

신합섬 및 복합소재 염색가공

- I. 기초편(11) -

3.6 특수염색기술

3.6.1 기포염색

염색에서는 다량의 물을 사용하는데, 물의 일부를 공기(포)로 바꿈으로써 절수, 에너지절약, 배수처리 부담을 경감시킬 수 있는 포염색 기술이 연구되어 구체화되고 있다.

이 방법은 물을 많이 절약할 수 있기 때문에 저욕비 염색이다.

기포를 이용한 저욕비염색기술을 최초로 확립한 회사가 Sando사이기 때문에 Sancowad법이라고 한다. 또 최근 코팅방식에 의한 포연속염색도 개발되어 카펫(catpet)염색에 응용되고 있다.

1) Sancowad법

(1) 원리와 염색기

Sancowad법은 아주 소량의 물을 피염물 내부에서 다량의 미세한 기포로 바꾸어, 염료액을 섬유에 균일하게 부여한 후 열풍과 증기로 고착시킨다.

욕비는 피염물에 따라 다르며, 일반적으로 1:1.25~1:3.0으로 적고, 1:1.5가 최적이다. 이 욕비에서 염료액은 피염물에 완전히 흡수되어 염료액이 남는 것이 없고, 염색중에도 피염물은 건조된 상태처럼 보인다. 1:1.5의 욕비로 염색을 하면 별도로 염액을 추가할 것도 없이 적당한 시간내에 분포할 수가 있다. 다만, 벌키직물 같이 내부의 공간이 특히 많은 경우는 이 공간을 채우기 위하여 다량의 기포가 필요하므로 욕비도 크게 해야 된다.

이 방법의 성패는 미세한 기포의 형성과 포의 안정성에 크게 지배되기 때

문에 단일의 액상으로 염색해야 한다. 2액상계는 기포를 파괴하는 원인이 되기 때문에 폴리에스터염색에 쓰이는 에멀전 타입의 캐리어는 사용이 곤란하다.

또 Sancowad법에서는 섬유에 대한 염료의 직접성이 전혀 없거나 거의 없는 조건에서 기포를 발생시켜 물과 염료를 피염물에 분포시키는 것을 원리로 하고 있다. 그래서 염료가 분포될 때에 섬유에 흡수되지 않도록 pH나 전해질과 같은 첨가조제의 조건에 대해서는 미리 충분한 검토가 필요하다. 미세한 기포를 형성시키기 위한 기포제는 다음과 같은 것이 있다.

Sancowad AN lig. 음이온계 기포제

Sancowad BK lig. 음이온계 과산화수소표백용 기포제

Sancowad CO lig. 음이온계 기포제

Sancowad CN lig. 약양이온계 기포제

Sancowad NI lig. 비이온계 기포제

Sancowad PK lig. 음이온계 반응염료용 기포제

이들 기포제는 이온성, 기포의 안정성, 염료나 섬유에 대한 영향 및 염욕 조성과의 병용성 등을 고려하여 선택한다.

기포염색법을 위한 장치는 Samuelpeg사의 염색기가 있는 성형(full fashion) 제품, 스타킹, 타이츠 등 각종 니트제품의 염색에 적용되고 있다.

이 기계의 주요부는 케이싱에 들어 있는 다공드럼이며, 이 드럼에 벽판장치가 부착되어 있어서 드럼이 회전할 때 피염물을 들어올리며 기계적인 운동을 부여하는 역할을 한다. 드럼의 가열은 케이싱안에 스팀파이프가 있다. 드럼의 회전속도는 2단 변속방식으로 되어 있어서 액을 순환시킬 때는 저속으로, 탈수할 때는 고속으로 운전하도록 되어 있다.

기계내부의 가열은 증기나 열풍 또는 이들을 병용하여 가열하는데 염색중

에 피염물의 물의 양을 일정하게 유지해야 하며, 그렇게 하기 위해서는 열풍과 증기량의 균형을 유지해야만 된다.

카드식 controller를 갖추고 있고, 연속조작이 가능하며 염액의 분포, 염료의 고착, 건조 등 염색가공의 전 공정을 완전히 자동적으로 할 수 있다.

또 최근에는 종래 사용하고 있는 기계설비를 이용할 수가 있는데 원스를 사용하여 욕비 1:8정도로 편성포의 정련, 표백, 염색을 하고 있다.

(2) 염색법

염욕은 물, 염료, 기포제와 필요에 따라 산, 알칼리, 전해질 등을 첨가하여, 욕비 1:1.5~2.0을 기준으로 하여 조정한다. 염료는 상온에서 물에 잘 용해되는 것을 선택한다. 예를 들면 1:1.5의 욕비를 3% o.w.f의 농색염색은 염료농도가 20g/l로 되어 있기 때문에 용해성이 불충분한 경우에는 염료를 바꾸든가 욕비를 크게 해야만 된다.

염색은 먼저 건조된 피염물을 드럼속에 넣고 저속으로 회전한 다음 상온에서 염료용액을 압축공기로 피염물에 분무하면 액이 균일하게 분포하여 거의 완전히 피염물에 흡수된다. 전량 첨가한 후 다시 15분 동안 회전을 계속하여, 기포의 형성과 염료액의 분포를 가능한 충분히 되게 한다. 이 상태의 피염물을 비점 또는 그보다 낮은 온도까지 열풍 또는 증기로 승온하고, 15~30분간 염색을 계속하여, 염료를 고착시킨다. 고착 후 염색물을 냉각하고 과잉의 염료액을 탈수 제거하는데 폴리아미드, 폴리에스터, 트리아세테이트의 경우는 25~30%의 수분이 남도록 하고, 아크릴과 양모는 50~70%의 수분이 남도록 한다. 탈수 후 물을 가하여 욕비를 다시 1:1.5로 한 다음 드럼을 5분간 천천히 회전시켜 수세하고 탈수한다.

수세회수는 2회로 충분하다. 마지막으로 열풍으로 건조한다. 염료고착제, 유연제, 대전방지제, 방충제 등의 후처리는 염색과 마찬가지로 이들의 용액

을 피처리물에 분사하여, 소정의 온도와 시간에서 처리한다. 처리후의 탈수, 건조 등은 염색할 때와 같다.

이와 같이 Sancowad법은 피염물을 건조상태로 염색기에 넣어 염색, 가공한 후 다시 건조상태로 끄집어 낸다. 수세를 포함하여 물의 총소비량은 피염물의 4~7배에 불과하여 일반염색법에 비하면 현저하게 적다.

