

폴리우레탄함침 폴리에스터 극세사 소재의 분산염료 염색시 폴리우레탄 성분에 대한 염료의 상대염착률 정량분석

Quantitative Analysis of Relative Adsorption of Disperse Dyes on Polyurethane in Polyurethane-impregnated Polyester Microfibers

*Corresponding author

Taekyeong Kim
(taekyeong@knu.ac.kr)

전희정, 박수현, 이준현, 김태경*
경북대학교 섬유시스템공학과

Heejeong Jun, Suhyeon Park, Junheon Lee and Taekyeong Kim*
Department of Textile System Engineering, Kyungpook National University, Daegu, Korea

Received_August 11, 2020
Revised_August 31, 2020
Accepted_August 31, 2020

Textile Coloration and Finishing
TCF 32-3/2020-9/121-127
© 2020 The Korean Society of
Dyers and Finishers

Abstract The analysis method of relative adsorption of disperse dyes on impregnated polyurethane resin and polyester fiber separately was investigated. The solvents for extracting the dyes from polyurethane resin and polyester fiber were determined by acetone and DMF, respectively. By extracting the dyed fibers with acetone at room temperature within 30 minutes, the dyes adsorbed only on the polyurethane resin could be extracted. And then by additional extracting the same fabrics with DMF at 95°C for longer than 1 hour, the dyes adsorbed on polyester fabrics was extracted. This means that the dyes adsorbed on polyurethane and polyester could be extracted separately and that relative adsorption of the dyes on the both components could be analyzed quantitatively. Using this analysis method, the relative adsorption of a disperse dye was investigated after reduction clearing with various conditions.

Keywords polyurethane, polyester, relative adsorption, extraction, disperse dye

1. 서 론

최근 들어 자동차 내장재의 카시트용 소재로서 인조피혁의 사용이 증가하고 있다. 이러한 인조피혁은 폴리에스터 극세사를 기본 소재로 하여 폴리우레탄이 함침되어 제조되는 것이 일반적인데, 천연피혁의 질감을 가지면서도 극세사 특유의 부드러운 표면특성이 가미되어 고급차종을 위주로 전개가 활발해지고 있다¹⁻⁵⁾. 이 소재의 염색에는 폴리에스터용 분산염료의 사용이 필수적인데, 염색과정 중에 분산염료는 폴리에스터 소재뿐만 아니라 함침되어 있는 폴리우레탄 소재에도 일부 염착 또는 오염이 발생하는 것을 원리적으로 피할 수 없다.

그러나 폴리우레탄에 염착 또는 오염되어 있는 분산염료는 폴리에스터에 염착한 분산염료에 비해 탈착이 용이함으로써 사용중 인조피혁의 견뢰도 특성을 불량하게 만드는 요인 중의 하나로 현장에서는 인식되어 오고 있다⁶⁾. 이런 관점에서 견뢰도

특성을 향상시키는데 기여하기 위해서는 폴리에스터에 염착된 염료는 최대한 남기고 폴리우레탄에 염착 또는 오염된 염료만을 최대한 제거하는 것이 하나의 방법일 수 있다. 이를 위해 염색 후 환원세정 등의 공정을 통해 표면 염착된 염료를 제거하는 공정을 거치기는 하지만 지금까지는 폴리우레탄에 어느 정도 염료가 염착 또는 오염되어 있는지를 정량적으로 확인하는 방법이 연구되어 있지 못해 폴리우레탄에 오염된 염료의 제거효율을 극대화하지 못했다.

따라서 본 연구에서는 자동차 내장재의 카시트로 사용되고 있는 폴리우레탄 함침 폴리에스터 극세사를 대상으로 분산염료에 의한 염색 후 폴리우레탄 성분과 폴리에스터 소재에 염착된 염료의 상대염착률을 정량적으로 분석하는 방법을 제시하고자 한다. 이렇게 확립된 방법을 활용하여 환원세정 조건에 따른 성분별 상대염착률을 측정하고 폴리우레탄 성분에 대한 염료오염의 최소화 방안의 기초자료를 제공하고자 한다.

환원세정의 조건에 있어서는 기본적인 환원조제의 농도와 온

도변화, 그리고 환원세정시간에 따라 조사하였으며, 추가적으로 환원세정의 효과에 큰 영향을 미칠 것으로 생각되는 분산제의 첨가농도에 따른 상대염착률을 함께 조사하였다.

2. 실험

2.1 시료 및 시약

카시트용 인조피혁 섬유소재는 (주)정산인터내셔널에서 제공된 것으로 두께 1.1~1.2mm, 중량 $480 \pm 30 \text{g/m}^2$ 트리코트 폴리에스터 스웨이드로서 표면에는 0.15denier의 극세사가 노출되어 있으며 이면에는 75denier/36filaments 원사에 의한 트리코트 조직으로 이루어진 구조이며 폴리아우레탄이 약 30% 정도 함침된 소재가 기본적으로 사용되었다. 필요시 폴리아우레탄이 함침되지 않은 소재도 사용되었으며 이 경우 폴리아우레탄을 제외하면 앞과 동일한 폴리에스터 스웨이드 소재이다. 순수한 폴리아우레탄 소재가 필요한 경우에는 함침용 폴리아우레탄을 두께 약 2mm의 필름상으로 제조하여 사용하였다.

