

〈研究論文(技術)〉

전사날염 기술에 대하여

황중호 · 전병익

한국섬유개발연구원
(1996년 6월 20일 접수)

Heat transfer printing technique

Hwang Jong Ho, Jun Byung Ik

Korea Textile Development Institute
(Received June 20, 1996)

1. 서 론

최근 섬유제품의 소비패턴이 고급화, 다양화, 개성화됨에 따라 이에 부응한 고기능성과 감성을 지닌 제품의 생산이 요구되고 있다. 이러한 요구에 따라 날염은 유행의 변화에 신속하게 대응하고 다양한 색상과 디자인의 변화를 부여함으로써 각광을 받으며 발전하여 왔다. 그러나 소비자의 요구는 화려한 색상과 정교한 디자인을 요구하고 있으며 점차 환경규제가 높아지고 있으므로 여기에 대응한 날염기술의 발전이 시급한 실정이다. 전사날염기술은 이러한 요구를 만족시킬수 있다는 점에서 관심의 대상이 되어 폭발적인 인기를 누리며 발전하여 왔다. 또한 전사날염은 衣料用 섬유소재 뿐 아니라 카펫, 인테리어 제품과 다른 소재에의 적용으로 확대되어지고 있다. 그러나 열전사날염은 천연섬유에 적용하기 어려운 문제점도 있다. 이 글에서는 전사날염의 개요를 알아보고 천연섬유 및 그 혼방품에 대한 실용화를 위한 시도방법과 섬유제품이외의 소재에 대한 응용방법에 대하여 알아보하고자 한다.

