로 벨트를 사용하는 도중에 다른 화물과의 마찰에 의하여 벨트의 색상이 다른

화물에 이염되어 사용상의 문제점으로 지적되고 있다. 따라서 벨트의 염색마찰견뢰도를 향상시켜 사용상의 문제점이 발생하지 않는 제품을 생산하기 위해서는 안료 고착방법이 아닌 일반적인 염색방법으로 색상을 부여할 필요가 있다.

폴리에스테르 섬유는 그 분자구조가 대단히 치밀하고 소수성이 큰 물리화학적 특성으로 인하여 일반적인 염색이 곤란한 대표적인 합성섬유로서 분산염료를 사용한 몇가지 특수한 염색법이 사용되고 있다. 근래에 폴리에스테르 섬유가 의류용 소재로써 다양하고 폭넓게 사용되고 또한 그 물성의 개발이 진행되면서 분산염료 역시 많은 연구가 되어지고 있으며 그 결과, 색상의 선명함과 다양성, 견뢰도의 향상, 사용상의 용이성 등이 개량되고 있다^{1~3)}. 그

러나 폴리에스테르 섬유는 천연 섬유와 같은 상압에서의 일반염색법으로는 염색이 어렵고 특히 벨트와 같은 아주 두꺼운 시료는 염착이 섬유의 표면에서만 일어나게 되므로 중색 내지 농색의 염색이 곤란하며 열처리에 의한 염료의 섬유내부로의 이동에 의한 변색의 위험 및 건뢰도 불량 등의 문제들이 발생할 수 있다.

현재까지 개발되어온 폴리에스테르 섬유의 염색법에는 분산염료를 사용한 캐리어염색법과 고온염색법을 들 수 있다. 캐리어염색은 그 염색효과가 우수하고 상온, 상압에서 농색까지 염색이 가능한 방법으로 알려져 있으나 일반적으로 장시간의 염색 시간을 요하며 캐리어가 염색물에 잔존할 경우에는 일광건뢰도를 저하시키는 문제점이 있다^{4~7)}.

고온염색법 중에는 고온고압 염색과 서머졸(thermosol) 염색이 있다. 그 중 서머졸 염색은 분산염료 등을 직물에 패딩하여 예비건조한 후 고온으로 건열처리하면 표면에 부착된 염료가 고열에 의한 섬유 분자의 열운동과 염료분자의 확산속도가 증대함에 따라 섬유 내부로의 염료 확산에 의하여 염착이 일어나는 염색법으로서 염색속도가 빠르기 때문에 연속 공정에 적용하기에 적당한 방법이다. 그러나 일반적인 폴리에스테르 직물의 경우는 그 두께가 1mm이하이기 때문에 연속 공정상의 서머졸염색에 큰 문제가 없으나 화물용 벨트의 경우는 그 두께가 아주 두꺼워 벨트내부로의 열확산이나 염료분자의 승화운동 등에 대한 고려가 필요한 것으로 생각된다.

따라서 본 연구에서는 산업용 폴리에스테르 벨트의 염색건뢰성의 개선과 연속염색의 가능성을 조사하고서 서머졸 염색법으로 염색할 때 그 염색조건이 그 염색량에 미치는 영향과 염색건뢰도를 검토하였다.

2. 실험

2.1 시료 및 시약

폴리에스테르 벨트는 현재 국내에서 생산, 사용되고 있는 화물용 브레이드편으로서, 폭 470mm, 두께 4.5mm의 시료를 사용하였다.

실험에 사용된 염료로서는 승화성이 큰 전사날

염용 염료인 Cibacet Blue F3R(C.I.Disperse Blue 3)을 정제하지 않고 그대로 사용하였으며 그 외 분산제(Sunsolt #1200K), 증점제(CMC)등을 사용하였다. 염색이 끝난 시료를 환원처리하기 위하여 하이드로슬파이트, 수산화나트륨, 비이온계면활성제를 사용하였다.