염색에 사용된 분산염료는 C. I. Disperse Blue 56을 분산제가 함유된 상업용 분산염료 그대로 사용되었다. 용매로는 iso-propanol, ethanol, acetone, N,N-dimethylformamide (DMF)가 사용되었으며, 환원세정용 조제로는 thiourea, sodium carbonate, 그리고 분산제로는 비이온계의 polyoxyethylenesorbital monolaurate가 사용되었으며 실험에 사용된 모든 시약은 순도 95% 이상의 고순도 등급이 사용되었다.

2.2 염색

본 연구에서 염색이 필요한 시료는 필름 형태의 순수 폴리아우레탄, 그리고 폴리아우레탄 미함침 폴리에스터 스웨이드와 폴리아우레탄 함침 폴리에스터 스웨이드 등 세 가지 종류이다. 이들은 C. I. Disperse Blue 56 10% owf를 사용하여 욕비 1:30의 조건으로 130°C에서 1시간 동안 염색하였다. 승온은 70°C 이후부터 2°C/min으로 조절하였으며 130°C에서 1시간동안 염색이 진행된 후 2°C/min으로 70°C까지 냉각된 후 수세하였다.

2.3 염료용액의 흡광도 분석 및 섬유염착률 측정

용매내에 용해된 염료의 흡광도 조사는 일반적인 UV-VIS spectrophotometer를 사용하여 실시하였으며, 섬유상 시료의 측정에는 측정기(Konica-Minolta CM-360d, Japan)를 사용하여 일반적인 겔보기 색상강도의 척도로 사용하는 K/S로 나타내었다⁷⁻¹¹⁾. 파장범위는 360~740nm였으며 D65광원으로 10도 시야로 측정되었다.

2.4 조건별 환원세정

후세정에 따른 염료의 상대염착률을 조사하기 위해 조건별로 환원세정을 실시하였다. 환원세정은 실제 현장에서 실시하는 조건을 기준으로 적절히 범위를 조절하였다. 환원세정 공정에 사용된 조제는 thiourea와 sodium carbonate였으며 분산제

로 polyoxyethylenesorbital monolaurate가 사용되었다. 환원제 및 분산제의 농도는 0~20g/L의 범위내에서 조절되었으며, 온도는 40~80°C, 시간은 10~60분으로 다양하게 조절되었다.

2.5 폴리에스터 섬유에 대한 폴리아우레탄 성분의 상대염착률 조사

염색된 후 적절하게 세정된 폴리아우레탄 함침 폴리에스터 스웨이드 원단 0.02g을 acetone 50mL에 침지한 후 밀폐시켜 교반하면서 약 25°C의 상온에서 30분간 염료를 추출한다. 이때 폴리에스터 섬유의 내부에 염색된 염료는 사실상 거의 추출되지 않고 폴리아우레탄 수지층에 염색된 염료만 거의 완전히 추출된다. 폴리에스터 섬유의 최외곽 표면층에 염착된 염료가 이 단계에서 추출될 수 있으나 그 양은 폴리에스터 섬유 전체 염착량의 약 2~3% 정도에 해당하므로 이 정도를 오차범위로 산정할 필요가 있다.

Acetone에 의해 폴리아우레탄 수지층의 염료가 완전히 추출된 폴리에스터 섬유를 건조하여 잔류 아세톤을 제거한 다음 다시 50mL의 DMF에 다시 침지하고 밀폐한 후 95°C에서 최소 1시간 이상 추출하여 폴리에스터 섬유 내부에 염착된 염료를 완전히 추출해 낸다. 추출용매를 실온으로 냉각한 후 각각의 acetone 추출액과 DMF 추출액을 분광흡수스펙트럼을 사용하여 흡광도를 측정함으로써 추출염료의 상대농도를 측정한다. 이때 두 용매가 다르므로 염료의 solvatochromism에 의한 효과를 제거하기 위해 acetone 추출액의 경우에는 acetone 추출액 2mL와 순수 DMF 2mL를 혼합하여 측정하고, DMF 추출액의 경우에는 DMF 추출액 2mL와 순수 acetone 2mL를 혼합하여 최종 측정되는 용매의 조건이 acetone : DMF = 50 : 50의 조건으로 동일하게 한다. 이렇게 함으로써 DMF 추출액(폴리에스터 섬유로부터 추출된 염료)의 농도와 acetone 추출액(폴리아우레탄 수지층으로부터 추출된 염료)의 농도를 직접 비교하여 상대염착률을 계산할 수 있다. 이상의 방법을 수식(1), 수식(2)으로 나타내면 아래와 같다.

