

Phthalimide계 신규 Azo dye의 Polyurethane계 섬유 염색 특성

최종윤 · 최재홍[†]

경북대학교 섬유시스템공학과

Dyeing Properties of Polyurethane Fiber by Novel Phthalimidyl Azo Disperse Dyes

Jong Yun Choi and Jae Hong Choi[†]

Department of Textile System Engineering, Kyungpook National University, 1370 Sankyuk-dong Buk-gu, Daegu (702-701), Korea

(Received: October 7, 2009/Revised: December 10, 2009/Accepted: December 13, 2009)

Abstract— Some phthalimidyl azo dyes containing N,N-diethyl or N,N-di(β -methoxycarbonylethyl) group have been attempted to apply onto two kinds of polyurethane based materials and rationalize their dyeability and fastness comparing with those of some commercial disperse dyes. Phthalimidyl azo dye showed 66~98% of exhaustion yield at 120°C by a conventional exhaust dyeing method. The dyeings were found to have a higher wash fastness with both fabrics in comparison with those of commercial dyes which indicates lower thermomigration and efficient alkali clearable properties of phthalimidyl ring and/or diester group during post-dyeing process.

Keywords: phthalimide, diester, alkali clearable, polyurethane fiber, high wash fastness, azo disperse dye

1. 서 론

1980년대 이후 현대인의 라이프스타일이 변화함에 따라 아웃도어 및 스포츠·레저용 의류 시장 규모가 크게 확대되고 있으며, 유럽 선진 국가들을 중심으로 산업에 대한 환경규제가 강화되고 있다. 이러한 변화에 맞추어 섬유패션 산업에서도 세탁견뢰도에 대한 시험규격이 엄격해지고, 염색·가공공정에서의 환경영향성이 중요해지면서 우수한 습윤견뢰도를 가지면서 동시에 환경 친화적인 염료의 연구가 지속적으로 진행되고 있다. 따라서 기존의 분산염료가 알칼리에 안정한 특성을 가지나 반대 특성을 가진 알칼리에 쉽게 분해되는 알칼리 세정성이 우수한 분산염료가 개발되고 있으며 이러한 염료는 알칼리 처리에 의해 염료가 수용성이 되거나 또는 색상이 약해져서 염색 잔욕으로 쉽게 세정되고 타섬유에 대한 오염도가 최소화되어 우수한 습윤견뢰도를 얻을 수가 있다¹⁻⁵⁾.

폴리우레탄계 섬유는 우레탄 결합(-NHCOO-)의 하드 세그먼트로 인해 분자쇄간 수소결합을 형성하여 탄성회복률을 가지며 알킬기의 반복단위로 이루어진 소프트 세그먼트는 무정형 영역을 형성하여 신도가 500~700%로 뛰어난 유연성을 가진다⁶⁾. 최근 탄성섬유에 대한 활발한 연구가 진행되고 있는 분야로는 활동성을 중시하는 수영복, 파운데이션 그리고 운동복과 같은 고기능의 신축성과 착의감 등이 요구되는 속옷 및 스포츠 레저용 의류분야가 중심을 이루고 있으며, 이들 분야뿐만 아니라 다양한 의류 및 산업용 섬유소재에 혼방사로 사용되고 있다.

한편, 폴리우레탄계 섬유 염색에 있어서 특히 폴리에스터와의 혼방물에서는 고온·고압 염색 공정시 염색초기 폴리우레탄 섬유에 흡착된 분산염료가 염색 후 열고정 온도에서 열이염(Thermomigration) 현상이 쉽게 일어나서 타 섬유를 심하게 오염시킴으로 인하여 낮은 세탁

[†]Corresponding author. Tel.: +82-53-950-5644; Fax.: +82-53-950-6617; e-mail.: jaehong@knu.ac.kr

견뢰도를 나타내는 문제점을 안고 있다⁷⁾. 따라서 본 연구에서는 열이 염성이 낮은 Phthalimide계 신규 8종의 분산염료를 사용하여 폴리우레탄계 섬유 염색성 및 견뢰도에 관한 거동을 고찰하고, 기존의 일반 PET용 분산염료와의 견뢰도를 비교, 분석하였다.

2. 실험

2.1 시료

사용된 시료는 (주)효성의 Creora[®] 스판덱스 원사를 사용하여 만든 PET/PU 커버링사를 사용한 직물과 폴리에스테르 환편물 (65d/24f)에 Polytetramethylglycol (PTMG) 타입의 PU수지(GT-300LV, Greentech Co.)가 80:20의 무게비로 코팅된 PET/PU 코팅사를 사용한 직물을 각각 사용하였고, 비교 시료로 사용된 Regular PET는 (75d/24f) (주)코오롱에서 제공받았다.

2.2 염료

본 실험에서 사용한 염료는 일반 PET용 분산염료의 Energy type별 3원색 (Table 1, M. Dohmen Korea) 6종 염료 및 선행 연구^{8,9)}에서 합성된 Phthalimide계 분산염료 8종을 사용하였다(Table 2).