Sancowad 염색법은 모든 종류의 섬유를 염색할 수 있으나 유의해야 할 점이 있다. 예를 들면 나일론은 산성염료로 염색할 수 있으나 분산염료는 적합하지 않다. 양모는 염색자체에는 문제가 없지만, 펠트화가 되지 않도록 기계세정에 견딜 수 있는 방축가공이 필요하다. 폴리에스터와 트리아세테이트는 벤질알콜과 같은 수용캐리어를 첨가하여 분산염료로 염색한다. 아크릴은 완염제를 넣지 않고 캐티온염료로 염색하지만 태의 저하를 막기 위해 냉각에 주의해야 한다.

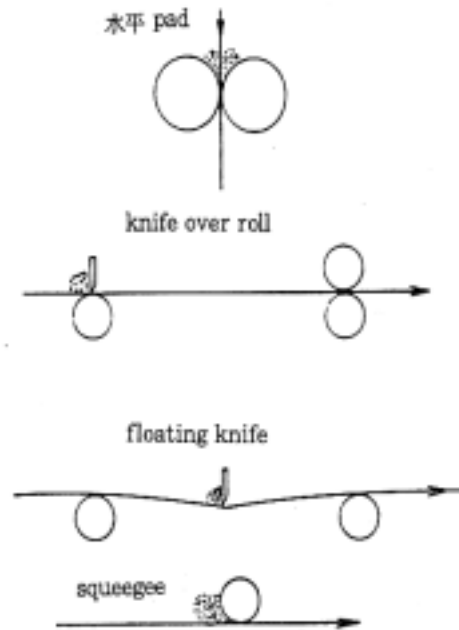
셀룰로스섬유의 직접염료 염색은 중성염의 첨가를 적게 하여 직접성을 억제시켜야 한다. 반응성염료는 직접성이 낮기 때문에 이 염색법에 적합하다.

(3) Sancowad법의 특징

- ① 욕비가 아주 적기 때문에 물의 용발수량을 현저하게 절감시킬 수 있다.
- ② 열에너지를 절감시킬 수 있다.
- ③ 사용약품(특히 전해질, 알칼리, 분산제 등)과 염료를 절감시킬 수 있다.
- ④ 가공시간을 단축시킬 수 있다.
- ⑤ 염색물의 재현성이 좋다.
- ⑥ 염색물의 외관이 양호하다.

2) 포(foam)를 이용한 연속염색법

거품(포)를 이용하는 방식은 편성포의 가공에 많이 응용되고 있으며 염색은 아직 연구단계에 있다. 지금까지의 기술에 대해 알아보기로 한다.



<그림 3.8> 포가공법의 종류

기포제로서는 일반적으로 음이온계 계면활성제와 비이온계 계면활성제가 사용되는, 염색에 사용하는 염료의 이온성에 맞추어 기포제를 선택해야 한다. 그 밖에 포안정제, 증점제 등을 조합하여, 염색가공과 처리할 포의 성상에 적합한 안정도의 거품을 만든다.

거품을 포에 도포하는 방법은 수평 padder, knife over roll에 의한 coating, floating knife coater법이나 roll squeegee법의 이용, rotary screen의 이용 등이 있다. 미국에서 연구개발된 방법으로 Valfoam법이 있는데 나일론 카펫의 연속 염색에 응용되고 있다. 염료, 기포제, 안정제 등의 혼합물을 믹싱하여 기포시킨다. 거품은 나이프로 카펫에 도포하여 nip roller로 으갠다.

거품은 으깨지면 급속하게 점도가 떨어지고 유동성이 좋아져서 염료액이 직물에 침투된다. 염료액의 wet pick up은 20~50% 범위이며, 카펫의 구조나 염색농도에 따라 적당한 도포량으로 한다. 염색하는 농도는 염료농도, blow ratio(포의 공기배율), 카펫에 도포되는 거품의 양으로 결정된다. 염료를 도부

한 카펫은 스팀으로 2~4분간 스팀밍하여 염료를 고착시킨다.(그림 3.8 참조)

카펫을 연속염색하는 경우 종래의 침지법으로는 카펫의 구조에 따라 다르지만 wet 픽업이 250~500%나 되어 건조와 스팀밍으로 소비되는 열량이 매우 많다. 그러나 거품을 이용하는 방법은 wet 픽업이 20~50%여서 열에너지를 현저하게 감소시킬 수 있다.

독일 Kusters사의 포염색기인 Maxifoam은 카펫의 연속염색장치이다. 거품 발생기에서 보내온 거품은 분배기로 들어가 40본의 노즐에 분배되고, 각 노즐 토출개소에서 좌우로 진동(oscillate)하는 2본의 에어파이프가 거품을 자르면서 염색하는 기구로 되어있다. 패딩은 동사의 swimming roll로 한다. 거품의 블로어비는 1:5~8이고, 픽업율은 padding부에서 80%, applicator부에서 70%, 합계 150%이며 염료, 수지, 수증기, 전기 등을 종합하여 종래기계로 가공한 것과 비교하면 30~50% 절감이 가능한 것으로 되어 있다.

3.6.2 마이크로파 가열에 의한 염색

일반적으로 염색공정에서는 증기를 사용, 외부에서 열을 가하여 염욕을 가열함으로써 염색물의 온도를 상승시켜 염료를 고착시키는데, 마이크로파에 의한 가열은 염색물 자체가 전파에 의해 발열하는 내부가열이므로 열교환 효율이 높은 방법이다.

마이크로파 가열에 의한 염색가공에의 응용은 용제첨가에 의한 폴리에스터의 염색, 양모의 패드배치염색, 기타 나일론과 아크릴의 염색 등 마이크로파의 흡수가 큰 극성용액이나 이온이 존재하는 용액에서의 염료고착 등의 연구가 진행되고 있고, 현재 염색기가 나와 있다.

1) 마이크로파 가열의 원리

마이크로파라는 것은 고파수가 300MHz에서 30,000MHz까지의 것으로 파장

으로는 1cm서 1m정도의 짧은 파장의 전파를 총칭한다. 마이크로파의 전파는 빛과 비슷하여 직진하지만 금속면에 닿으면 반사한다. 전기적인 절연물인 유전체에 닿으면 그 물질속을 통과하면서 에너지가 감소된다.

마이크로파는 현재 UHF TV방송, 데이터통신 등에 이용되고 있으며, 마이크로파 가열을 응용한 것에는 가정용 전자레인지가 있다. 현재 통신이외의 목적으로 사용할 수 있는 주파수는 한정되어 있다.(표 3.10 참조)

마이크로파에 의한 가열은 전자파에너지를 흡수하여 유도분극한 쌍극자의 회전과 분자배열의 완화에 의해 내부발열하여 가열된다. 이와 같이 고주파에너지가 유전체속에서 열에너지를 변환시켜 가는 것이 고주파유전가열이다.