$$RDU_{PU}(\%) = \frac{A_{acc}}{A_{acc} + A_{DMF}} \times 100 = 100 - RDU_{DMF} \quad (1)$$

$$RDU_{PET}(\%) = \frac{A_{DMF}}{A_{acc} + A_{DMF}} \times 100 = 100 - RDU_{PU} \quad (2)$$

where,

$RDU_{PU}(\%)$: Relative dye uptake on PU

$RDU_{PET}(\%)$: Relative dye uptake on PET

A_{acc} : Absorbance of dye extracted in acetone

A_{DMF} : Absorbance of dye extracted in DMF after extraction with acetone

3. 결과 및 고찰

3.1 순수 폴리우레탄의 염료추출 최적용매 선정

분산염료로 염색된 폴리우레탄 함침 폴리에스터 섬유에서 폴리에스터 섬유 부분에 염착된 염료는 사실상 추출하지 않으면서 순수한 폴리우레탄 수지에 염착된 분산염료를 완전히 추출하는데 최적인 용매를 찾기 위해 iso-propanol, ethanol, acetone이 조사되었다. 이를 위해 함침용으로 사용되는 폴리우레탄을 필름형태로 제작하고 이를 분산염료로 염색한 후, 염색된 0.05g의 순수 폴리우레탄 필름을 10mL의 iso-propanol, ethanol, acetone에 각각 담그고 밀폐한 후 약 25°C의 상온에서 30분간 교환추출하였다. 이들 세가지 용매들은 실험에 사용된 폴리우레탄 필름을 상온에서 팽윤은 시키지만 사실상 용해는 시키지 않는 것으로 예비실험에서 확인되었으며, 이들 세가지 용매로 분산염료가 추출되는 정도를 조사하였다.

본 실험의 목적은 폴리에스터 섬유 부분에 염착된 염료는 사실상 추출하지 않으면서 폴리우레탄 수지에 염착된 분산염료를 사실상 완전히 추출하는 용매를 찾는 것이므로 염료가 완전히 추출되었는지를 확인하기 위해 DMF도 같은 조건으로 함께 조사되었다. 순수 폴리우레탄 필름은 DMF내에서는 상온에서도 완전용해가 가능하기 때문에 염색된 폴리우레탄 필름을 DMF에 완전용해시킴으로써 폴리우레탄 필름에 염착된 염료를 모두 DMF로 용해시켜내는 효과를 얻기 위함이다.

Iso-propanol, ethanol, acetone에 추출된 염료용액의 흡광도를 측정 후, 염색된 폴리우레탄 필름을 완전용해시킨 DMF의 흡광도와 비교하여 세가지 용매내에서 염료의 추출정도를 비교하였다.

Figure 1에 제시된 바에 의하면, 폴리우레탄 필름으로부터 염료추출특성이 가장 우수한 용매는 acetone이었으며, ethanol과 iso-propanol의 경우에는 본 실험의 조건에서는 염료의 완

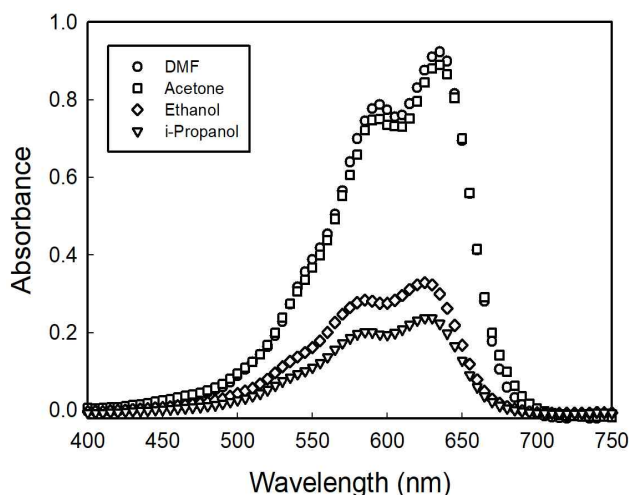


Figure 1. Absorbance of the dye extracted in solvents from polyurethane films.

전한 추출이 이루어지지 않았다.

Acetone의 경우 추출용액의 흡광도가 가장 높다는 사실만으로 염료가 완전히 추출되었다고 보증할 수는 없으므로 이를 더욱 명확히 하기 위해 DMF 용매에서의 추출도 같이 조사되었다. 사실상 염색된 폴리우레탄 필름은 상온에서도 DMF에 완전히 용해됨으로써 염료가 완전히 추출되는 것과 동일한 효과를 준다. Figure 1에서도 알 수 있듯이 acetone에서 추출된 염료의 흡광도가 DMF에 용해된 경우와 거의 일치하는 것으로 보아 acetone에서는 폴리우레탄 필름에 염색된 염료가 사실상 거의 완전히 추출되었다고 볼 수 있다.

여기서 한 가지 확인해야 할 점은 acetone은 폴리우레탄 성분으로부터는 염료를 완전히 추출해야 하지만 폴리에스터 섬유 내부에 염착된 염료는 사실상 전혀 추출하지 않아야 한다는 점이다. 그래야만 폴리우레탄 성분에 염착된 염료의 염착률과 폴리에스터 섬유부분에 염착된 염료의 염착률을 구분해서 측정하는 것이 가능하기 때문이다. 이를 위해 폴리우레탄이 함침되지 않은 폴리에스터 스웨이드를 염색한 후 acetone으로 상온에서 추출실험을 실시하였으며 그 결과를 Figure 2에 나타내었다.

Figure 2에 의하면 염색된 폴리우레탄 미함침 폴리에스터 섬유의 파장별 색상강도(K/S)가 상온의 acetone으로 30분간 추출이 진행된 후에도 추출이 이루어지지 않은 경우와 거의 일치하는 값을 보이는 것으로 보아 폴리에스터에 염착된 염료는 상온의 acetone에서는 사실상 거의 추출이 일어나지 않음을 확인하였다. 추출 후에 미미한 수준의 색상강도 감소는 발생하고 있지만 그 정도가 약 2~3% 정도에 불과하므로 이 정도의 수치는 분석오차범위로 설정할 필요는 있다고 생각된다.

