

신합섬 및 복합소재 염색가공

- II. 응용편(2) -

1. 신합섬의 염색가공기술

1.2 신합섬 폴리에스터용의 신 분산염료[ゼネカ(주)]

- Dispersol XF 염료 -

1.2.1 서 언 - 극세섬유와 신합섬

구미에서도 “Shin – Gosen”(new synthetic fiber)으로 통용될 정도로 신합섬 붐은 각광을 받고 있으며, 마이크로(극세)/super microfiber(초극세섬유)의 명칭은 마치 신합섬 그 자체인 것처럼 사용되고 있다. 그러나 실제로 구미에서는 일반적으로 섬도 1.0dtex(유럽)/denier(미국) 이하의 섬유를 극세섬유라고 칭하는데 반해, 일본에서는 종래에는 스웨드조 인조피혁분야에서 사용해온 초극세섬유를 독특한 감촉화 표면효과를 가진 박기모소재로 전개하여, 섬도 0.3~0.4d이하를 초극세섬유, 1.0d이하를 극세섬유로 부르고 있다. 이들 극세섬유의 직·편물에 박기모가공을 한 것이 피치조 신합섬이다.

더욱이 신합섬에서는 이섬도·고이수축혼섬사로서 다단고수축성 개질폴리머를 응용함과 동시에 고차가공기술의 개발로 마일드한 광택과 섬세한 풍요도를 갖는 초벌키혼섬사 직물 new silky 합섬으로 불리는 신합섬 직·편물분야를 창출하였다. 천연섬유에서 볼 수 없던 합섬 독자의 새로운 질감을 갖는 감성소재로 발전된 새로운 합섬 직·편물이다. 여기에 더하여 복합가연사와 공기교격사 기술에서 생겨난 사장차 부여에 의한 소모조(silky-spun)직물, 미립자함유의 초드레이프성섬유, 특수단면섬유 및 표면의 요철화 소재 등의, 이른바 rayon조(powder touch)직물을 포함해서 “신합섬”이라고 총칭한다.

이들 신합섬 원사는 섬도, 단면/표면형태, 이수축혼섬 등의 폴리머조성, 결정화도/배향성 또는 열이역 등에 따라 각각 독자의 섬유물성을 나타내고, 이들의 복합화로 감성이 있는 신합섬소재로서의 특징을 낸다. 그런 이들 차별화 원섬이 각각 특유의 염색성과 겉보기 표면농도차를 나타내기 때문에 염색가공면에서도 종래와 다른 염색기술이 요구되는 것은 주지의 사실이다.

1.2.2 섬유의 섬도와 염색농도

합성섬유의 염색에서 겉보기 염색농도(시감농도)는 실의 올을 구성하는 개개 섬유의 섬도와 직접 관계가 있다. 특히 Fothergill은 섬유상의 염료농도가 섬도의 평방근에 반비례하는 것을 지적했으나 실제로는 섬유의 여러가지 성상에 의한 요인 - 예를 들어, 염소제(빛의 확산) 및 섬유의 단면형태, 결정화도, 배향성 등이 영향을 미친다. 더욱이 가공사는 필라멘트 원사에 비하여 염료소요량이 높은 별도의 요인도 있다.

<표 2.1> 섬도와 동일 농도의 염색에 필요한 염료량의 관계

年 次	單섬유 纖 度	分散染料 농 도
1970	3~5	1.0
1990	2~3	1.26
2000	1.5~2.2	1.47
극세섬유	0.3~1.0	2.58

$$\frac{C_1}{C_2} = \sqrt{\left(\frac{dtex \times pf_2}{dtex \times pf_1} \right)}$$

C_1 : 섬유(1)의 염료농도, C_2 : 섬유(2)의 염료농도
 $dtex \text{ } pf_1$: 섬유(1)의 單섬유 섬도
 $dtex \text{ } pf_2$: 섬유(2)의 單섬유 섬도

섬도 4 dtex의 polyester F를 1% o.w.f로 염색한 경우와 동일농도를 얻는 데 저섬도 필라멘트의 염색에 필요한 염료농도를 상기식으로 계산하여 <표 2.1>에 나타냈다.

