

Denim 경사의 염색 및 호부단일 공정화에 대하여

I. 서 론

Denim은 사염면포 직물로서 표준품은 $\frac{2}{1}$ 의 경능조직으로 경사는 염색 단사, 위사는 생면사를 사용하여 <표 1>과 같이 제직한 것으로 통상 우능으로 되어 있으며, 가장 뚜렷한 특징은 경사내부 깊숙히 염료가 침투된 것이 아니고 Core부분엔 원사상태로 남아 있어 표면이 마모되었을 때 Core부분이 노출되어 Faded한 외관을 나타내는 것이며 이러한 Denim경사 염색에는 Indigo dyeing을 사용하여 왔으며 새로운 염색법으로 Padazoic Dyeing이 있다.

이 두 가지 염색법을 비교해 보면 <표 2>와 같다.

<표 1>

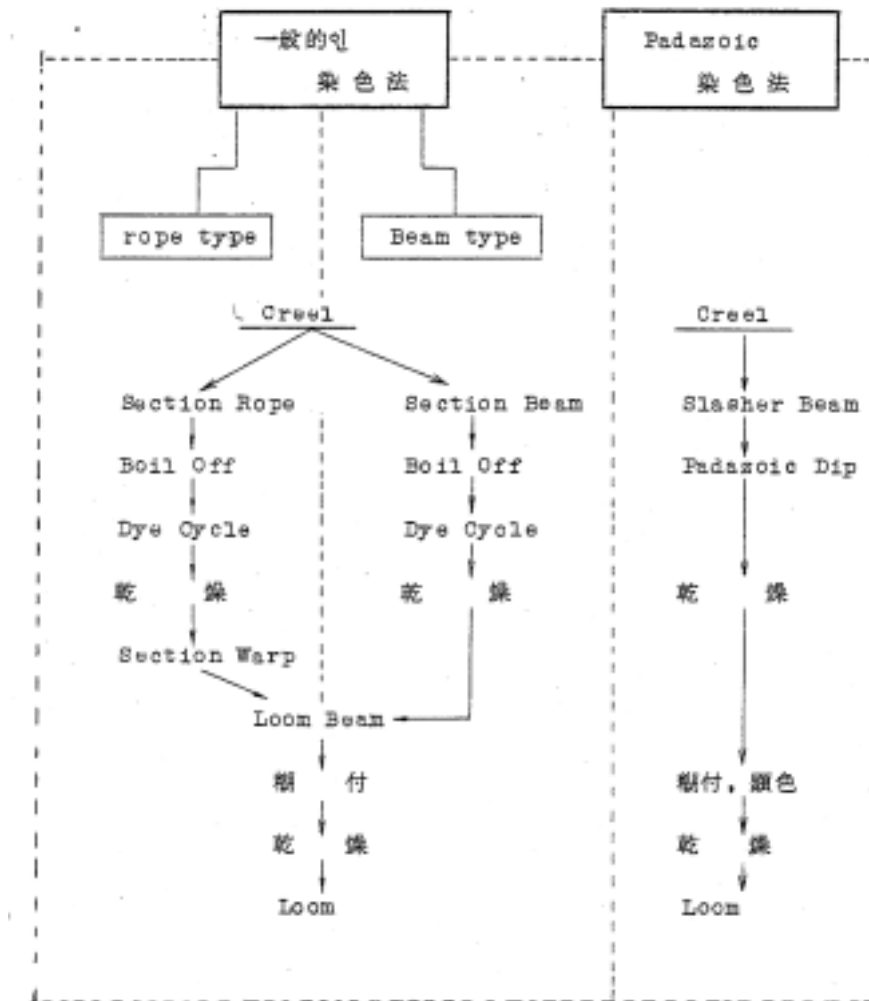
組 織	密度 (本/1in)		使用番手 ('S)		중 량 (OZ/YD)
	經 糸	緯 糸	經 糸	緯 糸	
3 綾 織 或은 4 綾 織	60~30	72~44	7~16	8~23	10~4.57

본고에서는 Padazoic Dyeing method를 간단히 설명하고 본 염색에서 문제점이 되는 요소 몇가지를 검토해 보고자 한다.