3.2 폴리에스터 섬유의 염료추출 최적용매 선정

앞의 실험을 통해서 폴리에스터 섬유부분에 염착된 염료는 추출하지 않으면서 폴리우레탄 성분에 염착된 염료만 상온에서

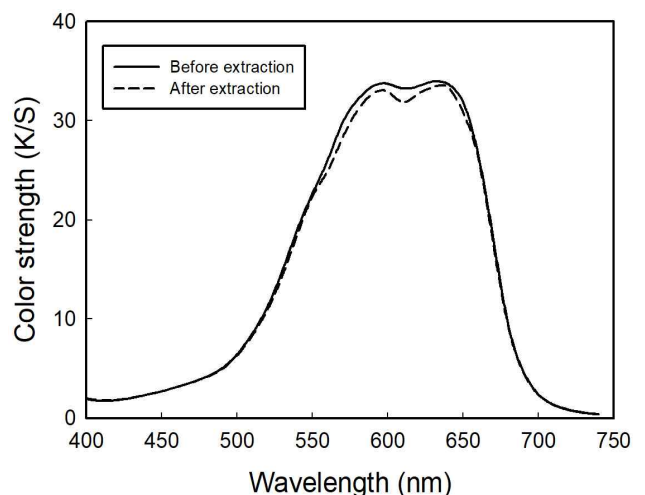


Figure 2. Comparison of dyed polyester fabrics between before extraction and after extraction with acetone at room temperature for 30 minutes.

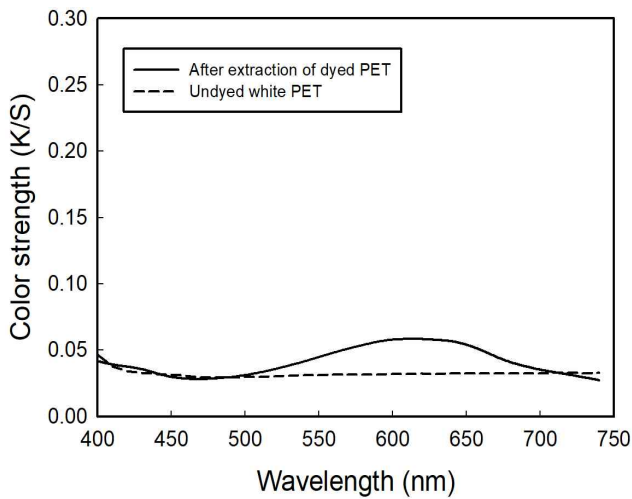


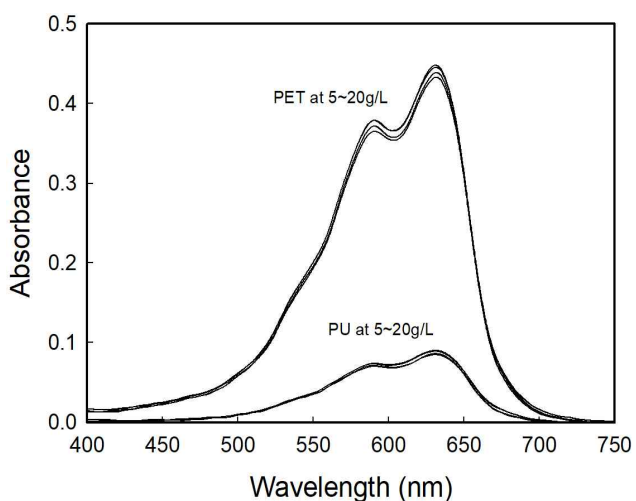
Figure 3. Color strength of undyed white polyester fabric and DMF-extracted polyester fabric after dyeing.

완전히추출할 수 있는 용매로 acetone이 결정되었다. 추가로 필요한 것은 폴리에스터 섬유에 염착된 염료를 완전히 추출해 낼 수 있는 용매와 추출조건을 찾는 것인데 이는 이미 여러 선행연구들을 통해서 잘 알려져 있다¹²⁻¹⁵. 예를 들어 약 90~100°C 정도의 온도에서 100% DMF를 사용하면 폴리에스터 섬유에 염색된 분산염료가 거의 대부분 추출이 가능하다는 것이 잘 알려져 있기는 하지만 이를 명확히 하기 위해 추가적인 실험을 실시하였다. 폴리우레탄이 함침되어 있지 않은 폴리에스터 섬유를 분산염료로 염색하고 이를 100% DMF로 95°C에서 1시간 염료를 추출한 후 염료가 완전히 추출되었는지를 확인하였다.