알칼리 감량가공에서 발단이 된 섬유의 세데니어화 경향은 장섬유와 면혼용 단섬유에서 볼 수 있으며, 그 추이를 아울러 <표 2.1>에 나타냈다. 숫자는 개산 정도의 추정치이지만 의류용 폴리에스터섬유의 평균적인 섬도의 저하 경향이 계속되고 있다는 것을 나타낸다.

폴리에스터 극세섬유를 일반 폴리에스터와 동일 시감농도로 염색하는 데는 고농도의 염료가 필요하기 때문에, 결과적으로 극세섬유에서는 대폭적으로 습윤견뢰도와 일광견뢰도가 저하된다. 따라서 실제 염색가공에서는 일반 폴리에스터에 대한 것 이상으로 높은 색농도(color value), 균염성 및 염색속도의 상용성 등이 우수한 염색특성 또는 고도의 습윤 및 일광견뢰성이 있는 것이 요구된다. 특히 원사 특성의 차이에 의한 스키티리니스, 염색줄, 표리색차 등에 대한 커버링성, 신합섬에 적합한 래피드염색의 합리화 염색방법 등 여러가지 요구에 대해서 대응할 수 있어야 한다.

1.2.3 Dispersol XF 염료

신합섬의 염색에는 종래부터 래피드염색용 분산염료가 많이 사용되었다. 이 염료를 염색원리로 보면 배합형 분산염료가 주이다. 또한 3원색 염색을 하기 위하여 염색은 결과적으로 다성분계의 배합염료 욕중에서 하게 된다. 따라서 염색성이 다른 섬유로 구성된 신합섬 타입의 직·편물을 염색하는 데는 개개의 배합성 분염료의 특성 차이가 표면화 되기 쉬우며 또한 신합섬 특유의 문제가 발생되기 쉬운 것으로 알려져 있다.

이런 문제에 대처하기 위하여 일반 폴리에스터섬유를 비롯하여, 신합섬용

으로 신분산염료 “Dispersol XF”시리즈 6개 품목이 개발되었다. 관칭명 “XF”는 Extra Fast의 약자로서 고견뢰성을 의미한다.

- Dispersol Yellow XF Grains
- Dispersol Yellow Brown XF Grains
- Dispersol Rubine XF Grains
- Dispersol Blue XF Grains
- Dispersol Navy XF Grains
- Dispersol Black XF Grains

Dispersol XF 염료는 종래의 래피드형 분산염료와는 달리 흑, 감(navy blue) 등을 빼면 기본적으로는 고견뢰성 타입의 단품계 분산염료가 주체로 되어있다. 래피드염색용으로 설계되어 있고 배합형염료중 개개 성분 염료의 염색성의 차이로 생겨난 신탁성의 문제를 해소하려고 한 것이므로 염색속도면에서 상용성이 우수하여, 몰(mole) 흡광계수가 높음과 동시에 염착성도 뛰어난 염료이다.

특히 고농도의 배합염료-black, navy, blue, bottle green, ruby, dark brown 등 습윤견뢰도를 내기 어려운 고농색용의 염료로서, 신규화학물질을 포함시켜 새로 설계된 일련의 염료군이다.

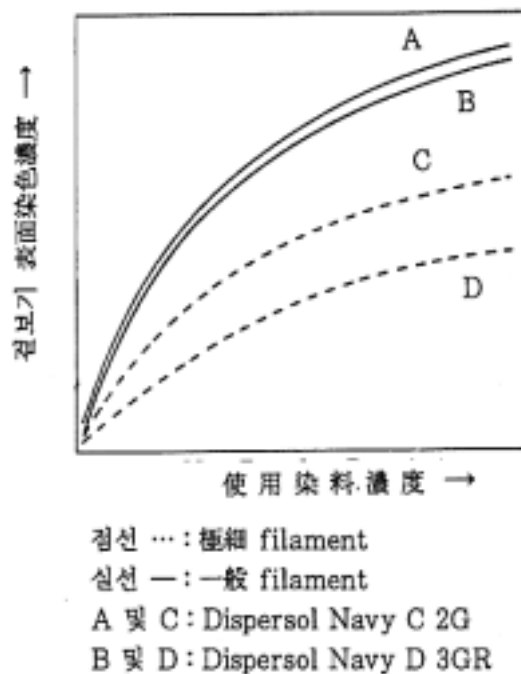
Dispersol XF염료는 모노아조계 염료이지만 고온염색종의 염료의 안정성(가수분해, 환원분해)면에서 크게 개선함으로써 염색의 재현성이 우수하여 안심하고 염색할 수 있다. 그러나 아조계 염료의 고온염색에서 안정성은 사용하는 분산·균염제, 금속이온, pH 등의 영향을 받기 때문에 염욕은 pH 4.0~4.5로 조절하여, 특히 blue, navy, black XF 염료를 사용할 때는 고온안정성을 확실히 하기 위하여 고온염색용 과환원방지제인 “딥소다이 AR” 1g/l를 첨가하여 염색한다.