2.2 염 색

시료의 염색방법으로는 일정농도의 염료와 분산제등을 넣고 잘 교반하여 만든 염료 용액에 일정한 크기로 절단한 시료를 침지시킨 후 임의의 pick up율로 padding하고 건조온도 120°C에서 30분간 예비건조하였다. 예비건조된 시료를 소정의 온도에서 일정시간 hot press로 열처리하여 염착시킨 후 하이드로슬파이트 2g/l, 수산화나트륨 2g/l, 비이온계면활성제 2g/l의 환원세정제액을 사용하여 80°C에서 20분간 처리한 후 수세, 건조하였다.

2.3 염착량 측정

시료의 염착량을 계산하기 위하여 염색된 시료를 chlorobenzene으로 95°C에서 4시간 동안 추출한 후 분광광도법으로 정량 분석하였으며 미리 작성한 검량선으로부터 각 실험조건에 따른 염착량을 구하였다.

2.3 마찰건뢰도 시험

염색 시료의 염색 조건에 따른 건식 및 습식 마찰건뢰도를 KS K 0650 염색물의 마찰건뢰도 시험 방법(Crock meter method)에 따라 마찰건뢰도 시험기를 이용하여 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 Pick-up율의 영향

서머졸 염색에서는 먼저 폴리에스테르 벨트를 염액에 침지하고 이를 일정한 비율로 padding 후 시료 내의 수분을 건조시키고 열처리하였다. 이 때 padding시 염액의 pick-up율에 따라 섬유표면에 부착되는 염료의 양이 달라지게 되므로 염착량에 영향

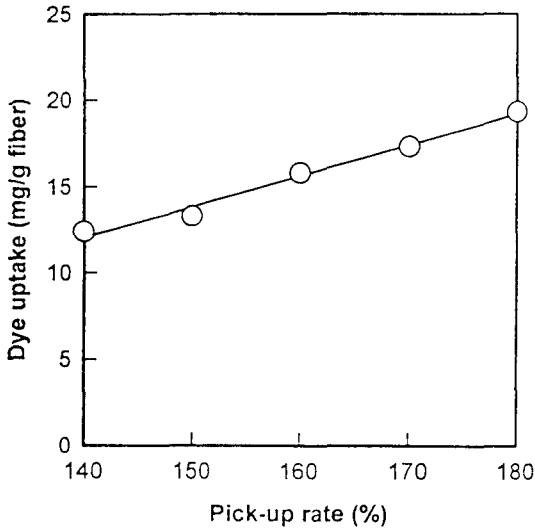


Fig. 1 Relationship between pick-up rate and dye uptake of Cibacet Blue F3R on polyester belt at 200°C for 60sec.(dye concentration : 4g/l, dispersing agent : 10g/l)

을 미칠 수 있다. Pick-up율을 시료무게에 대하여 140%에서 180%까지 달리하였을 때, pick-up율이 폴리에스테르 벨트의 염착량에 미치는 영향을 Fig. 1에 나타내었다. Pick-up율이 커짐에 따라 염착량은 거의 직선적인 증가추세를 나타내었다. 그러나 pick-up율이 증가되면 상대적으로 침지 후의 건조 속도가 늦어지기 때문에 건조 속도와 염착량을 고려하여 pick-up율을 조절하여야 한다. 본 연구에서는 사전의 예비 실험의 결과로서 제품에 요구되는 최소한의 염착량이 약 5mg/g fiber 정도라는 것과 시료의 무게로 인한 건조상의 문제를 함께 고려해 볼 때 pick-up 율은 140%로 하는 것이 적당하다고 생각 된다.

