

인디고 염색에서 칼러일드의 향상

1. 서 언

전통적인 데님직물은 염색되지 않은 위사와 인디고염료로 염색한 경사로 이루어진다. 인디고염료는 밝은 청색과 색상 자체에는 심하게 영향을 주지 않으면서 수세와 마찰에 의해 쉽게 색이 바래는 성질때문에 많이 사용된다. 인디고염료는 원래 물에 불용성이고 면에 친화성이 없는 배트염료이며, 사용 시에는 염색 전에 염료를 가성소다와 아(亞) 2티온산나트륨(sodium dithionite) 또는 다른 환원제를 사용하여 알칼리 수용성 류코(leuco)화합물 형태로 환원시켜야 한다. 환원은 일반적으로 깨끗한 황금빛 노란색의 용액이 될 때까지 고온에서 처리한다.

인디고염색은 류코인디고가 직물에 대한 친화성이 매우 낮기 때문에 종래의 흡진염색으로는 심색염색을 할 수 없다. 그 대신 경사를 환원염액에 침지하고 곧이어 공기 중에서 산화시켜 인디고염료가 침지와 산화의 횟수에 따라 피염물 위에 점차적으로 쌓이게 하는 방법으로 심색염색을 할 수 있다.

염액침지에 앞서 피염물의 흡수성을 향상시키기 위해 피염물을 계면활성제를 포함하는 온수 또는 냉수욕에 통과시켜 미리 적시거나 꿰일 필요가 있다. 공업적으로는 데님의 경사를 확폭염색(슬래셔염색), 또는 불워프염색(로프상염색)방법으로 염색한다.

인디고염색의 심색정도는 첫째로 침지횟수에 영향을 받고, 최종 컬러일드(염착률, color yield)는 침지와 산화시간 뿐 아니라 염료농도, 환원제, 습윤제, 온도와 같은 다수의 공정 파라미터에 의해 영향을 받는다. 이러한 인자들은 인디고 염료의 피염물 위의 축적량 뿐만 아니라 침투정도까지 영향을 미친다. 일반적으로 표면염색 또는 링염색(ring dyeing)은 겉보기 일드와 수세에

의한 색바램성이 우수하다.

컬러일드와 수세에 의한 색바램에 영향을 주는 가장 중요한 인자중의 하나가 염욕의 pH로, 최대 컬러일드는 약 pH 10.5 ~ 11.5에서 얻어질 수 있다고 보고된 바 있다. 이것은 이 pH범위에서 존재하는 인디고의 모노페놀레이트 형태의 높은 친화성과 낮은 용해도 때문에 더욱 집중적으로 표면 염색을 할 수 있기 때문이다. 염욕에 습윤제를 첨가하는 것은 침투정도에 영향을 주어서 겉보기 컬러일드가 낮아지게 된다.

인디고염료의 심색정도는 공정 파라미터들을 최적화하여 표면염색을 향상 시킴으로써 증가될 수도 있고 피염물의 류코 인디고염료와의 친화성을 향상 시키기 위해 피염물을 양이온성 활성물질로 전처리 함으로써 증가될 수도 있다.

2. 실험

○ 피 염 물 : 표백한 백포 16' 78×50 2/1 면트월.

○ 표준염색 : 침지는 실험에 따라 원하는 횟수만큼 시행하였으며 각 침지는 피염물을 환원염액에 1분간 침지한 후 곧이어 3분간 공기 산화하는 방법으로 이루어졌다. 비교를 위해 5회 침지를 표준공정으로 정하였다. 침지 후에 피염물을 완전히 헹구고 Lissapol NX 1.5g/l 소핑욕에서 10분간 끓여 소핑한다.

<염액조성>

인디고염료 2g/l

아 2티온산나트륨(sodium dithionite) 6g/l

가성소다 5g/l

Sandozin NI 0.2g/l

인디고 염료의 환원은 80°C에서 10분 동안 이루어졌다.