이 가열시스템은 유전가열의 원리에 따른 것인데 실(絲)을 전기적으로 해석하면 다음의 관계식이 성립한다.

$$P = 2\pi f \cdot C_0 V^2 \cdot \xi \gamma \cdot \tan \delta$$

여기서, P: 피가열물의 유도체 손실

f: 주파수

C_0 : 조사조건으로 결정되는 정수

$\tan \delta$: 유전체역율

$\xi \gamma \cdot \tan \delta$ 는 물질의 고유치이고 일반적으로 손실계수(loss factor)라고 부르며, 위 식에 표시된 것처럼 피가열물의 유전체손실(P)는 물질의 조성구조에 의한 손실계수가 유전가열 특성을 지배하고, 가열효과는 $2\pi f \cdot C_0 V^2$ 의 장치인자와 피가열물에 의한 인자로 표시되며, 열에너지 효과는 피가열물의 전자파 흡수거동이 요인이 된다.

마이크로파 가열은 피가열물 자체가 발열하는 내부가열로 되기 때문에, 종래의 외부가열에 비하여 단시간으로 가열할 수 있고, 두꺼운포에서도 가열이 균일하게 된다. 그러나 염색의 경우 수분이 급속하게 증발하여 건조하기 때

문에 염료액이 건조하는 것을 억제시킬 필요가 있다.

2) 마이크로파 가열에 의한 염색

마이크로파 가열에 의한 염색은 상당히 오래전부터 연구가 되고 있으며, IWS에서는 양모에 대해서 패드 배치-마이크로파 고착법으로 염색하고 있다.

나일론에 대해서는 ① 산성염료와 초산을 함유한 염액을 패딩하고, 염화비닐리덴 필름으로 싸서 마이크로파 가열을 하는 방법, ② 고유전율을 갖는 옥베를 염액에 첨가하여 마이크로파로 염료를 고착하는 방법이 연구되고 있다.

또 폴리에스터의 염색에서는,

① 고유전율 고비점용매, 예를 들면 글리세린, 에틸렌글리콜 등을 사용하여 마이크로파로 가열하여 고온에서 염료를 고착시키는 방법.

② 밀폐용기중에서 물을 마이크로파로 가열하여 고압하에서 고온으로 하는 방법

③ 마이크로파로 가열하여 그 발생과열수증기의 존재하에서 마이크로파를 조사하여 염색하는 방법 등이 연구되고 있다.

<표 3.10> 전파의 분류와 주요 용도

周波數	波長(m)	名 稱	主要一般用途	工業用途
30 ~ 300 KHz	$10^4 \sim 10^3$	LF	放 送	高周波誘導 加熱
300 ~ 3,000 KHz	$10^3 \sim 10^2$	MF		
3 ~ 30 MHz	$10^2 \sim 10$	HF		
30 ~ 300 MHz	$10 \sim 1$	VHF	T V 放 送	高周波誘導 加熱
300 ~ 3,000 MHz	$1 \sim 0.1$	UHF	UHF TV 放送	
3 ~ 30 GHz	$0.1 \sim 0.01$	SHF	마이크로波通信	
30~300 GHz	$0.01 \sim 0.001$	RHF	myri 波 通 信	

이들 연구는 아직 공업화까지는 되지 못한 방법도 있지만, 실용기로서는 일본의 시금공업사와 내외특수공이 공동개발한 Apollotex 전자 반응기(그림

3.9참조)가 있다. 이 염색기는 pad roll방식에 마이크로파 가열을 이용하는 방법이며, 셀룰로스섬유의 직접염료, 반응성염료 염색과 견, 실크, 양모, 나일론 등의 산성염료, 합금속착염산성염료 염색 그리고 아크릴의 캐티온염료 염색이 가능하다.

Apollotex염색기의 기계구성은 다음과 같다.

- padding기 : 2 ball padder

400Φ×Wmm, 최대가압 10t

상용가압 5A

- 반응기 : 증기 3kg/cm²이상 포화증기

- winder : 드럼직경 60mm, 2set hand, lift rack 1대

- 마이크로파 발진장치 : 출력 5kW×2

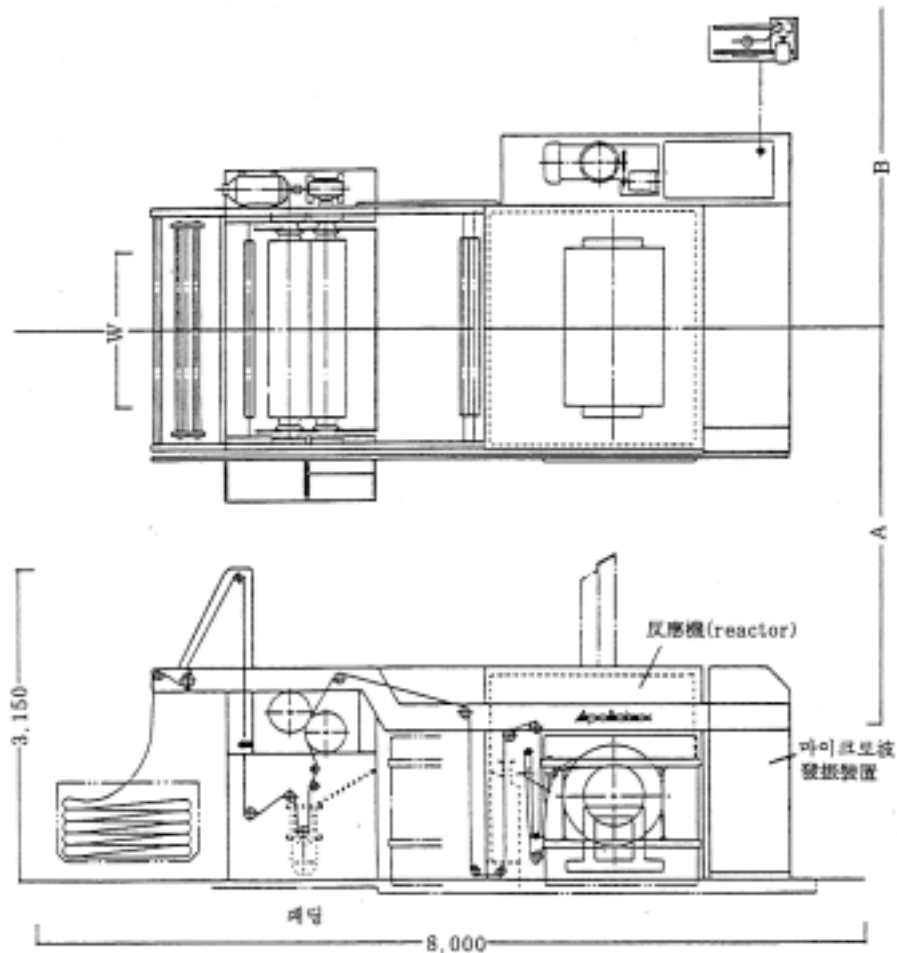
출력조정 0~10kW

또한 가공포의 중량은 70~300g/m², 가공온도 100℃이상, 권취속도 5~50m/min이다.