이 Padazoic 염료는 미 Atlantic Chemical Corps에서 Denim 생산을 위해 새로 개발한 Azoic계 염료로서 응용시에 특별한 염색설비를 갖추지 않고 기존 호부기 전면에 또 다른 오부기 혹은 Padder를 설치하여 경사호부공정중에 호부와 동시에 염색하여 필요한 색상을 내며 <표 2>에서 보는 바와 같이 공정이

간편하여 염색기술자가 아니더라도 일반제직공장에서 염색을 행할 수 있다는 이점이 있다. 그럼 Padazoic Dye의 응용법을 간단히 설명하겠다.

<표 2> 일반적인 Indigo dyeing과 Padazoic process의 비교표



II. Padazoic process

Padazoic Process는 경사를 호부염색하는 방법으로 다음 3가지 기본 배열방법이 있다.

A. Creel – Slasher – Slasher – Loom Beam.

B. Creel – Padder – Drycans – Slasher – Loom Beam.

C. Two – Pass System

First pass : Creel – Slasher – Beam.

Second pass : Beam – Slasher – Loom Beam.

본 시험에서는 Padazoic process A를 택했으며 염색법은 다음과 같다.

1) 염액준비

Part A – 400cc : 수

- 250g : Caustic Soda

- 500cc : Alcohol

에 염료 250g 충분히 용해될 때 까지 천천히 가하면서 잘저어 준다.

Part B – 3000cc : 수

- 500cc : 2% Arabic gum Solution

- 100cc : 50% T. R. O.

- 250g : Sodium Nitrate

Part A와 Part B를 합하여 물을 추가하여 총 5l를 만든다.

2) 호액준비

- 100g : Corn starch

- 5g : Wax(Solvil wax SX 135A)

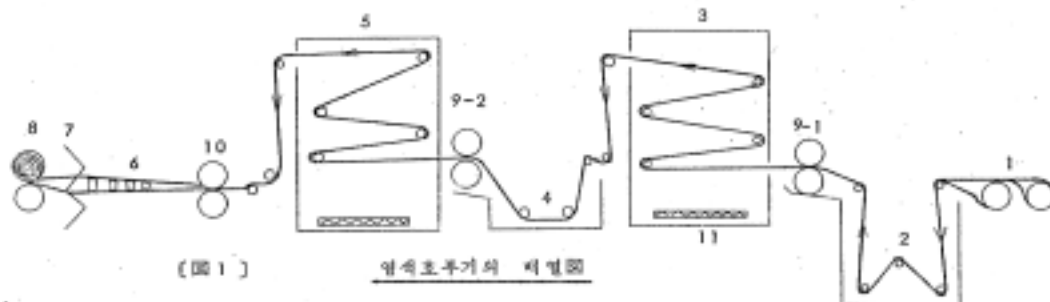
- 865cc : 물

를 저으면서 충분히 Boil-up시켜 5cc의 20%의 Caustic Soda액을 가한다. 이 호액을 Size Box에 주입하기 전에 30cc의 98~99% Acetic Acid를 가하여 잘 섞이도록 한 후에 사용하며(시간적으로 약 5분전) PH를 조정할 필요가 있을 때는 Sodium Acetate를 가하여 조정한다. 이 때 Size Box내의 호액의 온도는 $96 \pm 2^{\circ}\text{C}$ 범위 내에 유지하도록 한다. 만약 온도가 낮으면 현색성이 떨어져 색상이 소기 수준 이하로 저하하고 온도가 높으면 Boiling하므로 호액이 가수

분해를 하여 호의 점도가 급격히 저하하여 제직성 뿐만 아니라 Denim 경사의 stiffness가 저하하는 원인이 된다.

3) 염 색

경사 Beam에서 소극적으로 풀려나온 Sheet상의 경사를 1 st Bath(염액준비 참조)에서 하지시켜(하지 온도 : 실온) Squeezing Roller를 통과하여 짠 후 염료를 고착시키기 위해 건조한다. (건조온도 : 100°C) 건조된 경사를 산으로 산성화한 Starch Sizing Box(호액준비 참조, 온도 : $96\pm 2^{\circ}\text{C}$)에서 현색시키면 Indigo Type의 Blue색을 띤다. 이 때 현색되는 속도는 1/30초이며 이것이 이 염료의 최대특징으로 생각된다. 이 경사를 건조기 내를 통과시켜(건조온도 : 100°C) 건조한 후 분리(dividing)시켜 Loom Beam에 감는다.<그림 1 참조>