○ 컬러일드 : 염색의 컬러일드는 660nm에서 측정된 반사율값을 이용한 K/S값(Kubelka Munk식)으로 표현되었다.

$$K/S = (1-R)/2R$$

K = 광흡수

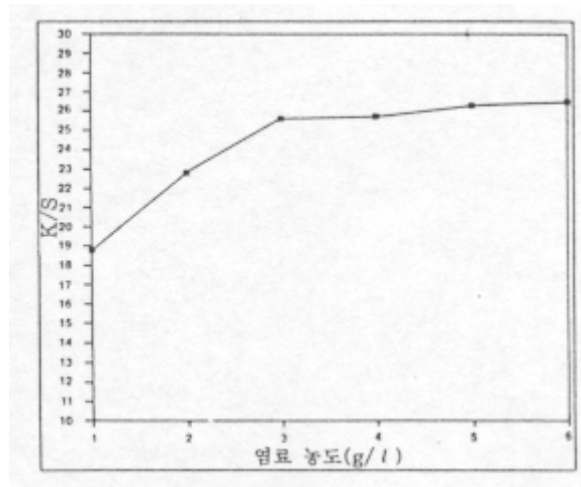
S = 광산란

R = 660nm에서의 반사율

○ 컬러일드를 향상시키기 위한 전처리 : 사용된 전처리제는 수용성의 양이온성 폴리아미드-에피클로로히드린수지, 아제티디늄(azaetidinium) 화합물인 Hercosett 57(Hercules)이었다. 전처리는 피염물을 12% Hercosett 57 수용액 200g/l와 Sandozin NI 10g/l의 용액에서 5분간 끓이고 픽업이 80%가 되도록 실험실용 망글로 짰 후 100°C에서 5분간 건조하였다.

3. 결과 및 고찰

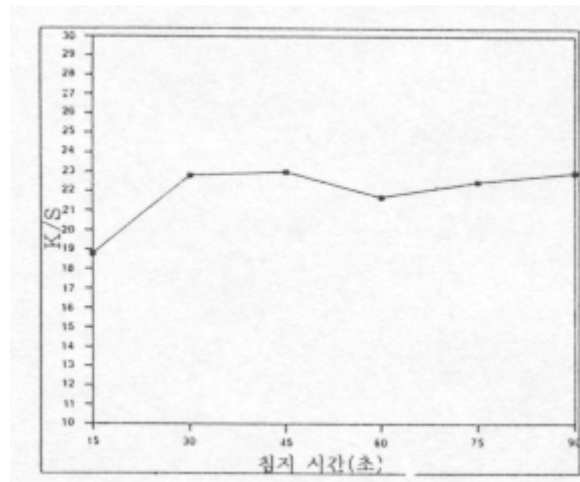
○ 인디고염료의 농도 : 앞서 언급한 대로 섬유에 대한 인디고염료의 친화성은 매우 낮고, 섬유에 축적되는 성질도 매우 낮다. 따라서 인디고염료의 심색정도는 단지 염료농도를 증가시키는 것만으로는 높일 수가 없다. <그림 1>은 심색 정도에 대한 인디고염료 농도의 영향을 나타낸 것이다. 심색정도 또는 K/S값이 염료농도가 증가함에 따라 증가하고 있지만 염료농도가 3g/l를 넘으면 일정하게 유지된다.



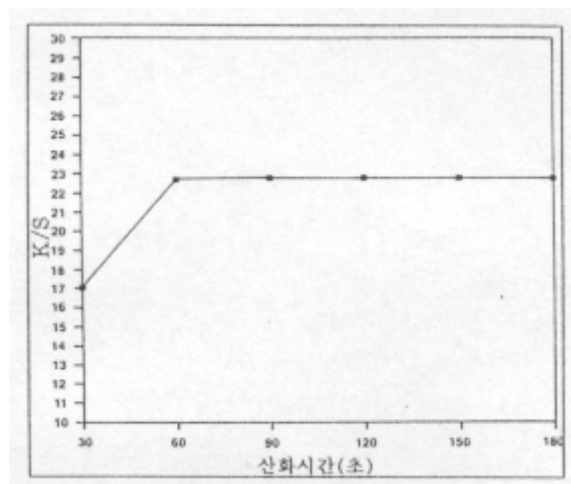
<그림 1> 염료농도의 영향

○ 침지시간 : <그림 2>는 인디고염색의 심색정도에 대한 침지시간의 영향을 나타낸 것이다. 침지시간은 30초면 충분한 것으로 나타났다. 장시간 침지할 경우 피염물 위의 산화된 인디고염료가 환원제에 의해 재환원될 수 있고 피염물 위의 인디고염료가 떨어져 나와 다시 염욕으로 돌아갈 수 있기 때문에 색의 진하기는 더이상 증가하지 않는다. 염욕에 침투제를 섞어 침지시간을 줄일 수 있지만 이것은 침투를 증가시키고 겉보기 일드를 감소시켜 수세에 의한 색바램이 어렵게 될 것이다.