Table 1. List of commercial disperse dyes used in this study

| Manufacturer | Dye | |
|--------------|-------------------|-------------------------|
| M. Dohmen | E-type trichromat | C.I. Disperse Yellow 54 |
| | | C.I. Disperse Red 60 |
| | | C.I. Disperse Blue 56 |
| | S-type trichromat | C.I. Disperse Orange 30 |
| | | C.I. Disperse Red 167 |
| | | C.I. Disperse Blue 79 |

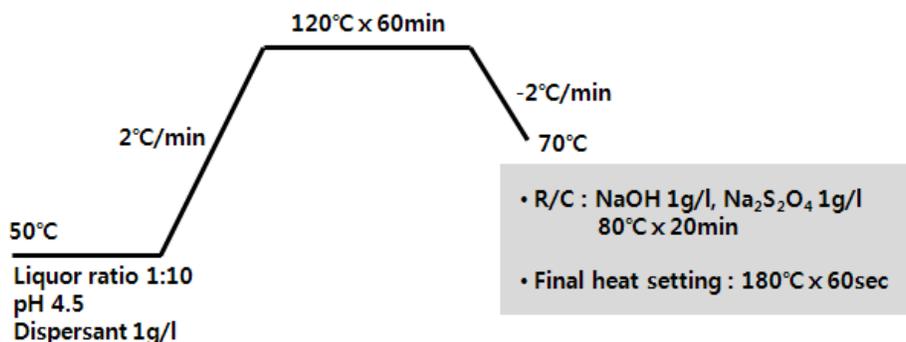


Fig. 1. Dyeing Process.

2.3 염색

IR-염색기 (고려과학, KS-W24)를 사용하여, 염료농도 2% o.w.f., 욕비 1:10, pH 4.5, 분산제 (Sunsolt RM-340, Nicca Korea) 1g/l의 조건으로 시작온도 50°C에서 승온 (2°C/min)하여 최대염색온도 120°C에서 60분간 염색 후 70°C로 -2°C/min으로 냉각하였다.

염색이 끝나면 냉수세한 후 환원세정 하였다. 환원세정은 NaOH 1g/l, Na₂S₂O₄ 1g/l의 조건으로 80°C에서 20분간 실시하였다. 환원세정 후 180°C에서 60초간 열고정 하였다(Fig. 1).

2.4 염착률

염색 전과 후 염욕의 염액을 DMF에 1:50으로 희석하여 UV-Vis spectrophotometer (Thermo., U.K.)을 사용하여 λ_{max} 에서의 Absorbance 값을 측정하여 염착률을 산출하였다.

이때 염착률은 다음 식 (1)을 사용하여 계산하였다.

$$\text{염착률(\%)} = (A_0 - A_1) / A_0 \times 100 \quad (1)$$

이때, A_0 및 A_1 은 측정된 염색 전·후 염욕의 λ_{max} 에서의 Absorbance 값이다.

2.5 측색

염색 후 환원세정 및 열고정을 마친 시료를 CCM (X-RiteColorPremier 8200, USA)을 사용하여 측색한 후, 최대흡수파장에서 산출된 K/S 값을 구하고 D_{65} 광원의 L^* , a^* , b^* , C , h 값을 통해 섬유의 Colorimetric properties를 고찰해 보았다.

Table 2. Chemical structure of phthalimidyl dyes used in this study

| Dye | Structure | Formula (Mw) |
|-----|-----------|------------------------------------|
| D1 | | $C_{24}H_{27}N_5O_3Br_2$ 595.33 |
| D2 | | $C_{24}H_{29}N_5O_3$ 435.53 |
| D3 | | $C_{24}H_{27}N_5O_2Br_2$ 595.33 |
| D4 | | $C_{25}H_{25}N_7O_3$ 473.53 |
| D5 | | $C_{26}H_{27}N_7O_3$ 487.56 |
| D6 | | $C_{31}H_{33}N_5O_7$ 550.60 |
| D7 | | $C_{28}H_{31}Br_2N_5O_7$ 708.19 |
| D8 | | $C_{29}H_{29}N_7O_7$ 586.60 |

2.6 세탁 및 마찰견뢰도 측정

세탁견뢰도는 M&S C4A법에 의거하여 ECE detergent 4g/l, Sodium perborate 1g/l를 사용하여 Steel ball 10개를 넣고, 60°C에서 30분간 실험하여 Multifiber의 오염도를 평가하였다. 마찰견뢰도는 AATCC 8-1989법에 의거하여 AATCC Crockmeter를 사용하여 건백포와 습백포를 각 10회 마찰시켰을 때 백포의 오염도를 평가하였으며 모든 견뢰도 등급은 Grey scale에 의해 평가하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 염착률

전술된 염료를 사용하여 커버링사 직물과 코팅사 직물을 각각 2% o.w.f. 로 염색하였고 각 염료별 염착률을 Fig. 2~4에 나타내었다.