<그림 1>

각 부 명 칭

- | | |
|---------------------------|---------------------|
| 1. Slasher Beam | 7. Comb |
| 2. 1 st bath(Dyeing bath) | 8. Warp Beam |
| 3. Dryer(hot air Flue) | 9. Squeezing Roller |
| 4. 2 nd bath(Size Box) | 10. Guide Roller |
| 5. Dryer(hot air Flue) | 11. Heater |
| 6. Leasing Bar | |

Ⅲ. 실험

시료의 사는 생면사 10's를 사용하였으며, Padazoic process에 의한 염색성이

변할 수 있는 요건은<그림 1 참조> 9-1 Roller의 Pick up, 호액의 PH, 9-2 Roller에 의한 호부율, 건조기의 건조정도 등이 주요인이 될 것이다. 동일한 처리 조건하에서 이러한 요소를 변화시켰을 때 염료흡착율과 침투면적을 측정하여 최적조건을 구하였으며 염료흡착율과 침투면적은 다음과 같이 측정하였다.

1) 염료흡착율의 측정

섬유상의 염료흡착율은 반사율에 의하여 측정하였기 때문에 난반사에 의한 오차를 줄이기 위하여 동일 조건하에서 염색한 면직물의 염료농도를 평가하기 위하여 16-Filter Abridged Spectro Photometer(Color-Eye Model D-1, Instrument Development Laboratories, U.S.A)로 MgO 표준백판을 사용하여 극대 흡수파장($\lambda_{\max}$) 부근에서 반사율을 측정하여 Kubelka Munk의 함수로부터 반사율의 함수로서 농도에 비례하는 값 $F(R)$ 를 구하였다.

$$K/S = \frac{(1-R)^2}{2R} \dots\dots\dots (1)$$

즉 K: 흡수된 광

S: 분산된 광

R: 불투명층으로 부터의 단색광의 반사율

$$F(R) = \frac{(1-R)^2}{2R} - \frac{(1-R')^2}{2R'}$$

즉 R: 염색된 직물의 반사율

R': 백색직물의 반사율

2) 사내의 염료 침투면적

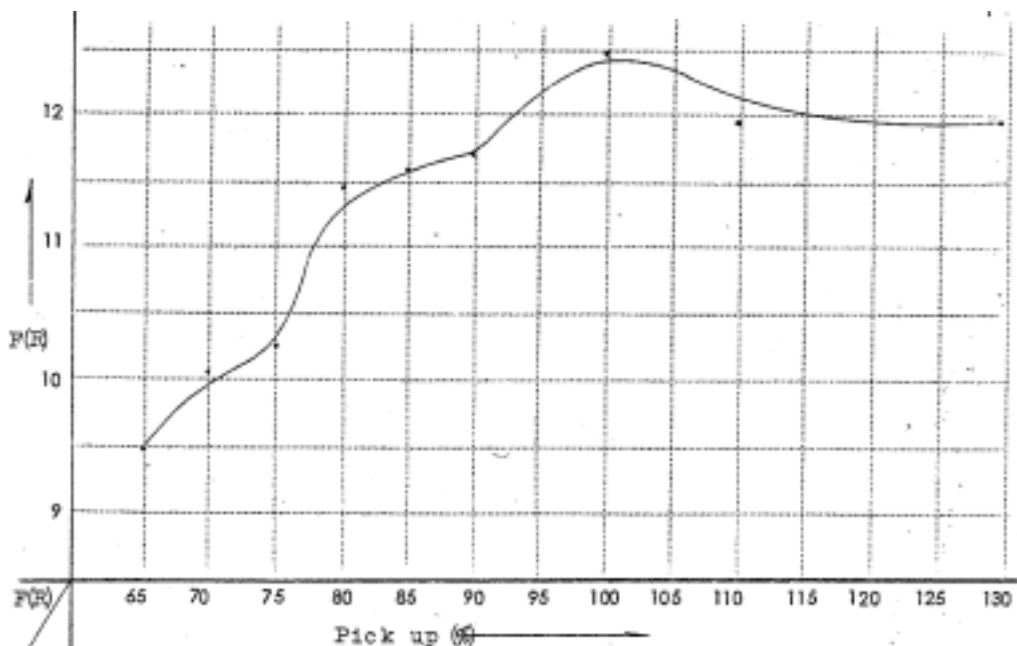
사의 횡단면을 작성하여 측정하였으며 사의 횡단면 작성시 사의 형태를 원형으로 유지하기 위하여 38°C에서 Gelatin을 침투시켜 Formaldehyde 5%와 Alcohol 95%의 혼합 용액에 3시간 침투하여 Gelatin을 고화하여 만든 시료를

Schwarz Fiber Microtome에 의하여 단면을 만들고 Projectina에 의해 확대 복사하여 Planimeter로 면적을 측정하여 사의 전단면적에 대한 염료침투면적의 백분율을 구하였다.