또 섬유유제 및 올리고머의 유화·가용화능이 우수한 기능성 욱중유연제 “딥소루브 ACA” 1g/l를 병용하면 균염성이 양호하여 주름줄이나 마찰줄이 생기지 않는 염색을 할 수가 있다.

1.2.4 분산염료에 요구되는 염색특성

1) 염착(build up)성

비교적 다량의 염료를 필요로 하는 극세섬유의 염색에는 염료의 빌드업성이 매우 큰 영향을 준다. 종래의 폴리에스터섬유의 염색에서는 빌드업성에 조그마한 차이밖에 볼 수 없었던 2종류의 염료간에도 폴리에스터 극세섬유의 염색에서는 <그림 2.1>과 같이 차이가 확대됨을 나타내는데, 이른바 소프트 타입의 아조계 염료의 빌드업성이 우수하다는 것을 나타낸다.



<그림 2.1> 일반/극세 polyester F의 빌드업성의 차이

2) 세탁견뢰성에 대한 요구

폴리에스터의 염색에서는 염색후의 건조와 가공공정에서 히트세팅(열처리) 중 열 에너지에 의해 섬유내부에서 분자운동이 활발화하여 분산염료도 재확산을 일으켜 염료가 고온쪽의 섬유표면으로 이행, 축적한다. 이른바 열이동(thermo migration)때문에 세탁견뢰도가 저하한다. 이에 비해서 폴리에스터의 열승화견뢰도는 염료가 고온하에서 고체가 단번에 가스상태로 변화하여 인접해 있는 다른 섬유에 이염하는 현상이다. 열승화에 필요한 온도이하의 세팅 온도에서도 열이동이 발생하여 승화견뢰성이 높은 염료가 반드시 내열이동성이 우수하다고는 할 수 없는 경우도 있다.

<표 2.2> Dispersol Navy S-3GR 200Grains 염색물*1의 세탁견뢰도 비교

染料 (%)	폴리에스 테르織物	CO6/B2:50℃세탁				M&S C4A:60℃세탁			
		변퇴 색	오 염			변퇴 색	오 염		
			PE	N	綿		PE	N	綿
3.0	一般*2	5	4~5	4	4~5	5	3~4	3	4~5
6.0	極細*3	5	3~4	3	4	4~5	2~3	2	4

(註)*1:130℃×60분 染色, 還元洗淨後 170℃×30초
덴터에서 세팅.

*2: 1/76f24, 單섬유섬도 3.2 dtex 필라멘트

*3: 1/50f88, 單섬유섬도 3.2 dtex 필라멘트

특히 극세섬유에서는 <표 2.2>에 표시한 바와 같이 내세탁성의 저하가 뚜렷하여 염료의 재선택이 필요하다. 또한 Dispersol XF염료와 종래의 모노아조, 안트라퀴논계 염료와 비교하면 세필라멘트와 극세섬유에서는 <표2.3>에서 볼 수 있는 것처럼 견뢰성의 차이가 크다.

내열이동 견뢰성의 평가에는 일반적으로 물에 대한 견뢰도시험(JIS L 0846)을 적용하여 왔으나, 최근 스포츠의류 용도의 생지품질 규격에도 세탁전염으로서 JIS L 0844, A-2호 방법에 따라 합성세제를 사용하는 세탁방법이 채용되

기 시작하였다.