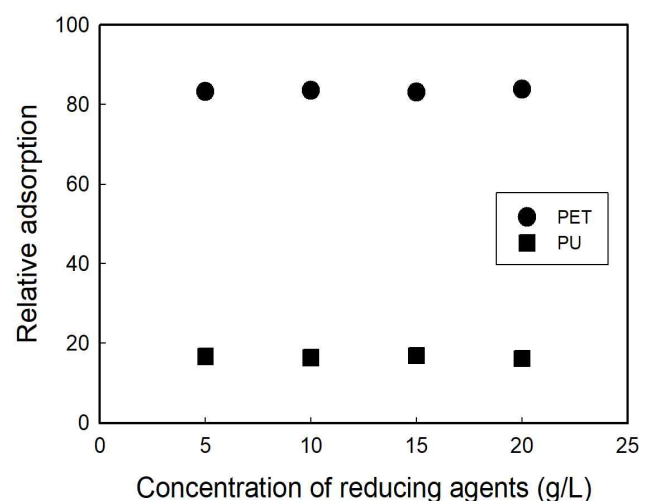
Figure 3에 염색을 전혀 하지 않은 폴리에스터 섬유의 파장별 색상강도와 염색후 DMF로 염료를 완전히 추출하고 수세건조한 폴리에스터 섬유의 파장별 색상강도를 제시하였다. 처음부터 염색하지 않은 폴리에스터 섬유의 색상강도는 당연히 가시광선의 전 파장범위에서 색상강도가 0.03 수준을 보이며 흰색임을 나타내고 있으며, 염색후 DMF로 염료가 추출제거된 폴리에스터 섬유의 색상강도는 약 600~650nm의 범위에서 약간의 색상강도를 보이고 있어 푸른색으로 염색되었던 흔적이 남아있기는 하지만 사실상 그 수치가 0.06~0.07 정도의 K/S 값을 보임으로써 사실상 섬유상에 염료가 거의 남아 있지 않은 것으로 간주해도 무방한 수준임일 확인할 수 있다.

3.3 환원세정조건에 따른 폴리우레탄/폴리에스터 상대염착률 분석

앞에서 선정한 acetone과 DMF를 사용하면 폴리우레탄이 함침된 폴리에스터 섬유에 분산염료로 염색이 된 경우 폴리우레탄 수지부분에 염착된 염료의 상대염착률과 폴리에스터 섬유부분에 염착된 염료의 상대염착률을 구분해서 정량적으로 분석이 가능하다. 요약하면, 먼저 상온에서 acetone으로 30분간 염료를 추출하면 폴리에스터 섬유부분에 염착된 염료는 사실상 거의 추출되지 않으면서 폴리우레탄 수지부분에 염착된 염료만 거의 완전히 추출할 수 있다. 그런 후 같은 시료를 다시 95°C의 DMF에서 1시간 이상 추출하면 나머지 폴리에스터 섬유부분에 염착된 염료를 완전히 추출하는 것이 가능하다. 동일한 염색시료로부터 추출된 두 가지 용매 중 acetone에는 폴리우레탄에 염착된 염료만 포함되어 있고, DMF에는 폴리에스터 섬유에 염착된 염료만 포함되어 있으므로 이를 앞의 2.5에서 설명한 방법으로 UV-VIS spectrophotometer에 의해 흡광도를 분석하면 각 성분에 대한 상대염착률을 정량적으로 분석하는



(a)



(b)

Figure 4. Absorbance of extracted dyes from polyester and polyurethane, respectively (a) and relative adsorption of the dye on each component (b), after reduction clearing at different concentration(0~20g/L) of reducing agents at 60°C for 20min.

것이 가능하다. 이렇게 확립한 상대염착률 분석방법을 사용하여 폴리우레탄 함침 폴리에스터 스웨이드 섬유에 대한 분산염료의 각 성분별 상대염착률을 조사하였다.

환원세정에 사용된 조제는 섬유소재를 제공한 기업의 현장에서 사용하고 있는 조제로서 thiourea와 sodium carbonate가 사용되었는데 일반적인 sodium hydrosulfite와 sodium hydroxide에 비하면 다소 약한 환원세정 조제이며¹⁶⁻²⁰, 이러한 약한 환원세정 조제를 사용하는 이유는 해당 소재가 극세사 소재이므로 강한 환원세정 조제를 사용하면 세정에 의해 염료가 많이 빠져나가 색상이 과도하게 약해지기 때문이다. 환원세정 조건은 환원조제 농도별(5, 10, 15, 20g/L), 시간별(10, 20, 30, 40, 50, 60분), 온도별(40, 50, 60, 70, 80°C), 그리고 분산제 농도별(0, 5, 10, 15, 20g/L)로 조절하여 실시하였다. 먼저 온도와 시간은 60°C와 20분으로 고정한 상태에서 환원조제의 농도에 따른 환원세정을 실시한 후 함침되어 있는 폴리우레탄 성분과 폴리에스터 섬유부분에 염착된 염료를 추출하여 흡광도를 측정한 것을 Figure 4 (a)에 나타내었다.

Figure 4 (a)에 의하면 전체적으로 폴리에스터 섬유부분(PET)에 염착된 염료의 양이 폴리우레탄 성분(PU)에 염착된 염료의 양에 비해 현저히 많음을 알 수 있다. 이를 각각의 성분별에 대한 상대염착률로 계산한 것을 Figure 4 (b)에 나타내었는데, 폴리에스터 섬유부분에 염착된 염료의 비율이 약 83~84%였고 함침되어 있는 폴리우레탄 수지층에 염착된 염료의 비율이 약 16~17% 정도로 나타났다. 예상과 다른 점은 각 환원조제의 농도에 따라서는 상대염착률에 있어서 큰 차이를 보이지 않는다는 것인데 이는 5g/L 정도의 환원제 농도에서 이미 최적농도에 도달했음을 의미하지만 이와 관련하여 추가적인 조사는 필요하다고 생각된다.