염색방법은 우선 반응기에 3kg/cm²이상의 포화증기로 충만시켜 놓고, 염료액을 패딩한 포를 확포상태로 반응기에 넣는다. 입구에는 마이크로파와 증기를 차단하는 특수장치가 있다. 포는 확포상태로 마이크로파의 조사를 받으면서 빔(beam)에 감는다. 빔은 직경이 600mm인 드럼으로 마이크로파 가열을 균일하게 하도록 되어 있다. 마이크로파 발진기로 발진된 마이크로파의 조사를 받아 염색을 종료한다. 마이크로파염색기로 한 염색과 종래의 염색기로 한 염색의 에너지비를 비교하면 1/5정도로 절감되는 것으로 알려져 있다.

실제 염색을 예로 들면, 직접염료의 면의 염색에서는 염료의 친화성이 높기 때문에 마이크로파 가열을 하면 염료가 내부까지 침투하여 마이크로파의 조사열룩이 생길 영향이 거의 없고, 양호한 염색물을 얻을 수 있다. 그러나

종래의 침염법과 비교하면 색상은 마이크로파 염색이 약간 적미(reddish)의 경향을 나타내는 것이 있다는 보고가 있다.



<그림 3.9> 마이크로파 염색기 Apollotex

반응성염료 염색에서는 고반응성의 염료인 경우 마이크로파의 조사열룩이 생길 염료가 크고, 섬유와의 결합이 불안정하고 조사시간이 길면 염착율(color yield)이 저하되는 것으로 알려져 있다. 이것은 일부가 가수분해된 것으로 예상된다. 중반응성 및 저반응성 반응성염료에 의한 염색에서는 특별한 문제는 없지만 배합염색의 경우, 종래의 염색법에 비해 황색-적색의 색상에

약간 변화가 생긴다는 보고가 있다. 기타, 염색 이외에는 폴리에스터의 감량 가공에 응용되고 있다.

마이크로파 염색기의 특징은 다음과 같은 점이 있다.

- ① 빠르고, 균일하게 가열되어 염료가 섬유내부로 확산하는 것을 돕기 때문에 염료의 침투성이 우수하다.
- ② 염료의 흡수 커브의 영향이 없다.
- ③ 욕비가 1:1이하이므로 염료, 조제, 가공제 등이 절약된다.
- ④ 가열효율이 아주 높아 단시간에 염색된다.
- ⑤ 취급이 안전하고, 특별한 경험이나 기능을 필요로 하지 않는다.
- ⑥ 색의 재현성이 좋다.
- ⑦ 다품종소로트 생산에도 적용할 수 있다.
- ⑧ 염착효율이 높아서, 수세공정의 단축, 배수오염이 경감된다.
- ⑨ 에너지 코스트가 대폭 절감된다.

마이크로파 가열에 의한 염색법은 종래의 외부가열법과는 달리 내부가열 방법으로 매우 흥미있는 방법이다. 그러나 모든 염료에 이용될 수 없고, 폴리에스터염색과 같이 고온을 필요로 하는 경우에 효과가 있으며, 날염에서는 염료의 고착에 응용될 수 없는 등 앞으로의 연구에 기대되는 문제도 많다.

3.6.3 전사날염

1) 전사날염의 발전

오늘날 주로 행하고 있는 screen 날염과 roller날염은 종이인쇄기술을 직물 등에 응용한 것으로, 종이인쇄와 똑같이 섬세하고 색조에 변화가 있는 무늬를 직물상에 표현하는 것이 날염기술자의 수십년전 부터의 바람이었다.

예를 들면 1934년경에는 수용성염료를 유성화하여 직접 직물상에 옅은

쇄방식으로 날염하는 기술이 성공하여 상품화되고 있으며, 그후에도 gravure 날염방식에 의한 기술도 개발되었다. 그러나 신축성이 적고 표면이 평활한 종이와는 달리 형태안정성이 결여된 직물에서는 종이에서와 같은 섬세함과 정교함을 내기 어려워 그 목적을 충분히 달성할 수가 없었다.

이 결점을 보완한 것으로서 먼저 염료를 함유한 잉크로 종이를 인쇄하고, 그 다음 이 종이와 직물을 밀착시켜 무늬를 직물에 옮기는 전사방식이 고안되었으며, 1962년에는 이탈리아의 Star stampa Tessuti Antistatici사의 Star print법이 발표되었다.

이 방법은 박리 varnish(일명 니스)를 코팅한 종이에 배트염료를 함유한 잉크로 그라비아 인쇄하고, 그 다음 이 전사지를 젖은 면포에 압착시켜 무늬를 전사한 다음 마지막으로 포를 증열처리하여 염착시키는 것이다.

이듬해 1963년에는 안료수지염료를 써서 종이에 인쇄한 전사지로 캘린더를 통과하여 원형편포(tubular knit)에 무늬를 전사하는 방식인 thermacrome이 소개되었다.

그러나 현재로서는 전사날염의 대표격으로 볼 수 있는 Sublstatic process가 세간의 주목을 받게 된 것은 1969년 아틀란타시에서 개최된 K.A.E show에서 미국의 Sublstatic사가 이것을 발표하여, 니트에 전사날염을 실현한 이후부터이다.

유럽에서는 프랑스의 P Lemaire & Cie. Roubaix사와 독일의 Kannegiesser사가 개발했는데, 이들은 개발초기의 batch방식의 전사기에서 felt calender형의 연속 방식으로 발전했다. Lemaire사에서는 원운동의 회전을 평면상에서 하면서 전사지와 니트를 합친 것을 보내어 순차적으로 프레스부에서 가열, 압착하여 전사시키는 Giromatic기에 의한 방법, 연속적으로 가공하는 펠트캘린더형 전사기인 Rollingstatic을 발표했고, 또 Kannegiesser사는 Conveyor heat printing

machine을 발표하였다.