먼저 상품화된 PET용 분산염료 6종은 Energy type에 상관없이 커버링사, 코팅사 직물 모두 96% 이상 염착되었다(Fig. 3~4). 반면에 합성된 Phthalimide계 염료 (D1~D8)로 Regular PET 염색 시 47%~96%의 염착률을 나타냈으며, 이때 Di-bromo 치환기를 가진 D1 및 D3는 상품화된 염료와 대등한 염착률을 보였다. 선행연구¹⁰⁾에서 Phthalimide계 아조염료의 PET 염착률은 염료구조에 따라 크게 변한다고 (D1~D5는 51%~79%, 4% o.w.f. 기준) 보고하였는데 본 연구의 Fig. 2에서 제시한 염착률은 2% o.w.f. 기준으로 선행연구 결과대비 높은 수준이다.

N,N-diethyl group을 가진 염료 (D1~D5) 보다 *N,N*-diester group을 가진 염료 (D6~D8)의 염착률이 상대적으로 낮았으며 이는 산성조건의 염색과정중 Diester group의 가수분해가 일부 발생하여 수용성 염료로 구조가 변환되어 염착률이 낮아지는 것으로 판단된다.

커버링사 직물 염색의 경우는 (Fig. 3) D3, 5, 7을 제외한 나머지 염료는 80%이상의 상대적으로 높은 염착률을 보였으며, Phthalimide계 염료중에서는 D2가 95%의 가장 우수한 염착 특성을 보였고 다음으로 D1 및 D4가 87% 및 86%의 염착률을 나타내었다. 특히 Diester group을 가진 D8 및 D6이 Regular PET 보다 크게 높은 84% 및 82%의 염착률을 보였는데 이

는 낮은 온도에서 폴리우레탄에 염착된 염료의 Diester group의 가수분해가 적게 발생하는 것을 제시한다. 또한 상품화된 6종 염료 모두 96% 이상의 높은 결과를 보였다.

코팅사 직물은 (Fig. 4) D7을 제외한 나머지 염료들이 80% 이상의 염착률을 보였고, D1, D2 및 D6의 염착률은 90% 이상으로서 합성된 염료 중에서 가장 높은 결과를 보였다. 따라서 D2는 폴리우레탄계 섬유 염색에서 상품화된 분산염료와 대등한 수준의 염착률을 보여서 향후 상품화 가능성이 가장 높은 것으로 판단된다. Diester계 3종 염료도 커버링사 직물 대비 우수한 염착률을 나타내어 이는 PTMG 및 폴리우레탄에 염착된 염료의 염색 시 가수분해에 대한 높은 안정성을 보여준다.

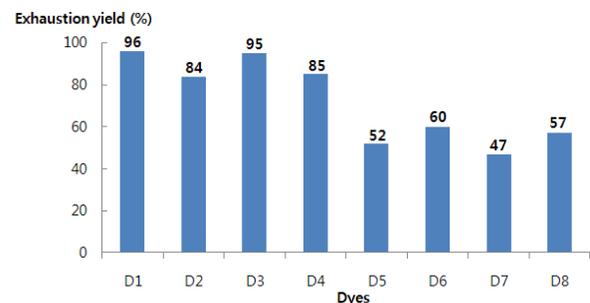


Fig. 2. Exhaustion yield of dyes for regular PET.

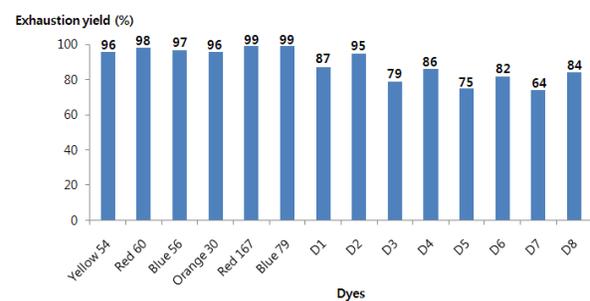


Fig. 3. Exhaustion yield of dyes for covered yarn based fabric.

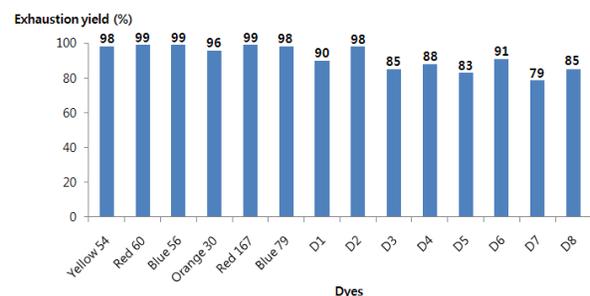


Fig. 4. Exhaustion yield of dyes for coated yarn based fabric.