이어서 환원제의 각 농도(5g/L)와 온도(60°C)는 고정한 상태에서 환원세정 시간별 상대염착률을 조사하였다. 시간은 10분

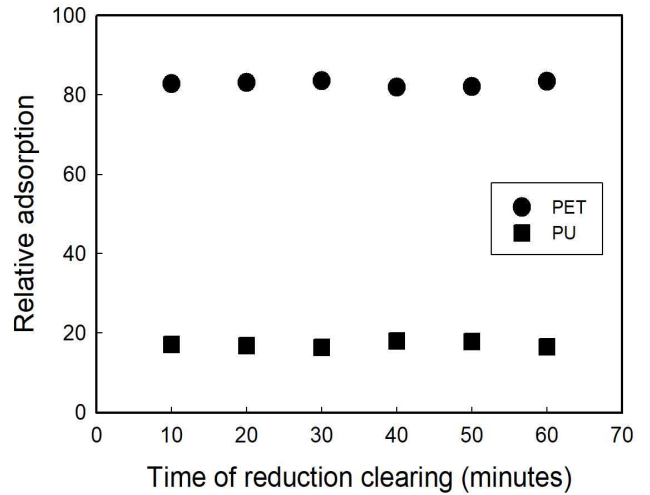


Figure 5. Relative adsorption of the dye on polyester and polyurethane, respectively, after reduction clearing with 5g/L of reducing agents at 60°C for various time(10~20min).

에서 60분까지로 조정하였으며 이때 얻어진 상대염착률을 Figure 5에 나타내었다.

조제농도별 결과에서와 마찬가지로 환원세정 시간이 10분이상 길어짐에 따른 성분별 상대염착률의 변화는 거의 나타나지 않아서 10분 정도의 시간에 이미 환원세정이 모두 완료됨을 확인하였으며, 환원세정 자체는 상당히 빠른 시간내에 완료된다는 것을 의미한다고 볼 수 있다.

다음으로 환원제의 각 농도(5g/L)와 시간(20분)은 고정한 상태에서 환원세정 온도를 40~80°C로 변화시켜가며 상대염착률을 조사하였다. 그 결과를 Figure 6에 나타내었다.

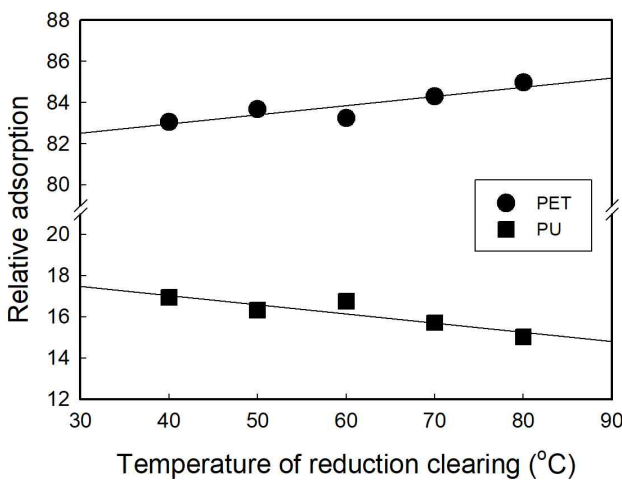
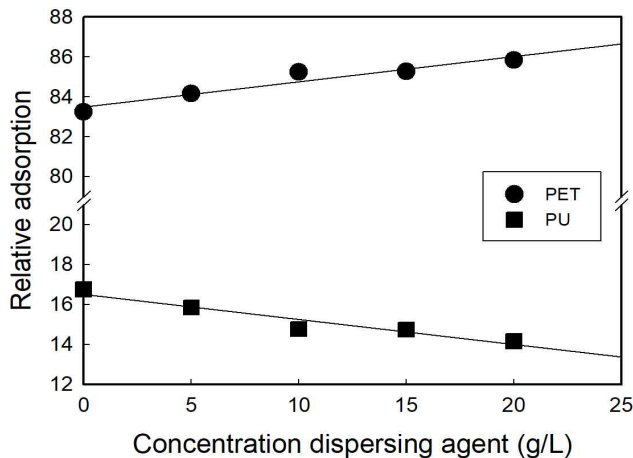


Figure 6. Relative adsorption of the dye on polyester and polyurethane, respectively, after reduction clearing with 5g/L of reducing agents at different temperature(40~80°C) for 20min.



Conc.(g/L)	PU(%)	PET(%)
0	16.75	83.25
5	15.84	84.16
10	14.76	85.24
15	14.73	85.27
20	14.15	85.85

Figure 7. Relative adsorption of the dye on polyester and polyurethane, respectively, after reduction clearing at 60°C for 20min with 5g/L of reducing agents and additionally with different concentration of dispersing agent(0~20g/L).