○ 산화시간 : 염료의 섬유에의 축적을 점차적으로 증가시키기 위해 침지 후에 산화를 완전히 실시하는 것이 중요하다. <그림 3>은 인디고 염색의 심색 정도에 대한 산화시간의 영향을 보이고 있다. 얻어지는 컬러일드는 산화시간이 60초이거나 그 이상이 될 때 상당히 안정된다. 실제로 산화시간은 피염물 위의 환원제의 양, 온도, 산화시 공기속도와 같은 인자들에 의해 좌우된다.



<그림 2> 침지 시간의 영향



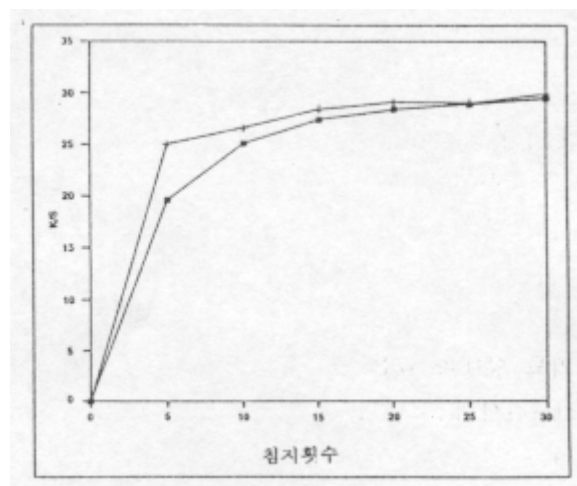
<그림 3> 산화시간의 영향

○ 침지횟수 : 인디고염색의 심색 정도는 연속되는 침지와 산화에 의한 염료의 점차적인 섬유에의 축적에 의존하기 때문에 침지횟수가 최종 심색정도를 결정하는 첫째 인자이다. 그러나 이것은 사용 가능한 기계의 종류에 의해 제한을 받는다. 일반적으로 최적 컬러일드는 10회의 침지로 얻을 수 있으며 이는 더이상 횟수를 늘리더라도 심색정도의 증가량이 극히 적기 때문이다.

아직까지 몇 몇 인디고염색기는 단지 6회 정도까지 침지가 가능하다.

침지에 앞서 피염물을 양이온성 활성물질로 전처리 함으로써 침지횟수를 상당히 줄일 수 있다.

<그림 4>는 침지횟수에 따른 심색 정도를 나타낸다. 12% Hercosett 57 수용액 200g/l액으로 전처리한 피염물은 전처리하지 않은 피염물에 비해 심색 정도의 값이 훨씬 높게 나타나는데 특히 이 현상은 10회 침지시 또는 그 이하에서 뚜렷하다. 이번 실험에서 전처리한 피염물을 5회 침지한 경우의 심색 정도와 전처리하지 않은 피염물을 10회 침지한 경우에 얻어지는 심색정도가 같은 것으로 나타났다. 이 사실은 특히 침지횟수가 작은 염색기가 장치된 공장에 도움이 된다.