그 후도 Gessner사에서 펠트캘린더형의 Transcolorizer를 개발한 것을 비롯하여 각종 전사장치가 세계 각국에서 만들어졌고, 전사지 공급도 원활하게 되어 전사날염의 보급이 진전되었다.

또 sublistatic법과 같은 건식 전사날염은 폴리에스터 섬유의 연속염색법의 하나인 thermosol process법과 star print와 같은 습식 전사날염법이 합성섬유제 품과 결합하여 필연적으로 나타난 것으로 볼 수 있다.

2) 전사날염의 원리

전사날염에는 여러가지 방식이 있으며, 이것을 분류하면 다음과 같다.

(1) 안료 전사날염법

안료와 열가소성수지, 예를 들면 염화비닐계나 고무계수지를 종이에 인쇄하여 전사지를 만들어 아이롱이나 프레스기를 이용하여 가압, 가열함으로써 간단히 포에 모양을 날염하는 것이다. T-셔츠나 손수건에 각자의 기호에 따라 one point(1점) mark의 날염에 사용된다.

(2) 습식 전사날염법

열용해성의 바인더에 염료를 혼합하여, 종이에 인쇄한다. 이 전사지를 가압, 가열 또는 용제 등을 사용하여 염료를 포에 전사시킨 다음 스티밍하여 염료를 고착시키고, 소우핑, 건조한다. 이 방식은 앞에서 언급한 star print로 잘 알려져 있으며, 어떠한 섬유에서도 프린트가 가능하다.

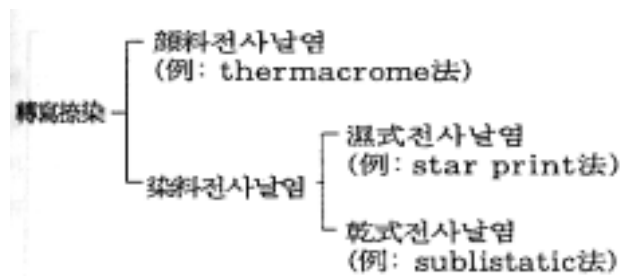
(3) 건식 전사날염법

염료중에서 열을 가하면 승화현상을 나타내는 것이 있다. 이 염료와 결합제, 용제 등으로 만들어진 염료잉크를 종이에 인쇄하여 전사지를 만든다. 이 전사지를 포에 접촉시켜 외부에서 가압하면서 가열하면 단시간에 전사지의 염료가 승화하여 포지에 이행하여 염착된다 염료만 포지에 고착되기 때문에

일반 날염공정에서 행하는 발색후의 수세, 소우핑, 건조 등의 공정이 필요하지 않다.

전사날염에서 가장 중요시하는 것은 건식전사날염이므로, 이 방법에 대하여 구체적으로 알아보기로 한다.

3) 건식 전사날염용 염료



건식전사날염용 염료는 열에 의해 승화하는 것이 필요하며, 섬유에 염착도 나 후에는 내승황성이 높은 것이 좋다.

이와 같이 상반되는 성질을 만족하는 것은 실제로 없기 때문에 포지의 내열성을 고려하면서 승화온도가 높고, 내승황성이 양호한 염료를 선택해야 한다.

전사 가능한 염료로서 G.Holland는 방대한 염료를 검토한 가운데 분산염료 91종, 유용성염료 9종, 산성염료 2종, 매염염료 2종, 배트염료 1종, 염기성염료 34종 합계 139종을 선정했으나, 현재 승화전사날염에 사용되는 것은 분산염료와 캐티온염료중에서 적당한 염료를 사용하고 있다.

(1) 분산염료

분산염료의 대부분은 승화 또는 기화하는데, 일반적으로 분자량이 커지면 승화성이 나쁘고 또 너무 적으면 포지를 빠져 나오게 된다. 분자량은 250~370의 범위가 적당하다.

폴리에스터의 전사는 일반적으로 약 200°C의 온도에서 1분 정도하며 염료는 170~240°C의 온도로 전사, 발색하는 것을 선택한다. 그러나 승화속도가

다른 염료를 배합하면 가열하는 조건에 따라서는 발색되는 색상이 다르기 때문에 염료의 선택폭이 좁아진다. 과거에는 염료를 폴리에스터 염색용 중에서 승화성이 있는 것을 선택했으나 지금은 염료메이커에서 승화전사용염료를 공급하고 있다.

감압하에서 전سال염을 하면 상압하에서 승화가 불충분하여 사용할 수 없었던 염료도 사용이 가능하여 염료 선택의 폭이 넓어졌다. 또 염료의 섬유내부에 침투성이 좋게 되어 농색염색이 가능하게 된다.

(2) Cation염료

캐티온염료는 이온성을 적게 하거나, 완전히 없게 함으로써 승화성을 부여할 수 있다. 그 방법으로 유리염기를 사용하는 방법, 탈 프로톤화하는 방법, 염료의 대이온을 변화하는 방법이 있다.

유리염기를 생성하는 방법으로 캐티온염료를 알칼리로 처리하는 방법으로서 알칼리제와 캐티온염료를 함유시켜 잉크를 만드는 방법과 유리염기를 정제하여 이것을 함유하는 잉크를 만드는 방법이 있다.

탈프로톤화한 캐티온염료로는 캐티온염료 분자중에서 제4급질소원자와 공오하는 1개의 질소원자에 강염기로 처리하는 방법이 있다. 탈프로톤화한 염료는 비이온성으로 되어 승화성이 양호하게 된다.

캐티온염료의 대이온을 변환함으로써 승화성을 증대시킬 수 있다. 이 경우에 대이온의 종류에 따라 승화성의 정도가 다르며, 캐티온 염료의 지방족 모노카본산염이 양호하지만 전사성을 유리염기가 우수하다.

4) 전사지

이들 염료를 사용하여 인쇄잉크를 조제하는 경우 인쇄방법에 따라서도 다르지만 유성과 수성 둘다 사용된다. 종래의 날염과 비교하면 잉크량은 1/10~1/100로 적기 때문에 일반날염호의 염료농도보다 상당히 높게할 필요가

있으며, 잉크에 염료를 여하히 분산시키느냐가 문제이다.

인쇄잉크는 Bayer사, Fishburns사, Coates Inks사들이 주로 공급하고 있다. 일반적으로 유럽에서는 유성잉크, 일본에서는 수성잉크를 주로 사용한다. 다음은 인쇄잉크의 제조 예이다.