2. 전사날염의 개요

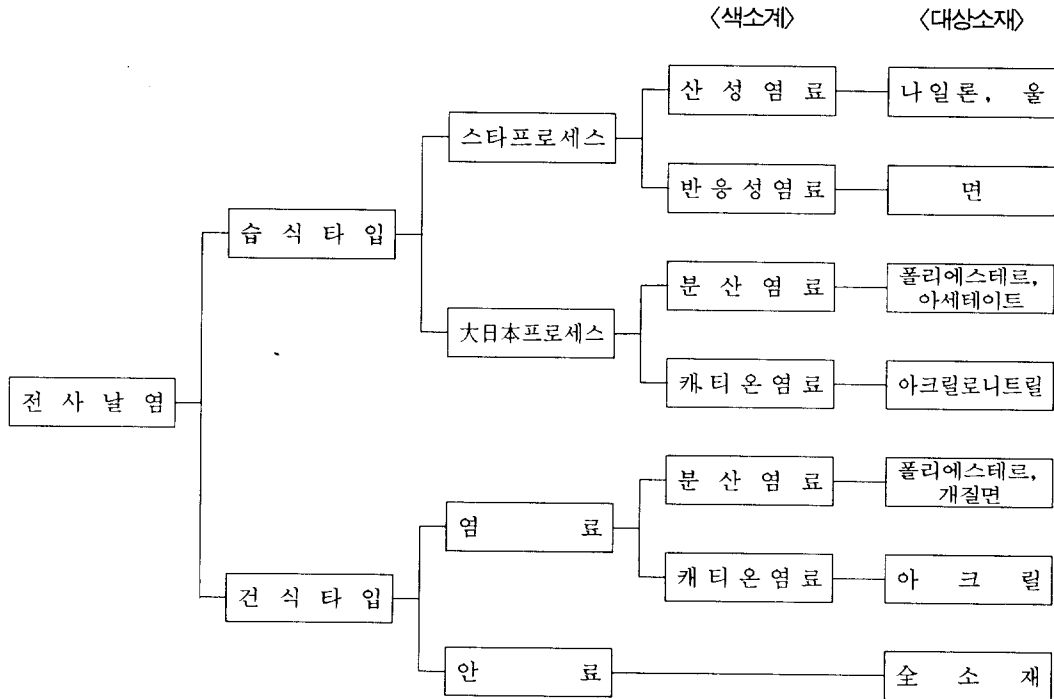
2.1. 전사날염의 분류

전사날염은 인쇄기술과 날염기술을 복합시킨 날염법으로 적당한 착색제(염료, 안료)로 인쇄된 전사지를 피날염포에 접착시켜 가열, 가압하여 날염한다. 전사날염법은 1953년 이탈리아의 스타사가 습식전사날염법¹⁾을 개발하여 처음으로 시도되었다. 이 방법은 인쇄면에 용제를 도포하여 잉크층을 연화시키는 동시에 강한 열압(120~150℃, 150kg/cm²)의 조건하에서 카렌더 전사기를 통과시켜 피날염포에 염료층을 전사시킨 다음 스티밍, 소우핑 및 건조공정을 거쳐 전사날염물을 얻게되었다. 그러나 이 방법은 전사후 스티밍, 소우핑을 하므로 염색폐수 및 원가상승의 결점이 있어 1968년 프랑스에서 물을 사용하지 않는 건식타입의 승화전사날염법을 실용화시켰다.²⁾ 이 방법은 가열함으로써 전사용지 위에 염료만을 증기화시켜 피전사체인 피날염포에 염착시키는 방법으로 염색공해의 문제가 거의 없고 무늬의 정교함 때문에 꾸준한 발전을 가져왔다. 이 방법은 폴리에스테르섬유에만

적용된다는 문제가 있으나 최근 폴리에스테르의 혼방
품, 면, 전 및 양모등의 천연섬유에 대한 실용화 연

구가 활발하게 진행되고 있으며, 현재 실시되고 있는
전사날염법을 분류하면 Table 1과 같다.³⁾

Table 1. Classification of heat transfer printing



2.2. 전사날염의 특징⁴⁾

전사날염의 특징을 살펴보면 다음과 같다.

- ① 전사지에 인쇄후 전사함으로써 대단히 정교한 디자인의 표현이 가능하다.
- ② 다양한 색상과 디자인의 변화를 줄 수 있다.
- ③ 수세, 건조 등의 후처리 공정이 없기 때문에 염색 폐수 등의 공해 문제가 거의 없다.
- ④ 종래의 날염과 같이 작업자의 숙련도에 따른 Know-how가 필요없이 숙련된 기술자를 필요로 하지 않는다.
- ⑤ 수요에 대한 대응이 단시간에 가능하므로 날염용 생지의 재고 위험이 적다.
- ⑥ 니트와 같은 신축성이 큰 소재에도 날염이 가능하다.
- ⑦ 분산염료의 열적 성질을 이용한 방법이기 때

문에 폴리에스테르 섬유 이외에는 적용되기 어렵다. 따라서 면 등의 천연섬유에는 적용하기가 곤란하다.

- ⑧ 전사지 인쇄방식의 주류가 그라비아 방식으로 소롯트 대응이 어렵다.
- ⑨ 표면염착이므로 생지의 안쪽이 흰색일 경우 생지의 종류에 따라서는 봉제시에 희게 보이는 현상을 일으켜 크레임의 대상이 된다.

2.3. 전사지의 제조^{5,6)}

전사날염품은 전사지의 인쇄방식에 따라 디자인의 표현에 크게 영향을 주고 있다, 전사지 인쇄방식을 살펴보면 one point 날염물에 적합한 비연속방법인 Lithographic 인쇄방식, Letter-press 인쇄방식과 연속방식인 Gravure 인쇄방식, Flexographic 인쇄방식,

Rotary screen 인쇄방식 등이 있다. 주로 사용되고 있는 연속식 인쇄방식의 특징을 살펴보면 Gravure 인쇄방식은 凹판 형태로 정교한 무늬를 표현하기에 가장 뛰어나며 연속적인 무늬를 인쇄할 수 있으나 제판비가 비싼 단점이 있다. Flexographic 인쇄방식은 凸판 형태로 무늬의 정교함은 그라비아 인쇄방식에 비하여 약간 떨어지나 인쇄속도가 150~300 m/분으로 Gravure 방식의 50~300m/분 보다 빠르며 연속적인 무늬의 표현이 가능하고 제판비가 저렴하다. Rotary screen 방식은 Gravure, Flexographic 방식에 비하여 무늬의 정교도는 떨어지나 기존의 기계를 활용할 수 있고, 제판비가 저렴하며, 제판 기간도 빠르고 인날량이 많아 후지에 적합한 전사지를 만들수 있는 장점이 있다. 연속 방식에 의한 전사지 제조 방법은 Fig. 1~3과 같다.