3.2 K/S값 및 Build-up 특성

시판 분산염료 6종과 (Table 3) 합성된 염료 8종을 (Table 4) 사용하여 염색된 3종 직물의 K/S 값을 비교 하면, 먼저 시판 염료는 Yellow 54를 제외하고 5종 염료가 폴리에탄계 직물에서 Regular PET 대비 (2% o.w.f. 기준) 30% 미만의 현저히 낮은 K/S값을 나타내어 취약한 염색특성을 보이는데 이는 환원세정과정에서 폴리에탄 섬유에 약하게 흡착된 염료가 다량 세정된 것이 가장 큰 원인으로 판단되어서 이러한 염료들은 폴리에탄계 섬유염색에 적합하지 않는 것으로 생각된다.

Phthalimide계 합성 염료도 D1 및 D8을 제외하고 Regular PET에서의 K/S값 보다 폴리에탄계 직물에서의 K/S값이 크게 낮으나 감소폭이 시판 분산염료 대비 적어서 Phthalimide계 염료가 폴리에탄에 대한 흡착력이 상대적으로 높아서 환원세정에 대한 안정성이 높다는 것을 입증한다. 특히 D1과 D8은 커버링 직물에서 Regular PET의 K/S값 대비 87% 및 84%의 높은 K/S값을 가지며 또한 코팅 직물에서도 Regular PET의 K/S값 대비 각각 74% 및 72%의 높은 K/S값을 가져서 폴리에탄계 섬유 염색 특성이 기존의 분산염료와 비교할 때 매우 우수함을 알 수 있다.

Table 3. K/S values of commercial dyes on various fabrics

| C.I. Dye number | o.w.f.(%) | Regular PET | Covered yarn fabric | Coated yarn fabric |
|--------------------|-----------|-------------|---------------------|--------------------|
| Disperse Yellow 54 | 0.5 | 13.7 | - | - |
| | 2.0 | 25.7 | 15.2 | 10.0 |
| Disperse Red 60 | 0.5 | 4.7 | - | - |
| | 2.0 | 17.6 | 4.0 | 4.2 |
| Disperse Blue 56 | 0.5 | 4.6 | - | - |
| | 2.0 | 16.8 | 3.7 | 3.3 |
| Disperse Orange 30 | 0.5 | 3.6 | - | - |
| | 2.0 | 13.4 | 3.2 | 3.1 |
| Disperse Red 167 | 0.5 | 6.6 | - | - |
| | 2.0 | 21.3 | 6.0 | 5.8 |
| Disperse Blue 79 | 0.5 | 7.0 | - | - |
| | 2.0 | 21.3 | 6.1 | 5.4 |

Table 4. K/S values of synthesized dyes on various fabrics

| Dye | o.w.f. (%) | Regular PET | Covered yarn fabric | Coated yarn fabric |
|-----|------------|-------------|---------------------|--------------------|
| D1 | 1 | 9.5 | - | - |
| | 2 | 10.3 | 9.0 | 7.6 |
| D2 | 1 | 7.8 | - | - |
| | 2 | 12.2 | 5.6 | 5.8 |
| D3 | 1 | 17.1 | - | - |
| | 2 | 18.1 | 6.6 | 6.1 |
| D4 | 1 | 9.0 | - | - |
| | 2 | 13.7 | 5.0 | 4.3 |
| D5 | 1 | 4.9 | - | - |
| | 2 | 6.7 | 2.6 | 2.4 |
| D6 | 1 | 6.1 | - | - |
| | 2 | 8.9 | 3.0 | 2.6 |
| D7 | 1 | 5.7 | - | - |
| | 2 | 9.4 | 4.0 | 3.0 |
| D8 | 1 | 1.6 | - | - |
| | 2 | 3.2 | 2.7 | 2.3 |

Phthalimide계 염료 8종의 Regular PET에 대한 Build-up 특성은 염료 구조에 따라 상이한 결과를 나타내며, **D2, D4, D6~D8**이 상대적으로 양호한 Build-up 특성을 보이고, 염료 구조와 Build-up 특성의 일정한 연계관계는 발견되지 않았다.

3.3 Colorimetric properties

6종의 시판 분산염료를 사용하여 염색한 폴리우레탄계 섬유의 Colorimetric properties를 PET 섬유와 비교하면 (Table 5), 먼저 a^* 및 b^* 값은 염료별로 경향성이 상이하어, Disperse Yellow 54의 경우 커버링사 섬유와 코팅사 섬유는 Regular PET 섬유에 비해 a^* 값이 높아져 Reddish해졌고, b^* 값은 코팅사 직물에서 크게 낮아져 Blueish해졌다. Disperse Orange 30의 경우에는 Regular PET 섬유에 비해 커버링사 및 코팅사 직물 모두 a^* 값이 낮아져 Greenish해지나 b^* 값은 방향성이 없었다. Disperse Red 60은 a^* , b^* 값 모두 다소 낮아져 Greener 및 Bluer 하지만, Disperse Red 167은 커버링사 및 코팅사 직물 모두 방향성이 발견되지 않았다. Disperse Blue 56은 두 섬유 모두에서 a^* 값이 낮아지고 b^* 값은 높아져 Greenish, Yellowish

해지나 Disperse Blue 79는 코팅사 직물에서만 약간 Greener, Bluer한 색상을 보였다.