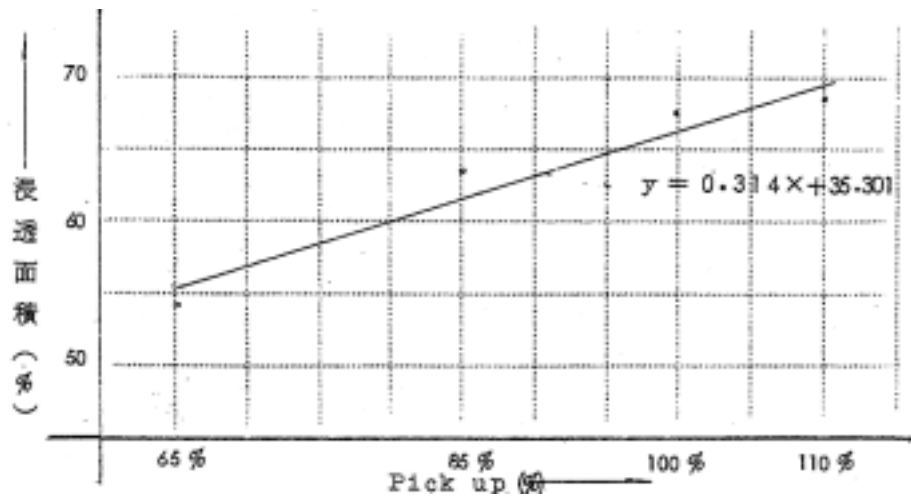
IV. 결과 및 검토

i) Pick up 변동이 염료흡착율과 침투면적에 미치는 영향

1 st Squeezing Roller<그림 1 참조>의 Pick up을 65%에서 130%까지 9단계로 변화시켜 측정한 결과는 <그림 2>와 <그림 3>에 보이며 Pick up이 80% 이하로 내려가면 염료 흡착율이 급격히 떨어지고 또한 100%를 넘어가면 다시 하락하는 경향을 보인다. 이는 Pick up이 100%를 넘으면 건조시 염료의 Migration이 발생하였으며 이로 인해 불균염이 되어 결과적으로 섬유내의 염료농도가 하락하는 경향을 보이며 <그림 3>을 보면 대체로 Pick up의 증가에 따라 침투면적은 증가함을 보인다.