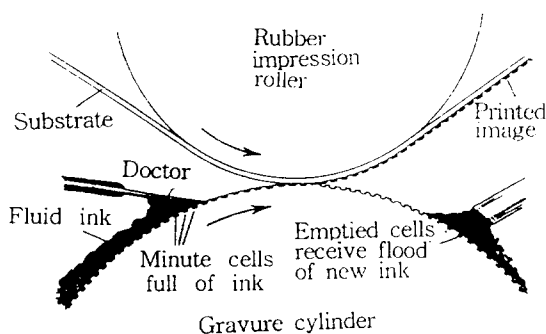


Fig. 1. Gravure printing method

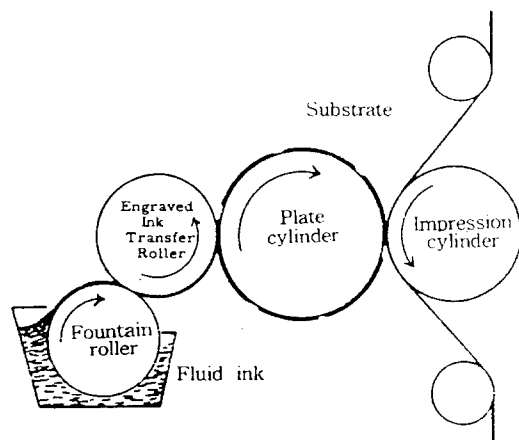


Fig. 2. Flexographic printing method

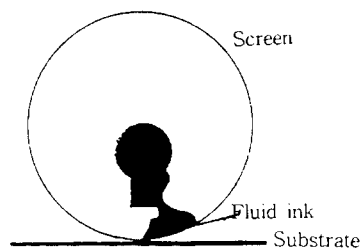


Fig. 3. Rotary screen printing method

2.4. 전사염료⁷⁾

현재 대부분의 전사날염은 폴리에스테르 직물에 승화전사날염법으로 실행되고 있으므로 사용되는 염료는 분자량이 250~400 정도의 비극성인 모노아조 또는 안트라퀴논계의 분산염료가 주로 사용된다. (Table 2. 참조) 염료의 전사는 고체 상태의 염료

Table 2. Dyes and dye structure for heat transfer printing

C.I.Number	Structure
Disperse yellow 54	Quinoline
Disperse yellow 33	Nitrodiphenylamine
Disperse yellow 3	<chem>CC1=CC=C(N=Nc2ccc(cc2)C(=O)O)C=C1</chem>
Disperse Red 60	<chem>O=C1C(=O)C2=C(C(=O)O)C(=C(C=C2)Oc3ccccc3)C1</chem>
Disperse Red 65	<chem>CC1=CC(=C(N=Nc2ccc(cc2)[N+](=O)[O-])C(=O)O)C=C1</chem>
Disperse Orange 25	<chem>CC1=CC(=C(N=Nc2ccc(cc2)[N+](=O)[O-])C(=O)O)C=C1</chem>
Disperse Violet 27	Anthraquinone
Disperse Violet 28	<chem>ClC1=C(N)C(=O)C2=C(C(=O)O)C(=C(C=C2)C1)Cl</chem>
Disperse Blue 60	Anthraquinone
Disperse Blue 3	<chem>CN(C)C1=C(N)C(=O)C2=C(C(=O)O)C(=C(C=C2)C1)Cl</chem>
Disperse Blue 35	Anthraquinone

입자가 열과 압력에 의해 기화하여 섬유속으로 확산되어 이루어진다. 폴리에스테르 섬유의 경우 170℃ 부근에서 확산이 일어나기 시작하며 전사시 섬유의 축감과 황변이 발생하지 않는 온도에서 실시하여야 한다. 대부분 전사날염기의 작업온도는 200~210℃ 이므로 전사온도가 200℃이하에서도 전사율이 양호한 염료의 선정이 필요하다.