3.2 염료농도의 영향

Fig. 2는 Pick-up율 140%, 열처리 온도 200°C, 열처리 시간을 30초와 60초에서 염료의 농도를 2~8 g/l 까지 변화시켰을 때 염료농도와 염착량과의 관계를 나타낸 것이다. 열처리 시간 30초와 60초의 두 경우 모두 염료농도가 6g/l 까지 증가함에 따라 염착량은 뚜렷한 증가 추세를 나타내다가 그 이상에

서는 염료농도 증가에 대한 염착량 증가는 다소 감소되는 경향을 보였다. 또한 염료농도 2g/l에서는 염색 시간에 대한 염착량의 차이가 거의 없는데 비하여 염료농도가 커짐에 따라 염색시간이 염착량에 미치는 영향이 뚜렷하게 나타났다. 이상과 동일한 조건으로 처리되어진 폴리에스테르 벨트의 마찰견뢰도를 Table 1.에 나타내었다. 염액의 농도에 관계 없이 견습마찰견뢰도는 모두 5급으로 판정되어 우수한 특성을 나타내었다. 따라서 화물용 폴리에스

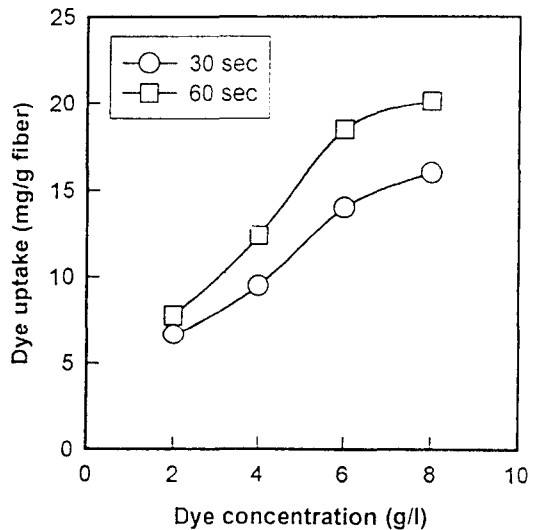


Fig. 2 Relationship between dye concentration and dye uptake of polyester belt at 200°C.(pick-up rate : 140%, dispersing agent : 10g/l)

Table 1. Rubbing fastness of PET belt dyed with Cibacet Blue F3R

Sample	Dye conc. (g/l)	Rubbing fastness (class)	
		Dry	Wet
1	2	5	5
2	4	5	5
3	6	5	5
4	8	5	5

Dyeing condition : 200°C, 60 sec, dispersing agent 10g/l.

테르 벨트를 안료수지고착법으로 착색할 때의 문제점인 낮은 마찰견뢰도는 충분히 해결할 수 있을 것으로 생각된다.

3.3 염색시간의 영향

염료 농도별로 열처리 시간이 염착량에 미치는 영향을 Fig. 3에 나타내었다. 서머줄 염색에서는 열처리의 온도와 시간 등이 사용되는 직물, 염료, 기계의 종류에 따라 각각 다르지만 일반적으로는 염료분자가 섬유 내부로 침투하기 용이한 섬유 구조로 변화시켜 짧은 시간에 염색이 가능하도록 200°C 부근의 고온하에서 수십초에서 수분에 이르는 단시간에 처리되어지고 있다. Fig. 3에서 나타난 바와 같이 50~60초 내에 염액의 농도에 관계없이 염착량이 평형에 도달하고 있어서 서머줄법을 사용한 연속공정이 가능함을 알 수 있다. 또한 Fig. 2에서 고찰한 바와 같이 염액의 농도가 클수록 염착량의 시간의존성이 큰 것으로 나타났다.

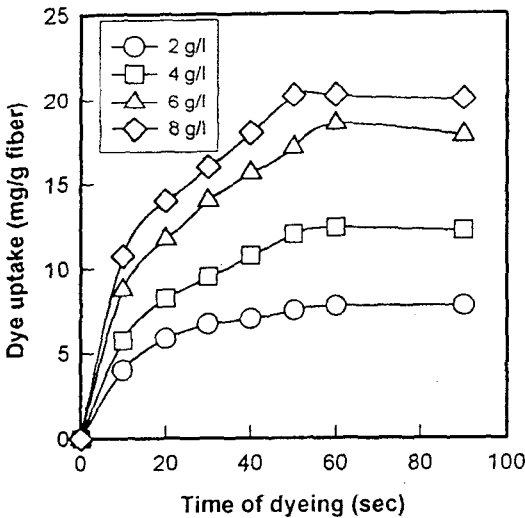


Fig. 3 Dyeing rate of Cibacet Blue F3R on polyester belt with different dye concentration at 200°C.(dispersing agent : 10g/l)