스포츠의류의 물건뢰도시험에서는 발수가공 등으로 시험의 재현성 문제나 시험내용, 클레임사고 발생상황과의 관련성이 적은 것으로 인식되기 시작했기 때문이다.

<표 2.3> ASO계 분산염료의 세탁견뢰도 비교(polyester 직물)*

染料	아세테이트	첨부白布汚染				
	이트	棉	N	P.E	아크릴	毛
Dispersol Navy						
XF Grains	4~5	5	5	4~5	5	5
市販 Navy A	3	4~5	2~3	3	4~5	3~4
Navy B	3	4~5	2	3	4~5	3~4
Navy C	3~4	4~5	2	3	4~5	3~4
Navy D	2~3	4	2	3	4~5	3~4

(註) * M&S C4A 60℃세탁견뢰도시험:SDC multifiber

섬유표면에 축적해 있는 분산염료는 소량의 계면활성제의 존재로 쉽게 탈락하지만 세제의 종류, 사용량 또는 알칼리의 존재 등에 따라 액오염과 백포오염의 밸런스가 변화된다.

일반 비누세탁에서는 비누의 가용화력 때문에 액오염이 백포오염보다 커진다.

이에 대해서 합성세제를 사용하는 실용세탁 조건에 더 한층 근접한 방법이 세탁전염이라고 하는 시험방법이다.

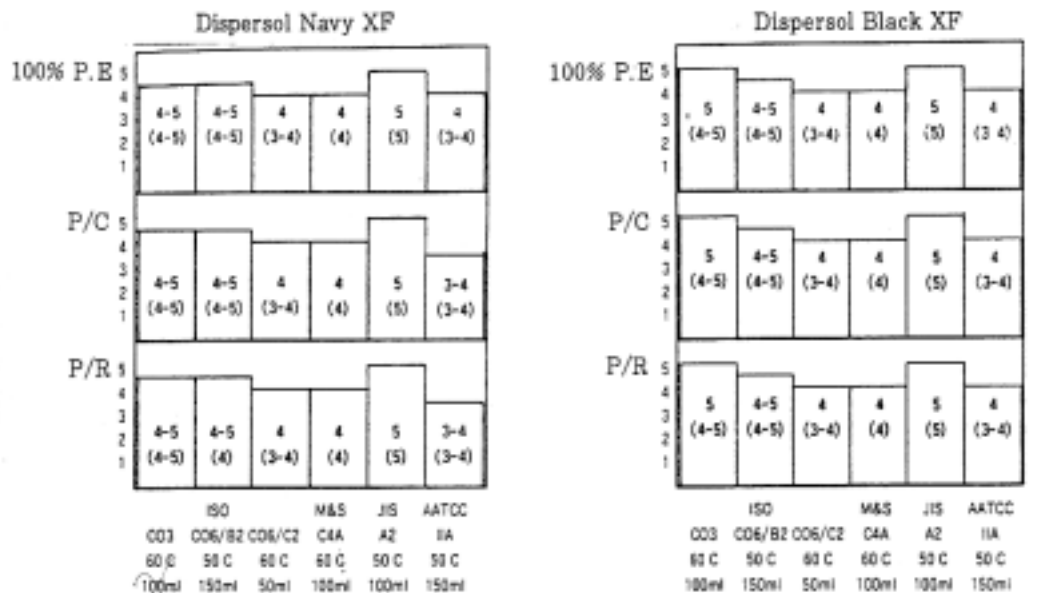
다만 세제의 사용량은 0.5g/l정도로 적은 편이 백포오염이 되기 쉽다. 이미 구미에서는 세탁견뢰도 시험에 표준합성세제에 의한 실용세탁조건이 도입되어, 내열이동견뢰성도 포함하여 평가할 수 있도록 일체화되어 있다.