조제농도와 시간별 결과에서는 조건의 변화에 따른 일관된 상대염착률의 변화가 거의 나타나지 않았으나 환원세정 온도의 변화에 대해서는 실험의 범위내에서 약 2% 정도의 상대염착률의 차이를 보이는 경향이 나타났다. 이처럼 온도의 증가에 따라 상대염착률의 차이가 커지는 이유는, 환원세정의 효과가 향상됨에 따라 견뢰도가 낮은 폴리우레탄에 염착된 염료의 세정 효과가 더 우수했기 때문이다.

마지막으로 환원제의 각 농도(5g/L)와 시간(20분), 그리고 온도(60°C)는 고정된 상태에서 분산제의 사용 및 농도에 따른 상대염착률을 조사하였다. 분산제는 현장에서 사용하는 분산제를 사용하는 경우 분산제의 화학구조를 알 수 없기 때문에 화학구조가 명확히 알려진 비이온계 계면활성제를 분산제로 사용하였다. 분산제의 농도는 0, 5, 10, 15, 20g/L의 조절하여 환원세정을 실시하였으며 그 결과를 Figure 7에 나타내었다.

Figure 7에 의하면 다른 환원세정 조건에 비해 분산제의 혼용이 상대염착률의 변화에 가장 크게 기여하는 것을 알 수 있는데, 예를 들어 분산제를 사용하지 않고 환원세정조제만을 사용한 경우, 함침되어 있는 폴리우레탄 수지층에 염착된 염료의 비율이 16.75%였던 것이 분산제를 20g/L 혼용한 경우에 14.15%로 감소한 것으로 나타났다. 이러한 분산제의 상대적으로 큰 효과는 다음과 같이 생각할 수 있다.

소수성의 섬유에 염착된 소수성의 분산염료는 염색후 물속으로 다시 용해되어 나오기는 힘들지만 세정액속에 분산제가 포함되어 있을 경우 소수성의 염료라고 하더라도 용해 또는 분산되어 나올 가능성이 커지고 이어서 환원세정 조제에 노출됨으로써 분해가 일어난다. 이때 폴리에스터 섬유의 경우에는 내부구조가 상대적으로 치밀하므로 염착된 염료의 탈착이 어려운데 비해 내부구조가 상대적으로 아주 유연하고 덜 치밀할 뿐 아니라 소수성도 약한 폴리우레탄 수지의 경우에는 여기에 염착 또는 오염된 분산염료가 상대적으로 쉽게 탈착됨으로써 환원세정 조제에 보다 많이 노출된다. 결과적으로 환원세정 효과는 폴리에스터 섬유에 비해 폴리우레탄 수지부분에 더욱 강하게 작용

하는 결과를 나타내기 때문으로 이해할 수 있다.

이상의 결과에서 강조되어야 할 부분은 환원세정 조건 중 온도효과와 분산제 효과가 폴리우레탄의 상대염착률, 즉 오염도를 더욱 감소시킨다는 사실 뿐만 아니라, 본 연구를 통해 확립한 상대염착률 분석법을 통해 함침되어 있는 폴리우레탄 수지부분에 대한 염료의 오염도를 적은 오차범위내에서 수치로 얻어낼 수 있다는 점이다. 이러한 분석법을 활용하면 폴리우레탄이 함침되어 있는 폴리에스터 소재기반의 자동차 내장소재 등에 있어서 다양한 염료의 조합과 염색조건, 그리고 환원세정 등의 후 공정에 따라 폴리우레탄의 염료 오염도를 분석함으로써 폴리우레탄에 대한 염료의 오염도를 낮추어 결과적으로 보다 견뢰도가 향상된 자동차 내장재를 개발하는데 활용이 가능하다는 점이다.

4. 결 론

자동차 내장용 카시트 소재로 널리 사용되는 폴리우레탄 함침 폴리에스터 스웨이드 소재를 분산염료로 염색한 경우 폴리우레탄 수지부분에 일부 염착 또는 오염된 염료의 비율을 알아내기 위해 폴리우레탄 수지와 폴리에스터 섬유의 상대염착률을 분석하는 방법을 확립하였다. 폴리우레탄 수지부분에 염착 또는 오염된 염료만을 추출하는 용매로서는 acetone이 선정되었으며 폴리에스터 섬유부분에 염착된 염료를 추출하는 용매로는 DMF가 결정되었다.

Acetone을 사용하여 상온에서 30분 이내에서 폴리우레탄에 염착된 염료를 미리 추출해내고 다시 95°C의 DMF로 추가 추출함으로써 폴리에스터 섬유부분에 염착된 염료를 추출할 수 있었으며 결과적으로 두 성분에 염착된 염료를 분리추출할 수 있었다. 이렇게 확립된 방법으로 다양한 조건에서 환원세정된 염색시료들의 상대염착률을 조사하였으며 그 결과 본 실험에서 사용한 환원제의 경우에는 온도의 증가와 분산제의 사용이 폴

리우레탄 수지부분에 대한 염료오염을 감소시키는 경향이 일관되게 얻어졌다. 다만, 환원세정효과의 증가는 폴리우레탄 부분과 폴리에스터 부분의 색상차로 인해 제품의 외관상 품질을 저하시킬수도 있으므로 적절한 범위에서 조절할 필요는 있다고 생각한다.

감사의 글

본 연구는 산업통산자원부와 한국산업기술평가관리원(KEIT)이 지원하는 중견기업상생혁신 기술개발사업으로 수행된 연구결과입니다(20006506).