Yellow 54를 제외한 5종 염료가 Regular PET 대비하여 코팅사 직물에서 L^* 값이 높아져 다소 밝은 색상을 나타내며, 커버링사 직물은 염료별로 다른 경향을 보였다. C값은 전반적으로 Regular PET 대비 커버링사 및 코팅사 직물에서 낮아져서 채도가 떨어졌으며 특히 Yellow 54 및 Blue 56은 코팅사 직물에서 상대적으로 큰 폭의 감소하였다. 하지만 Red 167 및 Blue 79는 예외적으로 다소 높은 C값을 보였다.

합성한 염료 8종인 경우는 (Table 6), 먼저 a^* , b^* 값 측면에서 선행 6종 염료와 동일하게 염료별로 경향성이 상이하었으며, 특히 Di-cyano group을 가진 Blue 염료 **D4**는 8종 염료중에서 가장 큰 변화를 보였는데, Regular PET와 비교할 때 커버링사 및 코팅사 직물 모두 a^* 값이 크게 Green 방향으로 변하였고 b^* 값도 크게 Yellow 방향으로 증가하였다. **D4**와 구조가 유사하여 같은 Blue 계열 염료인 **D5**인 경우도 b^* 값이 크게 증가하여 색상이 Yellower해졌다. 하지만 Diester group을 가진 Blue 염료 **D8**은 커버링사 및 코팅사 직물에서 a^* 값이 다소

Table 5. Colorimetric properties of commercial disperse dyes with various fabrics

| C.I. Dye number | Fabric | L^* | a^* | b^* | C | h |
|-----------------|-------------|-------|-------|--------|-------|--------|
| Yellow 54 | regular PET | 81.63 | -4.44 | 77.84 | 77.96 | 93.27 |
| | Covered | 80.24 | 1.05 | 77.22 | 77.23 | 89.22 |
| | Coated | 80.84 | -2.75 | 70.82 | 70.88 | 92.22 |
| Red 60 | regular PET | 57.09 | 58.34 | 2.08 | 58.37 | 2.04 |
| | Covered | 56.97 | 54.17 | 0.11 | 54.17 | 0.12 |
| | Coated | 58.28 | 56.49 | 1.35 | 56.51 | 1.37 |
| Blue 56 | regular PET | 50.57 | -3.10 | -35.85 | 35.98 | 265.06 |
| | Covered | 52.36 | -5.32 | -30.07 | 30.54 | 259.96 |
| | Coated | 54.56 | -8.47 | -27.15 | 28.44 | 252.68 |
| Orange 30 | regular PET | 67.30 | 26.10 | 44.86 | 51.90 | 59.81 |
| | Covered | 67.07 | 23.95 | 41.23 | 47.69 | 59.85 |
| | Coated | 71.08 | 22.42 | 46.28 | 51.43 | 64.15 |
| Red 167 | regular PET | 49.16 | 50.37 | 4.20 | 50.54 | 4.76 |
| | Covered | 49.27 | 48.15 | 2.50 | 48.22 | 2.98 |
| | Coated | 51.81 | 51.09 | 6.31 | 51.47 | 7.04 |
| Blue 79 | regular PET | 41.47 | -6.10 | -25.49 | 26.21 | 256.54 |
| | Covered | 43.17 | -6.35 | -24.71 | 25.51 | 255.58 |
| | Coated | 44.83 | -5.33 | -26.45 | 26.98 | 258.61 |

Table 6. Colorimetric properties of synthesized dyes with various fabrics

| Dye | Fabric | L* | a* | b* | C | h |
|-----|-------------|-------|-------|--------|-------|--------|
| D1 | regular PET | 38.57 | 35.67 | 12.72 | 37.87 | 19.62 |
| | Covered | 42.74 | 37.32 | 17.27 | 41.12 | 24.83 |
| | Coated | 43.63 | 35.09 | 18.14 | 39.50 | 27.33 |
| D2 | regular PET | 51.62 | 49.70 | 18.28 | 52.95 | 20.20 |
| | Covered | 55.07 | 46.97 | 16.00 | 49.62 | 18.81 |
| | Coated | 55.51 | 46.02 | 20.91 | 50.55 | 24.43 |
| D3 | regular PET | 33.75 | 38.85 | 15.44 | 41.80 | 21.68 |
| | Covered | 45.12 | 36.06 | 14.86 | 39.00 | 22.41 |
| | Coated | 45.37 | 33.13 | 16.23 | 36.89 | 26.10 |
| D4 | regular PET | 32.70 | 12.39 | -28.15 | 30.75 | 293.76 |
| | Covered | 44.68 | -4.68 | -18.01 | 18.61 | 255.45 |
| | Coated | 45.65 | -3.39 | -16.30 | 16.65 | 258.26 |
| D5 | regular PET | 47.07 | -3.92 | -24.83 | 25.14 | 261.03 |
| | Covered | 53.59 | -4.88 | -17.45 | 18.12 | 254.38 |
| | Coated | 53.40 | -3.37 | -14.62 | 15.01 | 257.01 |
| D6 | regular PET | 57.99 | 39.55 | 31.53 | 50.58 | 38.56 |
| | Covered | 63.94 | 35.13 | 26.60 | 44.07 | 37.13 |
| | Coated | 65.17 | 32.41 | 26.73 | 42.01 | 39.52 |
| D7 | regular PET | 50.18 | 35.72 | 23.22 | 42.60 | 33.03 |
| | Covered | 54.52 | 33.12 | 22.70 | 40.15 | 34.43 |
| | Coated | 57.02 | 27.81 | 22.08 | 35.51 | 38.45 |
| D8 | regular PET | 54.69 | 11.53 | -14.78 | 18.75 | 307.95 |
| | Covered | 48.90 | 9.50 | -15.63 | 18.29 | 301.28 |
| | Coated | 50.08 | 8.47 | -12.38 | 15.01 | 304.39 |