3. 각종 섬유에 대한 실용화방법

전사날염은 대부분 유리전이 온도가 분명한 폴리에스테르 직물에 제품화되고 있다. 폴리에스테르 섬유이외의 각종 섬유에 대하여 적용할 수 있는 연구가 진행되고 있으며 이들에 대한 실용화연구 방법에 대하여 살펴보면 다음과 같다.

3.1. 아크릴 섬유⁸⁾

아크릴 섬유에 대한 전사날염은 1970년대에 들어서 각사에서 실용화를 위한 여러 가지 시도방법이 개발되었다. 그 방법들을 살펴보면 다음과 같다.

① 캐티온 염료의 이온결합을 일시적으로 중성화시켜 생성된 유리기를 이용한 방법

캐티온 염료는 이온성을 지닌 상태에서는 승화성이 없으므로 일단 알칼리성 약제 등으로 처리하면 유리염기가 되며 이것이 전사 가능하다는 연구가 발표되면서 이것을 이용한 여러 가지 방법이 제안되었다.

알칼리제 공존하에서 캐티온 염료를 함유하고 있는 잉크를 만들고 이것을 이용해서 전사하는 방법과 가열전사지에 양이온 염료가 알칼리제와 접촉 반응해서 유리염기를 생성하고 이것으로 전사 날염하는 방법, 염료를 화학 개질하는 형태의 방법으로 카비놀 염기를 통상의 방법으로 에테르화해서 얻어지는 카비놀 염기유도체를 사용하거나, 캐티온 염료를 탈프로톤화시켜 일시적으로 비이온성으로 만들고 가열 전사 후에는 프로톤을 부가하여 섬유상에 염착하도록 하는 방법들이 있다.

② 전사성 향상을 위한 조제를 이용하는 방법 전사성을 향상시키기 위한 조제를 잉크층 또는

생지에 첨가하여 가열시 수분을 발생하는 함수물질 등의 결정수를 포함한 무기염을 전사지 위에 존재시켜 두거나 물을 포함한 마이크로캡슐이나 함수성 수지가 첨가되어 있는 전사지를 이용하여 전사시키는 방법이다.

③ 아크릴 섬유를 미리 전처리하는 방법

폴리알킬렌폴리아민과 지방산의 축합물에 에폭시기를 가진 할라이드 화합물을 첨가시킨 것, 황산암모늄, 인산, 산화암모늄 등의 무기산 및 염을 처리해서 두는 방법, 또 건열조건에서 전사날염을 하는 경우 미리 아크릴 섬유의 나트륨이온을 암모늄이온으로 치환함으로써 고농도로 염색하는 방법 및 균일한 발색성 향상을 개량한 암모늄기, 아민기 또는 산아미드기를 분자 중에 가진 화합물과 비이온계 계면활성제로서 미리 아크릴 섬유를 전처리한 후 전사날염을 하는 방법 등이 제안되고 있다.

3.2. 면 및 폴리에스테르/면 혼방섬유

폴리에스테르 섬유는 비교적 낮은 유리 전이점을 갖고 전사온도인 180~200℃의 온도에서 비결정영역의 고분자쇄가 용융 연화하여 격렬히 운동한다. 이때 용융, 기화한 분산염료는 섬유의 표면에 흡착된 후 섬유의 내부에 확산되므로 염착이 가능하지만 면섬유의 경우는 섬유의 결정화도가 높고, 분산염료가 소수성이므로 친화성이 낮아 염착이 곤란하다.⁹⁾

따라서 이에 대한 개선방법으로 염착성을 높이려는 여러 가지 실용화 연구가 시도되었으며, 그 방법을 살펴보면 다음과 같다.