3.4 염색온도의 영향

폴리에스테르와 같은 치밀한 구조를 가지는 섬유에서는 온도 의존성이 큰 데, 서머줄 염색에서 일

반적으로 사용되는 180~210°C의 열처리 온도는 폴리에스테르 섬유분자의 열운동이 가장 활발한 온도로 알려져 있다. 열처리(염색) 온도가 염착량에 미치는 영향을 알아보기 위해 30, 60 및 90초 동안 열처리한 경우의 열처리 온도와 염착량의 변화를 Fig. 4에 나타내었다. 열처리 시간이 60초 및 90초에서 200°C까지는 열처리 온도의 증가에 따라 염착량이 증가하였으나 그 이상의 온도에서는 그 증가율이 감소하였으며 60초의 경우와 90초의 경우가 거의 차이를 나타내지 않고 있다. 이에 반하여 30초 처리시간의 경우에는 200°C 이하에서의 승화염색이 충분하지 않은 것으로 보여진다. 따라서 본 연구에서는 열처리 온도 200°C, 열처리시간 60초가 가장 적절한 조건임을 알 수 있다.

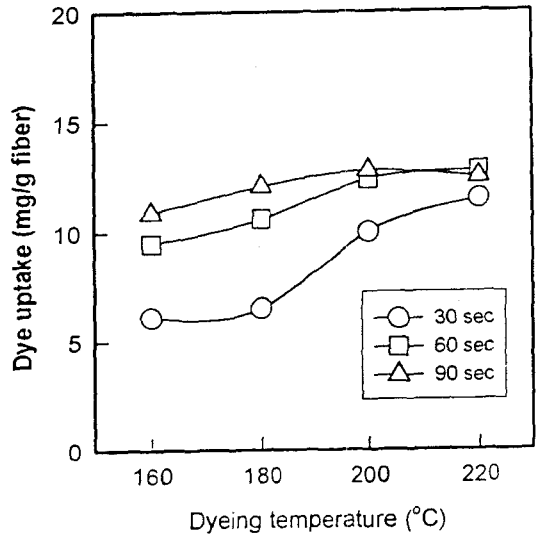


Fig. 4 Relationship between dyeing temperature and dye uptake of Cibacet Blue F3R on polyester belt.(dye concentration : 4g/l, dispersing agent : 10g/l)

3.5 염색조제의 영향

서머줄 염색에서 padding 염액의 조성으로는 염료 외에 적당량의 분산제와 침투제, 그리고 migration을 방지하기 위한 CMC 등의 증점제를 함께 사용하는 것이 효과적인 것으로 알려져 있으므로 이들의 영향을 살펴보고자 하였다. 폴리에스테르 벨트의 서

머줄 염색에서 분산제(Sunsolt # 1200K, 비이온계) 농도가 염착량에 미치는 영향을 Fig. 5에 나타내었다. 그림에서 보는 바와 같이 분산제의 농도가 증가함에 따라 염착량은 다소 감소하는 경향을 나타내었다. 이러한 현상은 분산제의 일부가 염료분자와 dipole-dipole force 등의 2차결합을 형성함으로써 염료분자의 승화 운동에 부분적인 방해 요인으로 작용하기 때문인 것으로 추정된다. 일반적인 캐리어 염색의 경우에는 분산제의 농도가 아주 낮기 때문에 분산제의 영향이 거의 나타나지 않으나 서머줄 염색의 경우는 분산제의 농도가 상대적으로 높아 그 영향이 뚜렷이 나타나는 것으로 생각된다. 따라서 분산제의 사용량은 본 실험에서 사용한 10g/l가 적절한 것으로 생각된다.