낮아져서 약간 Greener하며, b^* 값은 동일한 경향성이 나타나지 않았다. Dibromo group을 가져 Orange 색상계열 염료인 D1, D3 및 D7은 염료별로 a^* , b^* 값의 경향성이 상이하여 일정한 방향성이 나타나지 않았으나 변색 정도는 상대적으로 낮은 편이었다. 또한 Red계열 염료인 D2 및 D6은 a^* 값이 모두 낮아져서 Greener하나 코팅사 직물에서 보다 큰 변화가 발생하였고, b^* 값도 낮아지는 경향성을 보였다.

L^* 값은 D8을 제외하고 7종 염료 모두 커버링사 및 코팅사 직물에서 높아져서 명도가 증대하였으며, 특히 D3 및 D4는 12 이상이 증가하여 매우 밝은 색상으로 변화였고 L^* 값 증가폭이 상품화 염료 6종 대비 크게 높은 수준이다. 이러한 결과를 보면 Phthalimide계 염료를 폴리우레탄계 섬유 염색에 사용하면 특히 밝은 색상 발현에 장점을 가질 것으로

판단된다.

C 값은 D1을 제외하고 전반적으로 Regular PET 대비 커버링사 및 코팅사 직물에서 낮아지며 특히 D4~D6이 가장 많이 낮아졌다. 또한 코팅사 직물에서의 감소폭이 커버링사 직물 보다 커서 낮은 채도로 변화하였다.

따라서 Phthalimide계 염료는 Regular PET에서의 색상 대비 커버링사 및 코팅사 직물에서의 색상 변화가 상품화 염료의 경우 보다 크게 나타나며 이는 염색 시 Phthalimide ring의 Carbonyl groups과 폴리우레탄의 Amide groups 간의 높은 Interaction이 발생하는 것이 주요 원인으로 사료된다.

3.4 세탁견뢰도 평가

폴리우레탄계 섬유는 폴리우레탄에 약하게 흡착된 분산염료가 열고정과정에서 섬유표면으로 쉽게 열이염하여 타섬유를 오염시킴으

로서 세탁견뢰도가 크게 낮아지는 것이 가장 큰 문제이다. 본 연구에서는 각 염색 원단을 180°C, 60초 동안 열고정 후 분산염료에 의하여 Multifiber의 오염이 가장 심한 Nylon 오염도를 기준으로 Grey scale로 세탁견뢰도 등급을 평가하였다.

Table 7에 정리되어 있듯이, 먼저 시판 분산염료 6종은 커버링사 직물에서 3 혹은 3-4 급을 보였으나 코팅사 직물에서는 2-3급 이하로 크게 떨어진다. 이는 코팅사 직물에서 염료의 열이염성이 더욱 많이 발생하여 견뢰도가 낮아진 것이다. 합성된 염료들은 커버링사 직물에서 4-5급~5급을 나타내며, 코팅사 직물에서는 Diester group이 없는 5종 염료 (D1~D5)는 3급에서 5급, Diester group을 가진 염료 3종 (D6~D8)은 5급을 나타내어 상품화 염료와 비교할 때 매우 우수한 세탁견뢰도를 가지는 것으로 나타난다. 특히 Diester group을 가진 D6~D8은 커버링사 및 코팅사 직물 모두 5급으로 탁월하였다.

따라서, Phthalimide계 염료는 종래의 분산염료와 비교하면 폴리우레탄계 섬유내부에서 열이염성이 낮으며 일부 섬유표면으로 이염된 염료도 알칼리가 존재하는 환원세정공정에서 쉽게 세정되는 것을 알 수 있다. 이는 다음 Fig. 5에 나타나 있듯이 Phthalimide계 염료가 알칼리에 의하여 수용성으로 쉽게 변환되어 세정성이 크게 증대하게 됨으로서 탁월한 세탁견뢰도를 가지는 것을 본 연구에서 명확하게 제시하고 있다.