· 황색옅색잉크의 처방 예

장유성아마인유이소프탈산

alkyd varnish 12.5

중점도 아마인유varnish 25.0

고점도 아마인유varnish 12.5

탄산칼슘 30.0

Sudan Yellow GA Conc. 20.0

100.0

이들 성분을 혼합하여 grind meter의 연육도가 3일 될 때까지 3본 rolling mill로 연육시킨다.

이와 같이 염료를 함유한 잉크로 종이에 무늬를 인쇄하여 전사지를 만드는데, 여기서 인쇄용지는 평활도, 두께, 무게, 잉크수리성, 치수안정성, 내열성, 염료와의 친화성 등 많은 인자를 고려하여 선택해야 한다. 일반적으로는 상질지가 주로 사용되고, 알루미늄박을 피복한 종이를 사용하기도 한다.

인쇄방법으로서는 그라비아, 오프셋, 플렉소(아닐린 인쇄기), 실크 스크린 등 현재 인쇄공업에서 실용화되고 있는 4방식 모두 이용할 수 있다. 이들 4방식을 전사지의 제조에 사용하는 경우 총괄적으로 비교한 것이 <표 3.11>이다.

종래의 날염과 비교했을 때 전사날염의 장점을 들 수 있는 것은 오프셋방식은 섬세하고 정밀한 무늬를 인쇄할 수 있는 점에서 우수한데, 연속무늬의 인쇄기가 개발되지 않았기 때문에 현재는 전사지 인쇄의 대부분이 그라비아방

식을 따르고 있다.

<표 3.11> 각종 인쇄법의 비교

印刷方式	版式	版材	잉크	잉크의 용량	印刷機	紙	印刷速度	長 点	短 点
gravure	凹版	銅	(1)溶劑型 (2)水 性	중 발 건 조	輪 轉	卷取	80~300 (m/min)	(1)섬세하고 정밀한 인쇄 가능 (2)連續무늬의 연결이 가능	製版코스트가 높음.
offset	平板	아 연 알루미늄	油 性	酸化건조	輪 轉	枚 卷取	50~130 (枚/min) 250~350 (m/min)	섬세하고 정밀한 인쇄 가능	轉寫紙 印刷에 적합한 卷取紙 印刷機가 없음.
flexo	凸版	고 무	(1)알칼성 (2)水 性	중 발 건 조	輪 轉	卷取	80~200 (m/min)	印刷作業이 용이	精密한 무늬와 콘트리스트物 에는 부적합.
silk screen	孔版	전 나일론 폴리에스테르	(1)溶劑型 (2)水 性	중 발	정 판	枚 卷取	~25 (枚/min) ~15 (m/min)	(1)型代가 싼 (2)광폭 소모트 인쇄에 적합	섬세하고 정밀한 무늬의 인쇄는 그라비아나 오프셋에 비해 못함.
		니 렐	(3)에멀전	건 조	로터리	卷取	40~80 (m/min)	連續무늬의 연 결이 가능	

롤러날염에서는 깊이 80 μ , 80선 정도의 판을 사용하는데 반해 그라비아방식에서 30 μ , 150선의 판으로 착육량 9~10g, 잉크의 염료함량 5~6%(유성잉크의 경우)의 조건에서 인쇄하는 것이 보통인데, 전반적으로,

- ① 섬유에 정밀한 무늬의 인쇄가 가능
- ② 연속무늬의 인쇄가능
- ③ 3원색 날염이 가능(필요에 따라 적, 청, 황의 3원색에 흑을 추가함).

한 세가지를 특색으로 들 수 있다.

이들 염료잉크로 인쇄된 전사지에는 잉크의 비산과 저장중의 블로킹 현상의 방지 미 전사할 때 포지에 가접착되어 인쇄가 빗나가는 것을 방지할 목적으로, 표면피복(overcoat) 바니시를 도포한 다음 검사, 출하한다.

또 사진조의 그림무늬는 인쇄의 경우에 2색이상의 중복인쇄로 나타내는 것이 많은데, 밀착사진인화물은 일반적용 중복인쇄를 하지 않는다. 배색교체는 전자는 무늬에 따라 곤란한 것이 많으나, 후자는 아주 쉽다. 또 2색 이상의 칼러매칭도 용이할 뿐 아니라 정확히 할 수가 있다. 일반적으로 6~7색정도까지 인쇄하며, 기계적으로는 색수를 더 많게 할 수도 있다.

전사지의 폭은 30, 40, 63, 86in(또는 80, 100, 160, 220cm)가 있고, 1권의 길이는 275~500yds로 공급된다.

패턴은 개성품과 주문패턴이 있는데, 예를 들면 Sublistatic사에서는 개성패턴을 500종 이상 준비해 두고 있으며 지금은 그 수가 훨씬 증가했을 것으로 본다. 또 1971년 파리의 국제섬유기계전시회에서는 Sublistatic사 1색의 전사지로 온도와 전사시간을 조절하여 6색까지의 색을 전사발색할 수 있는 전사지도 발표되었다.

주문패턴은 미국의 예를 보면 전사지를 유럽에서 수입했을 때 주문에서 입수까지 6주간 이상 걸렸던 것이 국내생산하고 부터는 며칠만에 입수할 수 있게 되었다.

5) 전사 · 발색

건식(열) 전사날염이 응용될 수 있는 섬유로서는 폴리에스터 및 70%이상의 폴리에스터 혼방품과 나일론 6, 나일론 66, 아세테이트, 트리세테이트, 아크릴(마다아크릴 제외), 스판덱스 등이다.

<표 3.12>에 표시된 섬유의 적성으로 알 수 있듯이 천연섬유는 현재로서는 적용이 불가능하여 앞으로의 문제로 남게 되었다.

다음으로 전사발색의 농도는 온도, 압력, 전사시간의 3가지 조건으로 좌우되는데, 이들의 조건은 섬유 및 포지의 내열성과 태, 염료의 승화성, 작업능률 등을 고려하여 선택된다. 평압프레스식 전사장치로 100% 폴리에스터의

성형제품을 전사날염하는 경우에 온도 195°C, 압력 100g/cm², 시간 40초, 그리고 폴리에스터/양모 혼방품(80:20)의 경우 205°C, 100g/cm², 44초 등 많은 전사 예가 발표되어 있으나 일반적으로는 온도 180~200°C, 압력 1kg/cm²이하 (니트에서는 0.5kg/cm²이하), 가열시간은 15~30초 정도가 바람직한 것으로 되어있다.