· ISO 105-CO 6/B2 세제 (4g/l ECE 합성세제 · 과붕산소다 병용/50℃)

- ISO 105-CO6/C2 세탁 (4g/l ECE 합성세제 · 과불산소다 병용 60°C)
- Marks & Spencer사C4A 세탁 (4g/l ECE 합성세제 · 과불산소다 병용/60°C)
- AATCC IIA 세탁(2g/l AATCC 합성세제 사용/50°C×45분)
- Addidas 사 세탁(합성세제 사용/60°C/첨부포 : 시료×1/10)

Dispersol XF 염료의 상기 세탁시험 이외에도 ISO CO3 세탁(Marseilles 비누

· 소다회 병용/60°C), JIS L 1044 A-2호 세탁(마루셀비누 사용/50°C)와 비교하여, 그 대표적인 예로서 나일론 백포오염을 나타낸 것이 <그림 2.2>이다.



(註) 上段은 일반 還元洗淨, 下段 漂白안은 알칼리 洗淨한 다음 히트세팅한 후의 堅牢度를 나타냄. (multifiber 添付布 사용)

<그림 2.2> 각종 세탁견뢰도 시험에 의한 나일론 오염

3) 일광견뢰도

극세섬유에서 또 다른 문제가 되는 견뢰도에는 일광견뢰도가 있다.

일본, 미국에서는 일반적으로 카본아크등(fade-Ometer)으로 시험을 하지만 세계적인 추세는 ISO BO2법을 비롯하여 태양광 에너지분포에 근접한 인공광

원-제논아크등에 의한 조사시험이 주류를 이룬다.

4) Cellulose 섬유유의 오염성

폴리에스터 극세섬유의 면 및 레이온 혼방품의 분산염료 염색에서는 염색 견뢰성 뿐만 아니라 셀룰로스섬유의 오염/백잔 문제도 중요하다.

혼방·교직품의 염색은 분산염료가 폴리에스터 이외의 섬유에 흡착하기 때문에 여분의 염료가 필요한 반면 오염이 더한층 증대된다. 따라서 약알칼리 조건하에서 후세정만으로도, 화학적으로 염료를 분해, 제거할 수 있다. Dispersol XF염료는 극세폴리에스터 셀룰로스 혼방의 염색에서는 메리트가 큰 염료이다.

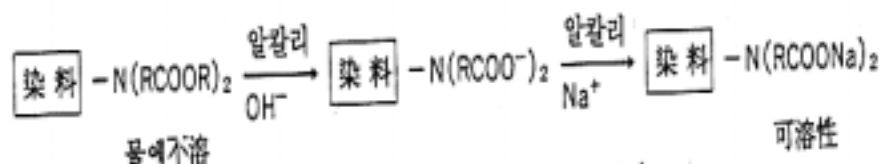
① 종전의 환원세정 대신 약알칼리 세정으로 분산염료의 셀룰로스 오염을 최소한으로 억제할 수 있다. 종래의 환원세정은 레이온의 강력저하와 황변을 일으키는 나쁜 영향을 받는 경우가 있다.

② 종래의 2욕법에 비하여 “New select” 1욕 2단 염색법과 같은 단시간 하리화염색이 가능하다.

③ 상호 오염이 억제되어 세탁견뢰도를 향상시킨다.

④ 상호 오염이 적기 때문에 선명한 색상을 얻을 수 있다.

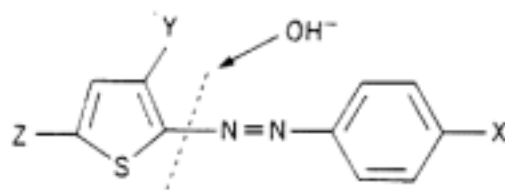
약알칼리조건하에 후세정에 의해 화학적으로 염료를 분해, 제거할 수 있는 분산염료로서는 디에테르계 분산염료가 있다.(그림 2.3참조)



<그림 2.3> Diester계 분산염료의 알칼리 세정

이런 종류의 분산염료는 일반 흡진염색에서는 약산성(pH 4.5)조건하에서 염색을 개시한다. 폴리에스터섬유에의 흡진은 일반분산염료와 마찬가지로 열확산에 의해 진행된다. 폴리에스터/셀룰로스 혼방품은 고온염색 후에 소다회를 사용하여, 80°C에서 알칼리세정처리를 한다. 염료의 디에스테르기를 카본산나트륨염으로 가수분해한다.