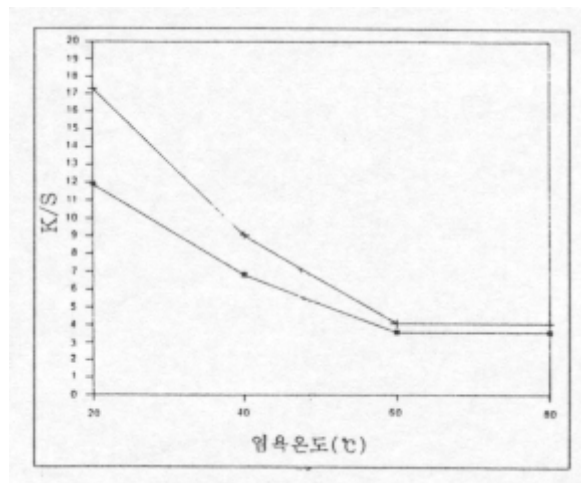
■ 미처리 직물 + 전처리 직물

<그림 4> 침지 횟수

○ 온도의 영향 : 침지는 환원제로 아 2티온산나트륨(sodium dithionite) 외의 다른 물질을 사용하기 때문에 높은 온도를 유지할 필요가 있는 경우를 제외하고는 낮은 온도에서 이루어져야 한다. 낮은 온도에서는 류코 인디고염료의 친화성이 더 좋고 피염물 위의 산화된 인디고가 침지욕으로 재환원될

가능성이 낮다. 피염물을 미리 충분히 적시거나 침지욕에 침투제를 첨가하는 방법으로 침지시 피염물이 잘 젖도록 해야 한다.

<그림 5>는 인디고염색의 심색 정도에 대한 온도의 영향을 나타낸 것이다. 심색 정도는 전술한 이유에 의해 온도가 높으면 감소하는데, 60°C 이상의 온도에서는 온도의 영향이 거의 나타나지 않는다. Hercosett 57로 전처리한 피염물을 사용할 때 전처리하지 않은 피염물에 비해 심색정도가 훨씬 더 증가하고 특히 침지가 실온에서 이루어질 때 뚜렷하다.



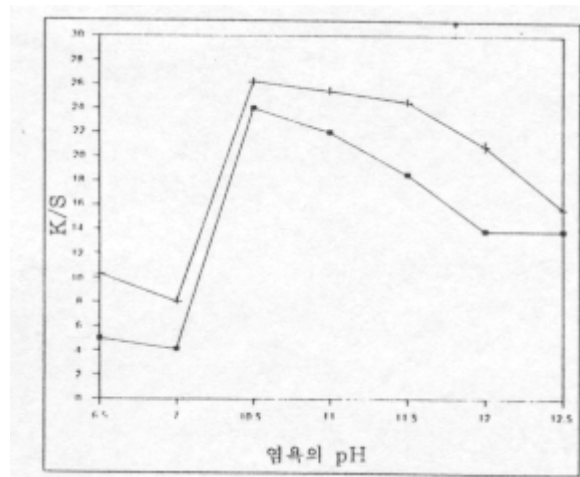
■ 미처리 직물 + 전처리 직물

<그림 5> 온도의 영향

○ pH의 영향 : 인디고염색의 pH측면에서의 연구에 의해, 최대 컬러일드를 얻는 최적 pH는 10.5 ~ 11.5이어야 한다는 사실이 밝혀졌다. 이 pH범위에서는 인디고의 모노페놀레이트 형태의 높은 친화성과 낮은 용해성에 의해 면사의 표면염색이 향상된다고 제안되었다.

<그림 6>은 인디고염색의 색의 진하기에 대한 pH의 영향을 나타낸다. 11.5 이상의 pH에서 심색정도는 현저히 감소한다. 그러나 Hercosett 57로 전처리한

피염물의 경우 염색치가 덜 감소되는데, 이것은 아마 전처리한 피염물이 전처리하지 않은 피염물보다 류코 인디고염료에 대해 더 높은 친화성을 갖기 때문일 것이다.



■ 미처리 직물 + 전처리 직물

<그림 6> pH의 영향

4. 결 언

인디고염색의 컬러일드는 염료농도, 침지시간, 산화시간, 침지횟수, 온도, pH와 같은 수많은 공정파라미터에 의해 영향을 받으며 가장 좋은 컬러일드는 최적조건하에서 염색했을 때에만 얻어질 수 있다. 그러나 온도, pH 및 산화환원전위(redox potential) 외에 대부분의 파라미터들은 정확하게 조절할 수 있다.

적당한 양이온성 활성물질로 피염물을 전처리하는 방법으로 컬러일드를 증가시키고 필요한 침지의 횟수를 줄일 수도 있으며, 전처리한 물질은 침지욕의 pH에 대해 영향을 덜 받는다. 한편, 전처리한 물질의 마찰견뢰도 또한 향상된다.