<표 3.12> 건식 전사날염에 대한 섬유적 적성

纖 維	染着性	備 考
폴리에스테르	○	耐熱性이 좋지 않은것도 있음
나일론	○	나일론의 타입에 注意
아크릴	△	일부 良好한 것도 있음
비닐론	○	
폴리프로필렌	×	내열성 不良
폴리에틸렌	×	내열성 不良
염화비닐	○	내열성이 없어 사용 안함
아세테이트	○~△	
레이온	×	
綿	×	
絹	×	
羊毛	×	

○ 염착성 양호 △ 염착되더라도 색이 옅게 되는 것
 × 염착성 불량이거나 옅게 염착하여 견뢰도가 저하

- 폴리에스터 : 210°C × 10~20초
- 나일론 : 200°C × 15~20초
- 트리아세테이트 : 195°C × 20초
- 아세테이트 : 185°C × 15~20초
- 아크릴 : 195°C × 10~20초

를 권장하였으나, 이 숫자 가운데 의심이 가는 면도 없지 않다.

천연섬유는 전사날염을 할 수 없는 것으로 되어있지만 각종 개질가공을 하여 전사날염할 수 있는 연구특허가 나왔다. 면 및 폴리에스터/면 혼방에

대해서 아세틸화와 동시에 멜라민수지가공을 하면 좋다는 보고가 있다. 헤바라인사는 셀룰로스섬유의 aryl화, benzoyl화, acetyl화 등에 의한 전사날염법을 제안하였다.

일본에서는 부도방에서 셀룰로스섬유에 벤조일기 및 그 유도체를 도입하여 전사날염하는 방법, 동양방은 팽윤제와 가교제를 적용하여 처리하는 셀룰로스섬유 혼용물의 전사날염법을 발표하였다.

견의 전사날염법에 대해서는 부분sial화-그래프트 중합가공법으로 개질한 견은 전사날염성이 우수하다는 보고도 있다.

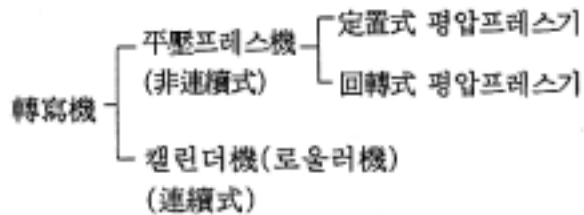
그래프트 가공제는 메타크릴산에톡시에틸, 메타크릴산부틸 및 비닐톨루엔 등이 있으며, 가공성이나 비용면에서 보면 스티렌(styrene)이 좋고, 3% 아세틸화 후 33~40% 스티렌그래프트 가공한 견은 폴리에스터와 같은 조건에서 전사날염할 수 있다.

또한 염료에 대해서는 4-chloro-4amino-acetphenone 유도체로부터 합성한 반응분산염료가 미리 포를 글리콜류로 습윤시켜 전사날염함으로써 염료를 고착시킬 수 있음을 발견했는데, 특히 비닐술폰기를 갖는 염료는 폴리에스터/면, 폴리에스터/양모를 전사날염할 수 있으며 염색건뢰도가 상당히 좋은 것으로 보고되었다.

6) 전사기

건열전사날염에 쓰이는 전사기를 대별하면, 상하의 plate열반 사이에 전사지와 직물을 겹쳐 넣고 가압, 가열하는 비연속식 평압프레스기와 열롤러를 통하여 연속적으로 전사하는 calender기 또는 roller기의 2종류가 있다.

평압프레스기는 다시 표준형의 정치식과 생산성을 높이기 위해서 개발된 회전식으로 나눈다.



평압프레스기 가운데 <그림 3.10>에 나타난 Kannegiesser사(독일)의 자동날염기 모델 D-A8/18-5T $\pm$ °C이하의 온도 변동으로 가열된 열프레스로 전사지와 포를 겹친 것을 가압하여 전사한다. 포의 세팅과 송출이 간헐적으로 연속하여 행해지므로 작업능률도 좋고, 프레스부분도 상하 양쪽에서 가열할 수 있기 때문에 양면날염을 동시에 할 수 있는 것도 큰 이점이다.

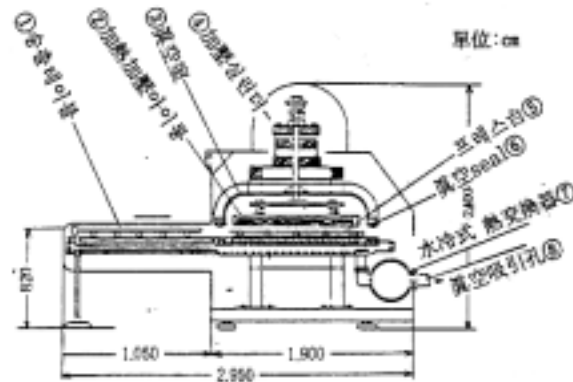
이밖에 간단한 평판프레스형의 모델 VOB-7/15, 회전프레스형의 모델 VOB-7/15-DT, Nao-printer 2F 등 어떤 기종을 선택하더라도 각각 특색이 있다.

직본공업의 아리로퍼-FV2의 진공열전사방식은 <그림 3.11>과 같다.

진공열전사방식은 염료의 승화가 상압에서보다도 감압할 때가 용이한 것을 이용한 것으로, 처리온도의 저하 또는 처리시간의 단축이 가능하기 때문에 생산성의 증대와 에너지 절약은 물론 제품의 태 보지, 적응하는 섬유 또는 그 제품의 범위 확대, 염료의 침투성 향상, 염료의 선택성 확대에 의한 색의 풍부함과 견뢰도의 향상 등 많은 이점이 있는 것으로 되어 있다.



<그림 3.10> 평압 Press기



<그림 3.11> 진공열전사기 아리로퍼-FV2

연속무늬의 날염에는 열캘린더형과 열롤러형의 연속식 전사기를 사용한다.

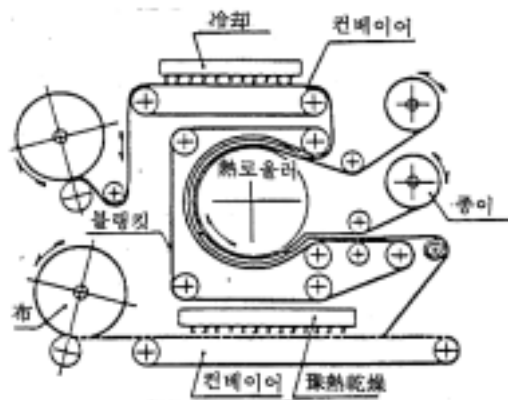
루멜(프랑스)의 Rollingstatic, 게스나(미국)의 Transcolorizer, Kannegiesser(독일)의 Vacumat model VZD-6/17, 정상금속공업의 Thermo printer와 71년 ITMA에서 Moscrop사(영국)가 개발한 장치를 발표하였다.