마찬가지로 약알칼리조건하에서 화학적으로 분해, 제거할 수 있는 분산염료로서는 이밖에도 thiophenic azo계 분산염료가 있다. Azo기와 thiophen환사이의 결합이 알칼리 조건하에서 분열하도록 분자설계가 되어 있으며, 그 결과 무색 또는 약간 착색된 분해물을 생성하여 오염을 최대한으로 멈추게 할 수 있다.(그림 2.4 참조)



<그림 2.4> thiophene 분산염료의 가수분해

이들 염료는 폴리에스터 표면에 잔존하는 염료가 열알칼리에 의해 제거됨과 동시에 셀룰로스쪽의 오염 염료가 가용화되어 세정, 제거를 용이하게 할 수 있으나, 폴리에스터 섬유 내부에 확산된 분산염료는 섬유벽으로 보호를 받기 때문에 알칼리의 영향을 받지 않는 특징이 있다.

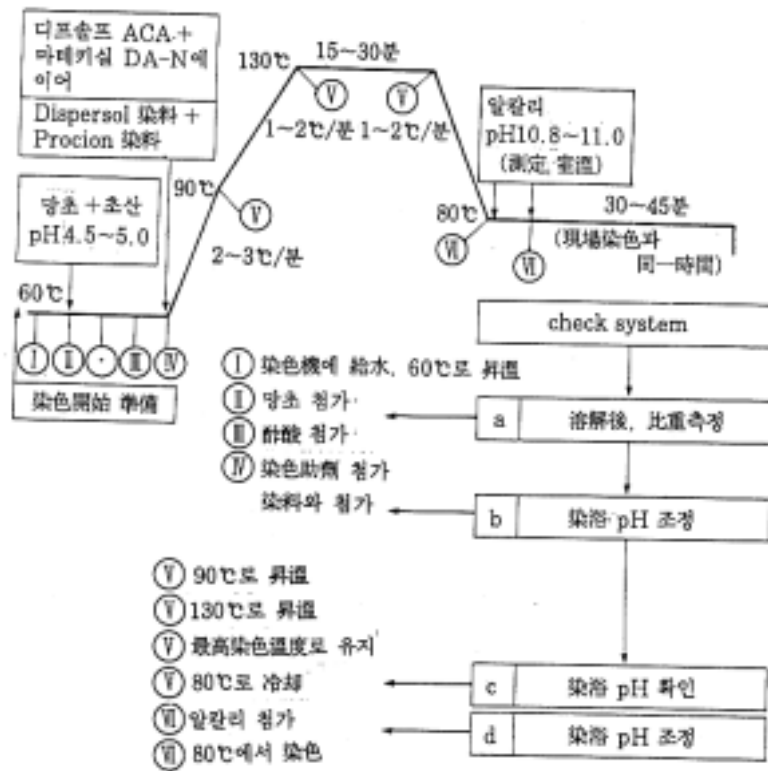
Dispersol XF염료는 고온 알칼리세정에 의해 가수분해하여 분해제거되는 특성을 지닌 염료이다. 환경문제로서 오염원이 되는 하이드로술파이트에 의한 환원세정 대신 알칼리세정으로 표면염착 및 오염염료를 제거할 수 있기 때문에 복잡한 공정이 생략과 코스트절감, 나아가 BOD와 COD를 감소하여 공

해부하를 경감시킴으로써 환경오염대책에도 도움이 되는 염료이다.

1.2.5 New select 염색법

특히 polyester/cellulose섬유의 혼방 및 교직품의 염색에서는 높은 세탁견뢰성과 셀룰로스 오염을 최대한으로 억제한 Dispersol XF 염료로 생산성 향상과 함께 염색견뢰도가 높은 고품질의 염색이 가능하다. 즉, New select 1욕 2단 단시간 합리화 염색법이다.

반응성염료와 동욕에서 염욕을 조제하는데, 반응성염료의 흡진용 중성 망초의 첨가로도 고온화에서 분산염료의 분산파괴가 보이지 않고, 또한 MCT 2 관능기형 반응성염료 Procion H-EXL 염료도 가수분해로 반응성을 손상시키지 않아 염색재현성이 우수한 염색법이다.(그림 2.5참조)



<그림 2.5> Polyester/cellulose 혼방품의 New select법