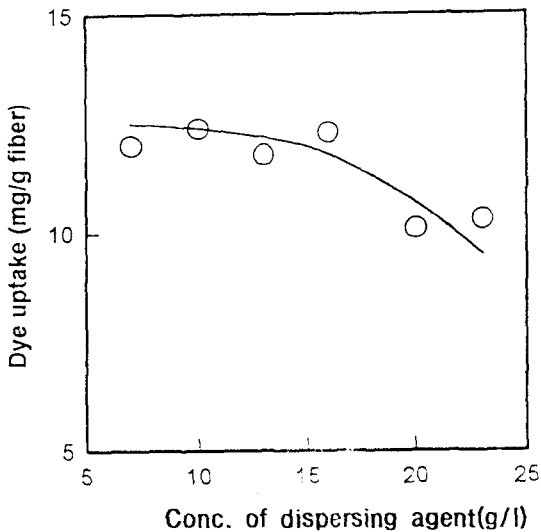


Fig. 5 Relationship between concentration of dispersing agent and dye uptake of Cibacet Blue F3R(4g/l) on polyester belt at 200°C for 60sec.

Fig.6은 migration 방지제로서 CMC를 사용하였을 때 그 농도가 염착량에 미치는 영향을 나타낸 것이다. CMC를 전혀 사용하지 않은 경우와 비교해 볼 때 CMC를 사용함으로써 염착량은 매우 미미한 증가량을 나타내어 그 효과는 거의 없는 것으로 판단된다.

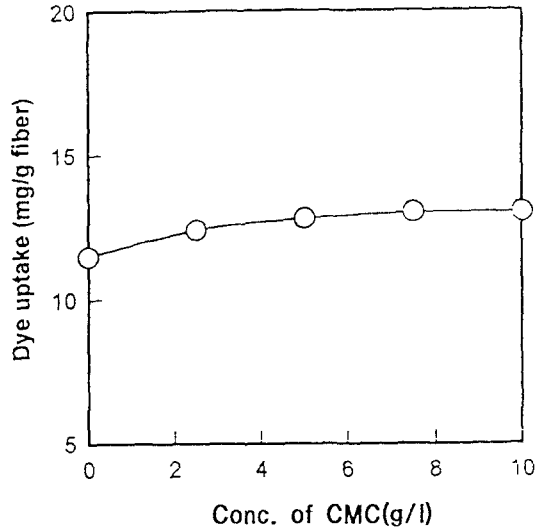


Fig. 6 Relationship between concentration of CMC and dye uptake of Cibacet Blue F3R on polyester belt at 200°C for 60 sec.(dye concentration : 4g/l, dispersing agent : 10g/l)

4. 결 론

산업용 폴리에스테르 벨트를 서머줄 염색법으로 염색하여 염색건피도를 검토하고 염색조건이 염착량에 미치는 영향을 검토한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 염착량은 padding시의 pick-up율, 염료농도, 염색시간 및 온도의 증가에 비례하여 증가하였으며 염료 농도가 클수록 염색시 열처리 시간에 대한 의존성이 크게 나타났다. 따라서 140% pick-up율로 padding하고 4~6g/l의 염액 농도에서 200°C, 60초 정도의 조건에서는 연속 공정으로 염색하는데 큰 문제가 없을 것으로 생각된다.
2. 서머줄 염색시 사용되는 조제가 염착량에 미치는 영향을 살펴보기 위하여 분산제와 CMC를 사용한 결과, 염액내 분산제의 농도가 10g/l 이상에서는 염착량이 오히려 감소하는 경향이 나타났으며 증점제인 CMC의 영향은 거의 없는 것으로 나타났다.

3. 염색물의 건·습마찰견뢰도를 측정한 결과 모두 5등급으로 만족스러운 결과를 나타냈다.

참고문헌

1. 김인규, “신염색학”, 문운당, p. 255~268(1996).
2. 정원규 외, “염색학”, 형설출판사, p. 229~242 (1997).
3. 조경래, “染色理論과 實驗”, 형설출판사, pp 318 ~325(1991).
4. 김공주, 안경열, 강영의, 한국섬유공학회지, 23, 4(1986).
5. 이일건, 윤남식, 임용진, 한국염색가공학회지, 2, 4(1990).
6. 임용진, 윤남식, 장진규, 한국섬유공학회지, 24, 5(1987).
7. 김호정, 경성대학교 논문집, 19, 2(1998).