<그림 2> pick up 변동에 따른 섬유내 염료농도



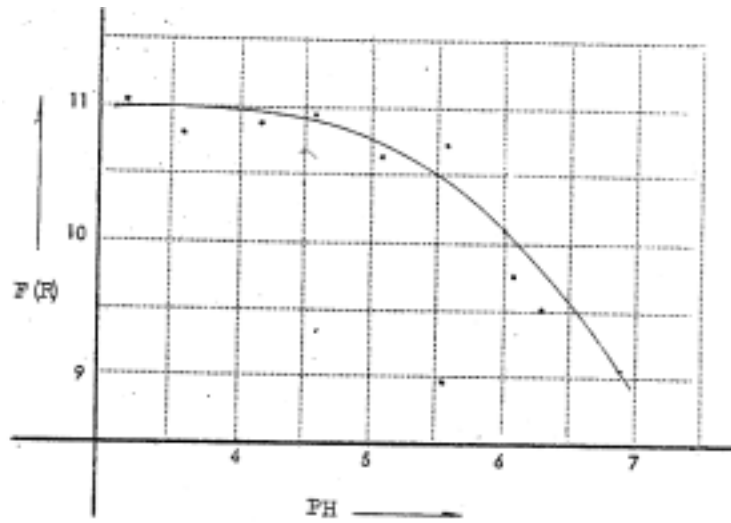
<그림 3> Pick up 변동에 따른 염료 침투면적

ii) 호액의 PH 변동이 염료흡착율과 침투면적에 미치는 영향

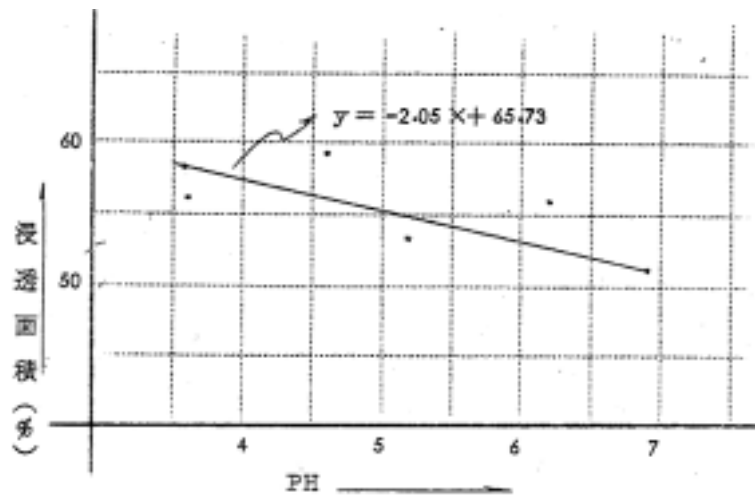
2 nd Bath내 <그림 1 참조>의 호액의 PH를 3.2에서 6.9까지 8단계로 변화시켜 측정한 결과는 <그림 4, 그림 5>에 보이며, 이를 보아 PH가 5.5~3.2사이 는 염료흡착율에 큰 변동이 없이 거의 균일하지만 PH가 5.5이하로 되면 급격히 떨어진다.

이는 $[H^+]$ 의 부족으로 현색시 완전 현색되지 않고 남은 염료입자가 탈락한 것으로 사료된다. 그러나 PH가 3이하로 내려가면 호 및 Cellulose가 가수분해 한다. 여기서 호의 가수분해는 특히 주의하여야 한다. 만약 가수분해가 일어나면 Denim 경사의 Stiffness가 떨어져서 제직 후 Denim의 특징이 없어지므로 PH를 조정할 때 산을 이론량보다 적게 가하여 호의 산화를 최대한으로 방지 하도록 하여야만 한다. 염료의 침투면적은 <그림 5>에서 보이는 바와 같이 PH치의 증가에 따라 점차 감소하는 경향을 보인다.

이 <그림 4, 5>를 통하여 호의 산화를 방지하고 염착량이 좋은 범위를 찾을 수 있을 것이다.



<그림 4> 호액의 PH와 섬유의 염료흡착율의 관계



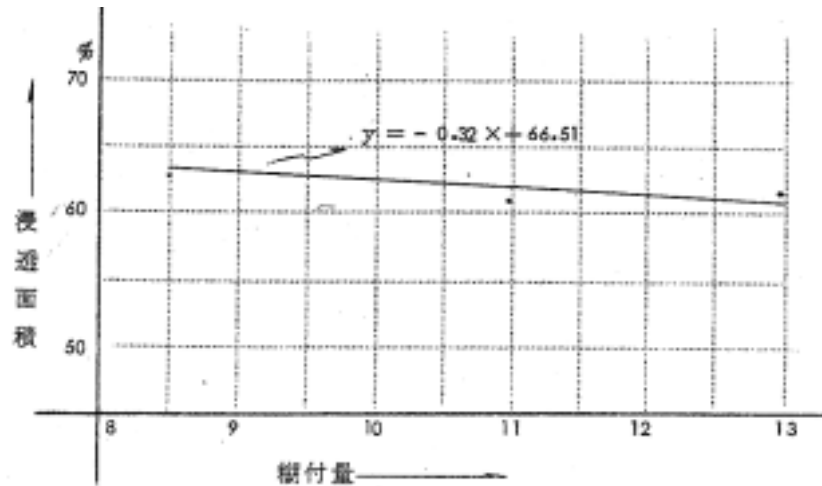
<그림 5> 호액의 PH와 섬유내의 염료침투면적관계

iii) 호료의 사용비율이 침투면적에 미치는 영향

9-2 Squeezing Roller<그림 1 참조>의 Pick up을 조정하여 호부량을 변동함으로써 현색시에 호부량에 의하여 사내의 염료 침투면적이 어떻게 변하는가를 고찰하기 위하여 호의 부착량을 8.5%, 11%, 13%의 3단계로 나누어 측정한 결과는 <그림 6>에 보인다. 이를 보면 호부량의 증가에 따라 약간 감소하는 경

향이 있으나 미소하여 거의 영향을 미치지 않는 것으로 판단된다.