특히 Diester group을 가진 3종 염료는 (D6~D8) 알칼리 분해성이 Phthalimide 고리와 Diester group에서 동시에 발견되어 세정 효과가 더욱 증대되어 5급의 우수한 세탁견뢰도를 나타내게 된다.

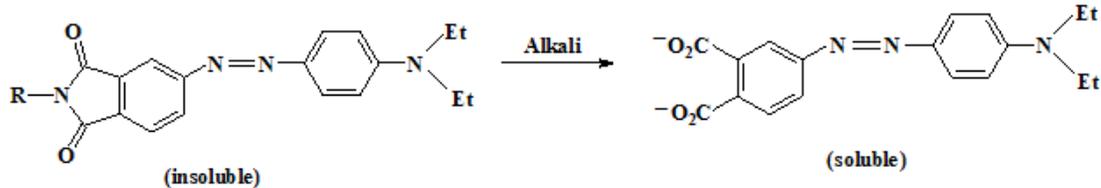
3.5 마찰견뢰도 평가

시판 분산염료 6종은 커버링사 직물에서는 건·습 마찰견뢰도 모두 4급 이상을 나타내어 양호하나 코팅사 직물에서는 습마찰견뢰도가 2~3급으로 크게 낮아진다.

Table 7. Wash fastness of the dyes used

| Dye | Wash fastness (nylon staining) | |
|-----------|-----------------------------------|--------------------|
| | Covered yarn fabric | Coated yarn fabric |
| Yellow 54 | 3-4 | 2-3 |
| Red 60 | 3 | 2-3 |
| Blue 56 | 3 | 2 |
| Orange 30 | 3-4 | 2-3 |
| Red 167 | 3 | 1-2 |
| Blue 79 | 3-4 | 2-3 |
| D1 | 4-5 | 3 |
| D2 | 5 | 3 |
| D3 | 4-5 | 3 |
| D4 | 5 | 4-5 |
| D5 | 5 | 5 |
| D6 | 5 | 5 |
| D7 | 5 | 5 |
| D8 | 5 | 5 |

Phthalimidyl dye without diester group



Phthalimidyl dye with a diester group

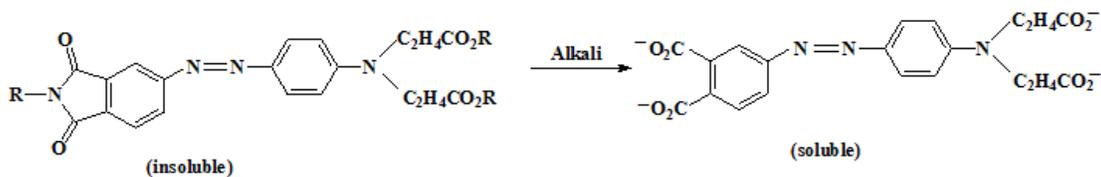


Fig. 5. Mechanism of alkali clearability of phthalimidyl dyes.

Table 8. Rubbing fastness of the dyes used

| Dye | Rubbing fastness | | | |
|-----------|---------------------|-----|--------------------|-----|
| | Covered yarn fabric | | Coated yarn fabric | |
| | Dry | Wet | Dry | Wet |
| Yellow 54 | 5 | 5 | 3-4 | 2 |
| Red 60 | 5 | 4-5 | 3 | 2-3 |
| Blue 56 | 4-5 | 4-5 | 3 | 2-3 |
| Orange 30 | 5 | 5 | 4 | 3 |
| Red 167 | 4-5 | 4 | 3-4 | 3 |
| Blue 79 | 5 | 5 | 3-4 | 2-3 |
| D1 | 5 | 4-5 | 3 | 2-3 |
| D2 | 5 | 5 | 3-4 | 3 |
| D3 | 4-5 | 5 | 3-4 | 2-3 |
| D4 | 4-5 | 5 | 3-4 | 3 |
| D5 | 5 | 4-5 | 3-4 | 3-4 |
| D6 | 5 | 4-5 | 4 | 3-4 |
| D7 | 5 | 4-5 | 4 | 3-4 |
| D8 | 5 | 4-5 | 4 | 3-4 |

Phthalimide계 염료는 커버링사 직물에서 건·습 마찰견뢰도 모두 4-5급 이상을 나타내며, 코팅사 직물의 건마찰견뢰도는 3-4급, 습마찰견뢰도는 2-3급~3-4급으로 낮아지나 시판 분산염료와 비교하면 상대적으로 우수한 마찰견뢰도를 보인다. Diester group을 가진 **D6~D8**는 커버링사 직물의 습마찰견뢰도를 제외하고 모두 염료 **D1~D5** 보다 상대적으로 우수한 견뢰도를 보인다. 또한 코팅사 직물의 마찰견뢰도가 커버링사 직물 보다 낮은 이유는 코팅사의 경우 직물 표면에 PU 수지가 노출되어 있기 때문에 마찰시 폴리우레탄에 존재하는 염료들이 쉽게 묻어 나오기 때문으로 판단된다.