이 방식은 전사지를 밑에 깔고 포지와 종이를 밀착시켜 가열된 롤러와 엔들리스 펠트사이를 따라 들어가면 가압하여 열전사를 일으키는 것으로, 열롤러는 일반적으로 열매체 오일로 가열되는 것이 많고, 롤러 표면의 온도 변화가 $\pm 2^{\circ}\text{C}$ 이하로 억제되도록 각사 모두 집중적으로 연구를 하고 있다. 평압프레스방식과는 달리 압력변동은 별문제가 되지 않는다. 최고 처리속도는 10m/min(Moscrop사의 것은 25m/min)으로 설계되어 있으며, 자동스크린날염기보다 고속인 것으로 되어있다.

또 Vacumat model VZD-6/17은 아리로퍼-FV2와 같은 목적으로 칸네기사에서 개발한 것으로, 지금까지의 연속식 기계가 오일가열드럼을 열원으로 하여 전사하는 것에 반해 이 기계는 드럼의 표면에 포와 전사지를 감압하여 흡인밀착시켜, 드럼의 외측에서 자외선 히터로 가열하는 방식이다.

가열롤러형에 비해 포지에 대한 염료의 침투가 좋고 태도 유지됨과 동시에 적외선을 열원으로 하기 때문에 예열(warming up)시간도 짧고 보수도 용이한 것으로 되어있다.

<그림 3.12>는 calender기의 예로서 Thermo printer이다.



<표 3.12> Calender형 전사기 Thermo printer

7) 전사날염의 장점과 단점

전사날염, 특히 건식전사날염에는 다른 날염방식에는 볼 수 없는 많은 장점이 있는 반면 단점도 있는데, 이들을 열거하면 다음과 같다.

(1) 장점

① 기술과 숙련을 필요로 하지 않으며, 특히 단시간에 다색날염물을 얻을 수 있다 ; 인날호의 조제나 형맞춤 등의 숙련을 요하는 공정이 없으므로 생략화가 가능하다. 전사시간도 아주 짧다.

② 기계의 가동율을 높힐 수 있다 ; 일반 날염과는 달리 형교환이 없고, 색교체(전사지의 교환) 시간은 분단위로 짧아 낭비시간이 적다.

③ 불량날염 발생이 적다 ; 검사에 합격한 전사지를 사용하여 한번에 다색을 전사하기 때문에 보통의 날염에서 볼 수 있는 인날공정에서의 여러 가지

트러블을 피할 수 있다. 예를 들면, 폴리에스터 double knit의 날염에서 종래 15%정도 불량 발생했으나 전사방식에서는 0.25%로 현저하게 감소되었다.

④ 수세, 소우핑, 건조 등의 후처리공정이 필요없다 ; 염료 순분만이 승화, 전사하기 때문에 후처리공정을 하지 않더라도 견뢰성 등에 영향이 없다.

⑤ 염색배수에 의한 공해발생의 문제점도 없다 ; 수세, 소우핑 등의 공정이 없고 물을 사용하지 않기 때문에 공해가 발생하지 않는다.

⑥ 설비투자비가 적다 ; 장치들이 롤러날염기로 되어 있기 때문에 투자비가 훨씬 싸고, 부대설비도 필요없다. 장치의 설비면적이 적게들므로 토지에 대한 투자도 적게 할 수 있다.

⑦ 운전코스트가 적다 ; 전사장치 뿐이므로 부대설비가 없다.

⑧ 수요에 부응하는 가공을 할 수 있다 ; 전사지를 저장해 두었다가 필요에 따라 적당한 양만을 전사할 수 있으므로 생산에 탄력성이 있다. 소로트생산에서도 경제적이다.

⑨ 새로운 디자인의 표현이 가능하다 ; 인쇄방식의 도입으로 섬세하고 명료한 패턴을 얻을 수 있으며, 3원색 날염이 가능하기 때문에 중색다색효과를 살린 패턴을 표현할 수 있으므로, 부가가치가 높은 가공을 할 수 있다.

⑩ 양면날염을 쉽게 할 수 있다.

⑪ 재단품, 봉제품, 수지가공포의 날염을 용이하게 할 수 있다 ; 건식인 데도 후처리공정이 없기 때문에 이들의 날염에는 특히 장점을 발휘할 수 있다.

⑫ 적용범위가 넓다 ; 부직포, 펠트, 카펫, 합성피혁, 플라스틱 필름 등의 날염이 가능하다.

(2) 단점

① 천연섬유에는 적용되지 못한다 ; 승화, 전사해도 천연섬유에 큰 친화력을 갖는 염료가 적다. 천연섬유에 응용하기 위해서 연구를 진행하고 있으나,

현 상황에서는 분산형 반응성염료를 쓰는 것 외에는 실용화의 길은 멀다.

② 내열성이 약한 섬유에는 응용이 불가능하다 ; 매우 승화성이 높은 염료를 사용하면 가능하다 하더라도, 또한 제품의 내승화성이 높은 염료를 사용하면 가능하다 하더라도 제품의 내승화성은 완전히 희생된다.

③ 승화견뢰성에 어려움이 있다 ; 전사원리와 본질적을 모순되는 성질이기 때문에 조건의 선택에 의해서도 이 결점은 극복될 수 없다.

④ 직물 등의 태를 손상시키는 것도 있다 ; 열과 압력이 반드시 필요하기 때문에 내열성이나 형태안정성이 결여된 것에는 특히 주의해야 한다.

⑤ 전사지 가격기 비싸다 ; 그라비아 방식으로 인쇄하기 때문에, 제판비가 비싸기 때문이다. 디자인면으로 보면 다품종소량생산에는 불리하다.

⑥ 원디자인에서 전사지를 입수하기까지 시간이 걸린다.

그러나 최근 전사날염은 one point mark 정도로 사용되고 있으며, 본래 많이 사용될 것으로 예상했던 여성복지에 거의 사용되지 않고 있다. 또한 전사날염은 전사지만 구입하면 간단히 날염할 수 있기 때문에 오리지날상품에 적합하지 않을 뿐아니라 다품종소량생산에도 부적합하다.

디자인은 오리지날한 것으로 만들기 위해서는 전사지 제작 자체를 독자적으로 제작해야 되기 때문에 경우에 따라서는 대단히 고가가 된다. 또 패션제품의 다양화, 고급화, 차별화에 결부시키기 어려운점도 전사날염의 성장을 둔화시키는 원인으로 생각된다.