① 수지처리 방법¹⁰⁾

면포에 분산염료 가염성인 폴리에스테르 수지나 우레탄 수지 등으로 표면을 피복한 후 열전사시키는 방법과 분산염료에 N-methylol melamine계 수지와 $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ 와 반응축매의 처리액으로 처리하여 열전사시 염료의 확산과 동시에 수지를 완전 축합시키는 방법이 시도되고 있으나 날염물의 촉감이 딱딱하고 발색상의 문제가 있다.

② 팽윤제 전처리 방법^{11,12)}

Glycol성분의 난용성인 분산염료를 가용화시키는 작용과 면섬유의 비결정영역을 팽윤시키는 작용을

이용한 방법으로 Polyalkylene glycol 수용액으로 면섬유를 처리하여 열전사하고, 면섬유에 승화, 응축한 분산염료의 세탁견뢰성을 향상시키기 위하여 N-methylol melamine계 수지와 그 촉매를 건열처리하는 방법이다.

③ 팽윤제와 가교제 처리 방법^{13,14)}

면섬유에 Polyalkylene glycol계의 팽윤제와 N-methylol melamine계 수지, 촉매를 동시에 처리하는 방법으로 전사 날염후 수지가공을 하지 않아도 견뢰성을 높일 수 있도록 시도한 방법이다.

④ 화학가제법¹⁵⁾

아세틸화, 벤조일화 등의 각종 에스테르화와 시아노에틸화 등의 각종 에테르화를 시도하여 안식향산과 같은 방향족산의 염화물을 작용시키면 폴리에스테르 섬유와 셀룰로오스 섬유의 혼방품에 대해서도 유용한 것으로 제안되고 있다.

이 방법에 따른 아실기의 도입방법은 3가지가 있다. 첫째 셀룰로오스 섬유와 폴리에스테르 섬유와의 혼방 또는 교직제품을 알칼리 수용액에 침적한 후 이를 산염화물의 용액 중에 침적시키는 방법, 둘째 염기성 유기용매의 존재하에서 위에서 서술한 제품에 산염화물을 가해서 가열하는 방법, 셋째 산촉매 또는 반응촉진제의 존재하에서 상기 제품을 산무수물과 반응시키는 방법들이 있다.

4. 기타 소재에의 응용

4.1. 금속, 타일, 목판 등에의 프린트¹⁶⁾

섬유 이외에 건축자재 용도 등에 대해서도 전사 날염을 응용하려는 시도가 여러 방면에서 되고 있다. 페노프라스토티, 아미노프라스토티, 규소수지류, 불포화폴리에스테르로 된 망상열경화성 플라스틱 등으로 목재, 금속, 특성의 플라스틱, 유리, 세라믹재료 등의 표면을 피복한 후 200°C 이상, 특히 220°C 이상의 온도에서 승화하는 분자량이 280이상의 분산성 안료 특히 안트라퀴논 염료, 모노아조 안료 또는 아조메틴 안료를 이용해서 인쇄한 전사지로 상기 재료에 승화전사날염하여 욕실의 자기타일, 난방장치의 장식, 렌지 냄비 등에 적용되고 있다.

4.2. 장식 유리에의 응용¹⁷⁾

자동차의 앞유리에 차광을 목적으로 푸른색 혹은 동색의 바림 모양이 들어간 것을 전사프린트법으로 응용하려는 시도, 또 건축용 장식 유리로서 쇼윈도우 등의 고급 프린트 유리를 제공하려는 시도로 전사 베이스 시트상에 폴리비닐부틸알 수지 피막의 지지층을 형성하고, 그 위에 폴리비닐부틸알 수지를 바인더로 하는 잉크로 인쇄 화상층을 만든 전사지를 이용해 전사지의 인쇄화상면과 폴리비닐부틸알 필름을 겹쳐 맞추어서 가열 가압함으로써 지지층과 인쇄화상층을 폴리비닐부틸알 필름에 전이시키는 것을 특징으로 하는 인쇄화상을 가지는 적층 유리용 중간막의 제조방법을 실용화시켰다.

4.3. 감열 승화전사 기록에의 적용

최근 가열에 따라 염료가 증기화하여 대상소재에 염착발색하는 성질에 착안해서 전기신호를 열로 바꾸어 이 열에너지의 강약을 충실하게 색농도로 표현함에 따라 TV 또는 VTR에서의 화상 그 자체를 출력하여 hard copy로 하는 즉 감열승화전사재료 및 방법이 개발되어 실용화되고 있다.