Phthalimide계 염료의 마찰견뢰도는 종래의 분산염료와 비교할 때 0.5급에서 1급 정도 우수하여 폴리우레탄에 염착된 Phthalimide계 염료가 보다 안정적으로 섬유내부에 흡착하고 있는 것을 알 수 있다.

4. 결 론

Phthalimide계 염료 8종의 염착률은, 커버링사 직물 염색에서 3종을 제외한 나머지 5종 염료가 80%이상의 염착률을 보였으며, 코팅사 직물에서는 3종 염료가 90% 이상의 염착률을 보여 커버링사 직물 대비 전반적으로 우수하였다.

Phthalimide계 염료를 사용한 염색직물의 K/S값 측면에서 보면, Regular PET에서의 K/S값 보다 폴리우레탄계 직물에서의 K/S값이 낮으나 감소폭이 시판 분산염료 대비 적어서 이는 Phthalimide계 염료가 폴리우레탄계 섬유에서 환원세정에 대한 안정성이 높은 것을 제시한다.

L*값은 대부분의 Phthalimide계 염료가 Regular PET 대비 커버링사 및 코팅사 직물에서 높아져서 명도가 증대하여 Phthalimide계 염료를 폴리우레탄계 섬유 염색에 사용하면 특히 밝은 색상 발현에 장점을 가질 것으로 판단된다. 하지만 C값은 전반적으로 Regular PET 대비 커버링사 및 코팅사 직물에서 낮아지며 코팅사 직물에서의 감소폭이 많이 나타나서 낮은 채도를 가진 색상으로 변화한다.

세탁견뢰도는 시판 분산염료가 커버링사 직물에서 3-4급, 코팅사 직물에서 2-3급으로 낮으며, 이에 비해 합성 염료들은 커버링사 직물에서 4-5급, 코팅사 직물에서 4급으로 상대적으로 매우 높은 세탁견뢰도를 가진다. 특히 Diester group을 가진 염료 3종은 두 섬유 모두 5급의 탁월한 세탁견뢰도를 나타낸다.

따라서, Phthalimide계 염료는 종래의 분산염료와 비교하면 폴리우레탄계 섬유내부에서 열

이염성이 낮으며 일부 섬유표면으로 이염된 염료도 알칼리 조건의 환원세정으로 쉽게 세정되는 것을 알 수 있다.

Phthalimide계 염료의 마찰견뢰도는 종래의 분산염료와 비교할 때 0.5급에서 1급 정도 우수하여 폴리우레탄에 염착된 Phthalimide계 염료가 보다 안정적으로 섬유내부에 흡착하는 것을 입증한다.

참고문헌

1. B. Glover and J. A. Hansford, The use of disperse dyes containing diester groups and fibre reactive dyes containing phosphonic acid reactive groups to produce new discharge and resist printing style on polyester, cellulose and polyester-cellulose, *J.S.D.C.*, **96**, 355-358(1980).
2. D. Brierley and J. R. Provost, The use of disperse dyes containing diester groups to produce discharge effects on fully dyed lightweight polyester fabrics, *J.S.D.C.*, **99**, 358-363(1983).
3. J. Mokhtari, K. Gharanjig, M. Arami and N. M. Mahmoodi, Novel hydrolysable azo disperse dyes based on *N*-ester-1,8-naphthalimide: dyeing of polyester-cotton blends, *Coloration Technology*, **124**(5), 295-300(2008).
4. J. S. Koh, H. Y. Kim and J. S. Park, Synthesis and Spectral Properties of Phthalimide Based Alkali-clearable Azo Disperse Dyes, *Fibers and Polymers*, **9**(2), 143-151(2008).
5. J. H. Choi, S. H. Hong and A. D. Towns, High fastness heterocyclic azo disperse dyes bearing ester functions, *J.S.D.C.*, **115**(1), 32-37(1999).
6. 한국섬유공학회, “최신 합성섬유”, 형설출판사, 서울, pp. 265-284, 2001.
7. J. H. Park and S. D. Kim, Dyeing properties of polyurethane-coated polyester with disperse dyes, *Textile Science and Engineering*, **45**(3), 186-191(2008).
8. J. H. Choi, J. M. Jeon, M. H. Kim, A. D. Towns and C. Yoon, Novel azo disperse dye derived from phthalimide Part 1: Synthesis and spectroscopic properties, *Coloration Technology*, **124**(2), 92-99(2008).
9. J. H. Choi, H. Y. Lee, O. T. Kwon, C. Yoon and A. D. Towns, Novel azo disperse dye derived from phthalimide containing ester groups, *Coloration Technology*, to be published.
10. J. H. Choi, J. Y. Choi, H. Y. Lee, A. D. Towns and C. Yoon, Novel azo disperse dye derived from phthalimide Part 2: Dyeing properties and colour fastness on polyester fibres, *Coloration Technology*, **124**(6), 364-369(2008).