그러므로 호부량은 제직성에 맞도록 호부를 하여도 색상과 염료의 침투에는 별 영향을 미치지 않는다는 것을 알 수 있다.

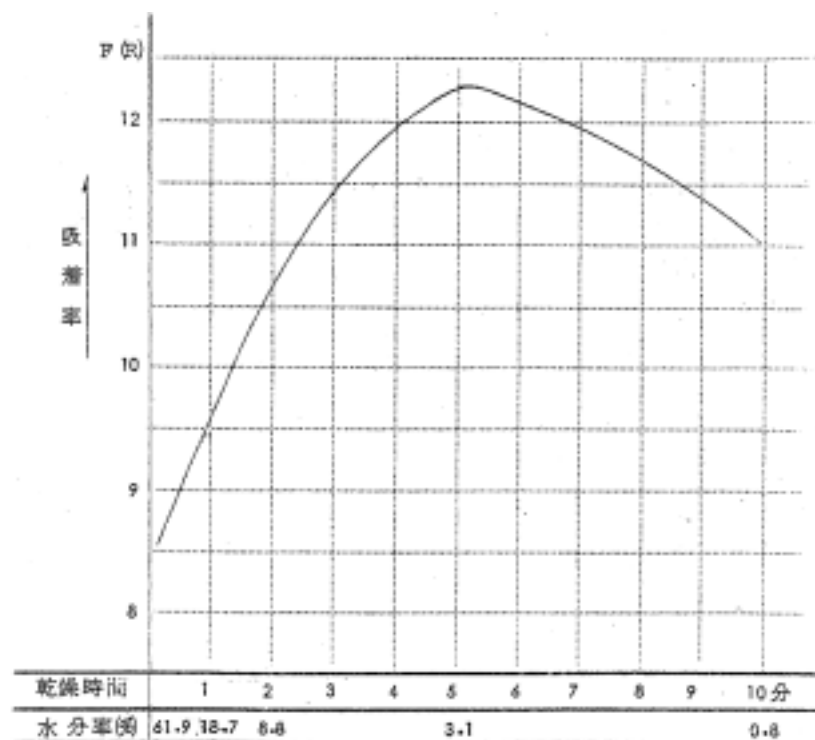


<그림 6> 호부량과 침투면적 관계

iv) 건조시 사의 수분율에 따른 염료흡착율의 영향

현장에서 일반적으로 사의 변수, 경사분수에 따라서 건조시는 온도조건을 변경하지만, 본 시험에서는 모형염색호부기의 여건으로 수분율을 조정하는데 있어서 건조온도를 10초에서 10분까지 5단계로 변화시켜 건조한 후 현색시켜 수분율 변화에 따른 염료 흡착율을 측정된 결과는 <그림 7>에 보이며, 이를 보면 건조온도를 고정했을 때 건조시간이 길어짐에 따라 염료의 고착이 양호하여 저서 섬유의 염료흡착율이 증가하여 수분율이 3.1%일 때가 제일 좋았으며 과건조하면 염료의 흡착율이 오히려 감소하는 경향이 있었으므로 수분율이 3% 범위가 최적으로 사료된다. 그러나 일반적인 제직준비공정의 호부후 건조 또는 선염의 경우도 염색공정의 건조시에는 수분에 의한 사의 강신도변화, 팽윤 등은 문제점이 될 것이다. 섬유 즉, 사의 건조에 의한 강신

도 변화의 형태는 각종 섬유에 따라 다르지만, 면섬유는 너무 건조하면 다음과 같은 이유로 면섬유의 특성 및 제직성이 나빠진다. Cellulose는 110°C 이상으로 장시간 열을 가하면 분해하는 경향이 있으며 온도가 150°C부근이면 더욱 뚜렷하다. 뿐만 아니라 심하게 건조하면 Cellulose의 흡습성이 상당히 감소하여 섬유가 취화하여져서 다음 공정에서 지장을 초래한다. 따라서 공장생산을 하는 경우 Cylinder Dryer이든 열풍건조기이든 간에 건조시간을 고정하고 건조온도에 의해서 수분율을 조정할 경우는 섬유가 손상을 받지 않는 온도범위에서 건조하도록 주의함이 좋다.