감열 승화전사기록법은 출력화상이 뛰어나고 현재까지 화상기록 재료로서 사용되어온 은염사진이나 인쇄물에 필적하는 품질 수준에 달하고 있다. 감열 승화전사기록법의 원리는 Fig. 4에 나타난 것처럼 thermal head와 프라텐롤라 사이에 전사필름과 수상지(受像紙)를 압접하면서 통과시켜 기록하는 방

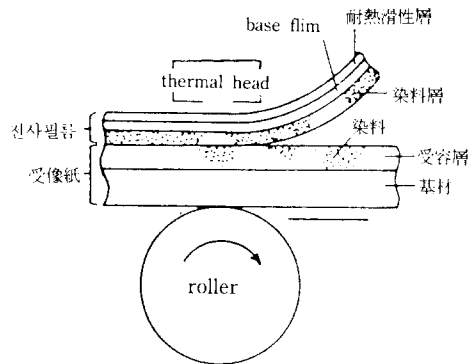


Fig. 4. The principles of temperature reduction sublimation transfer printing

법으로 전사 필름은 폴리에스테르 박막의 한쪽면에 승화성 염료를 함유한 염료층을 두고 뒷면에는 thermal head에 눌러 붙는 것을 막는 내열활성층을 두고 있다. 수상지는 가염성의 염료수용층을 평활한 기재에 코팅한 것으로 염료층과 수용층을 겹쳐 맞추어 thermal head와 프라텐롤라 사이를 통과시킬 때 염료층의 뒷면을 순간적으로 고온가열 처리함으로써 염료가 증기화해서 염료 수용층 중에 확산 용해하여 착색된다.

5. 맺음말

이상과 같이 전사날염의 종류와 특징 및 각종 섬유에 대한 실용화 기술에 대하여 살펴본 바와 같이 전사날염은 디자이너의 이미지대로 색표현이 가능하고 정교한 디자인을 얻을수 있는 날염기술이다. 현재까지는 그라비아인쇄 방식에 의한 생산으로 소롯트 생산체제의 대응이 곤란하고 소재가 폴리에스테르에 의존되어 기대만큼 성장하진 못하였다. 그러나 소롯트 생산에 대한 방안과 각종 섬유소재에 대한 적용기술을 발전시킨다면 물을 사용하지 않는 무공해 염색방법으로 각광을 받게 될 것이며, 섬유 이외의 소재에 대해서도 응용할 수 있어 발전 가능성은 대단히 높을 것으로 기대된다.

참 고 문 헌

1. 特公昭, 42-20139
2. Sumio Ishii, 染色工業(日), **38**, No.11, p.543 (1990)
3. Sumio Ishii, 加工技術(日), **26**, No.8, p.525 (1991)
4. Fernard Schapp, *Textile Res. J.* **47**, pp.203-204 (1977)
5. K. Consterdine, "Heat transfer printing" (Shierprint Co.), pp.17-19, 1974
6. 捺染手帖 **13**, No.26, p.880 (1974)
7. Charles Reichman, *Transfer printing manual*, National Knitted outdoor association, pp.55-59, 1981
8. 武部 猛, "捺染技術のすべて", pp.295-296, (1986)
9. 益田 恭, 加工技術(日) **23**, No.12, p.49 (1988)
10. Ciba-Geigy, 特開 昭 50-12389 (1975)
11. C. E. Vellins, *Amer. Dye. Rep.*, **68**, No.2, p.38, (1979)
12. Sublistatic, 特開 昭 50-90789 (1975)
13. R. B. Chavan & M.H. Langer, *Tex. Res. J.*, **58**, No.1, pp.51-56 (1988)
14. Felix Miksowsky, *J.S.D.C.*, **96**, No.7, p.347 (1980)
15. 數島紡績, 特開 昭 51- 99185(1976)
16. 特開昭 55-107494
17. 特開昭 50-65584