References

1. J. E. Lee, M. S. Kim, M. G. Kim, S. I. Ko, D. H. Jung, J. W. Ko, and S. G. Lee, Investigation on Alkali Hydrolysis of PET/co-PET Ultra-microfiber, *Textile Science and Engineering*, **55**(5), 343(2018).
2. J. U. Lee, H. J. Lee, and H. Cho, The Situation and Prospect of Manufacturing Technology of Man-made Suede, *Textile Coloration and Finishing*, **10**(1), 51(1998).
3. K. Y. Choi, S. S. Han, and M. C. Lee, Reduction Clearing and Thermomigration Effects on Micro-polyester Suede, *Textile Coloration and Finishing*, **21**(6), 12(2009).
4. C. W. Joo, "Manufacturing and Processing Technology of High-Tech Industrial Textile Products", Korea Dyeing Technology Center, Daegu, pp.221-229, 2004.
5. S. Yamauchi, On the Present Condition and the Future Outlook of Automotive Interior Decoration Materials, *Sen'i Gakkaishi*, **59**, 275(2003).
6. H. I. Kim and S. M. Park, Enhancement of Dyeing Fastness of Artificial Suedes, *Textile Coloration and Finishing*, **18**(4), 28(2006).
7. M. Akgun, B. Becerir, and H. R. Alpay, Assessment of Color Strength and Color Difference Values of Polyester Fabrics Containing Continuous Weft Yarns after Abrasion, *Fibers and Polymers*, **8**(5), 495(2007).
8. N. Yaman, E. Ozdogan, and N. Seventekin, Improvement Fastness and Color Strength of Pigment Printed Textile Fabric, *Journal of Engineered Fibers and Fabrics*, **7**(2), 40(2012).
9. P. Pranslip, M. Pruettiphap, W. Bhanthumnavin, B. Paosawatyanong, and S. Kiatkamjornwong, Surface Modification of Cotton Fabrics by Gas Plasmas for Color Strength and Adhesion by Inkjet Ink Printing, *Applied Surface Science*, **364**(28), 208(2016).
10. A. Kechi, R. B. Chavan, and R. Moeckel, Dye Yield, Color Strength and Dyeing Properties of Natural Dyes Extracted

from Ethiopian Dye Plants, *Textile and Light Industrial Science and Technology*, **2**(3), 137(2013).

11. G. Ke, W. Yu, and W. Xu, Color Evaluation of Wool Fabric Dyed with *Rhizoma coptidis* Extract, *Journal of Applied Polymer Science*, **101**, 3376(2006).
12. T. K. Kim, Y. A. Son, and Y. J. Lim, Thermodynamic Analysis of 1,4-diaminoanthraquinone Adsorption on Polyethylene terephthalate in Alkane Media, *Dyes and Pigments*, **72**(2), 246(2007).
13. T. K. Kim, Y. A. Son, and Y. J. Lim, Thermodynamic Parameters of Disperse Dyeing on Several Polyester Fibers having Different Molecular Structures, *Dyes and Pigments*, **67**(3), 229(2005).
14. T. K. Kim, S. H. Yoon, S. Y. Shin, Y. J. Lim, and K. M. Cho, The Interpretation of Dyeing Behavior of the Easily Dyeable Polyester Yarn under Atmospheric Pressure by Thermodynamic Parameters, *Textile Coloration and Finishing*, **14**(1), 51(2002).
15. T. K. Kim, Y. J. Lim, K. H. Cho, and K. M. Cho, Organic Solvent Dyeing(III) - The Interpretation of Dyeing Behavior by Thermodynamic Parameters on Dyeing of Polyester Fiber as Dyeing Media, *Textile Coloration and Finishing*, **12**(1), 52(2000).
16. Y. H. Kang, J. J. Beak, M. Y. Seo, S. S. Kim, M. W. Huh, and N. H. Lee, Washing Fastness of Polyester Artificial Suede Fabric According to Reduction Clearing Method, *Textile Coloration and Finishing*, **13**(4), 8(2001).
17. J. J. Beak, O. D. Kwon, A. R. Son, N. H. Lee, and S. S. Kim, High Fastness Dyeing Technology of Polyester Microfiber with Several Disperse Dyes and Vat Dye, *Textile Coloration and Finishing*, **15**(6), 1(2003).
18. H. S. Cho, B. S. Lee, and J. S. Koh, Disperse Dyeing Properties of PET/Dyeable PP Blend Knit, *Textile Science and Engineering*, **48**(4), 265(2011).
19. W. K. Sung, A Study on the Dyeing of PTT/Silk Mixture Fabrics with Disperse Dyes/Acid Dyes, *Fashion and Textile Research Journal*, **12**(1), 94(2010).
20. B. H. Lee, The Dyeing Behavior of PET Bulky Yarn with Disperse Dyes, *Textile Coloration and Finishing*, **30**(2), 70(2018).

Authors

- 전희정** 경북대학교 섬유시스템공학과 석사과정 학생
박수현 경북대학교 섬유시스템공학과 학사과정 학생
이준현 경북대학교 섬유시스템공학과 박사과정 학생
김태경 경북대학교 섬유시스템공학과 교수