<그림 7> 수분율과 염료흡착율의 관계

V. 시제품 시직과 품질분석

1) 시제품 제작

위에서 기술한 염색호부공정의 종합검토 결과 최적의 범위로 사료되는

- 1 st Bath(Dyeing Bath의 온도) : 상온
- 9-1 Squeezing Roller의 Pick up : 90%
- Dryer [3,4]온도 : 100°C
- 호부율 : 10%
- 염액 및 호액 : 본고의 Padazoic Process 중 염액 및 호액준비 참조

으로 염색한사를 경사로 하고 위사를 grey 상태로 하여 <표 3>과 같이 수직
기에서 제작하였다.

<표 3>

폭 (in)	密度 (in)	組織	番手('s)	비 고
8	經 緯 65 × 40	$\frac{3}{1}$ twill	經 緯 10 10	

2) 시제품 품질분석

상기 시제품의 품질을 분석하여 이를 평가하기 위하여 외국산 Denim을 동
일 조건하에서 시험분석하였다. 여기에 사용한 외국산 Denim은 미국 M.
Hoffman E. Co. Inc.의 Denim이며 시험항목 및 시험방법은 아래와 같고 결과는
<표 4>에 보인다.

- 시험항목 및 시험방법

- (1) 일광 견뢰도 : KS K 0700
- (2) 세탁 견뢰도 : KS K 0640
- (3) 땀 견뢰도 : KS K 0715
- (4) 마찰 견뢰도 : KS K 0650

<표 4> 시제품 및 외국산 Denim의 품질분석

試驗法 試料名	일 광 견뢰도(급)	세 탁 견뢰도(급)	땀 견뢰도(급)	마 찰 견뢰도(급)	染料浸透面積 斷面積
試製品	5	번 4-5 오 4-5	Ac A1 번 4-5 4-5 오 4-5 4-5	견 4 습 2-3	60.60%
外國産 Denim	4	번 4-5 오 4-5	Ac A1 번 4-5 4-5 오 5 5	견 4 습 2-3	65.34%

3) 시제품 품질분석 결과에 대한 평가

(1) 시제품의 일광견뢰도가 외국산 Denim보다 양호하다. 이는 Padazoic염료가 일광에 대해서 견뢰도가 좋은 것으로 사료된다.

(2) 세탁, 땀, 마찰견뢰도는 외국산과 비교하여 동등하다.

(3) 염료의 침투도는 시제품이 외국산보다 약 5% 정도 떨어지나 전체침투도로 볼 때 유의한 차이가 없는 것으로 사료되며 염색견뢰도 역시 거의 동일한 측정결과를 보이므로 Denim의 특성인 표면이 마모되었을 때 Faded한 색상을 띄게 되는 것은 거의 동일한 변화를 보일 것으로 사료된다.

VI. 결 론

Padazoic system은 <표 2>에서 보는 바와 같이 공정이 간단하며 다음과 같은 이점이 있다.

1. 염색공정설비에 대한 투자를 요하지 않는다.
2. 공정단축으로 노무비, 동력비, 공업용수비용을 줄인다.
3. 공정단축으로 시간이 단축되므로 생산량이 높다.
4. 염색에서 특별한 기술을 요하지 않으므로 일반 제직공장에서 경사호부

시에 병행하여 염색을 쉽게 행할 수 있다.

본 Padazoic process에 의해서 염색을 행하였을 때는 다음과 같은 조건이 최적으로 사료된다.

1. 1 st Squeezing Roller의 Pick up은 80~90%가 적당하며 100%를 넘으면 염료의 Migration으로 불균염이 되기 쉽고 Pick up의 증가에도 불구하고 염료의 점도가 낮아져서 호부후 경사의 Stiffness가 저하한다.

2. 호액의 PH는 4~5정도가 적당하며 5이상이면 염료흡착율이 나쁘고 PH가 너무 낮으면(PH3 이하) Cellulose의 ether상 결합이 수소이온 때문에 가수분해가 일어나 사의 인장강도가 약해지고 특히 호가 가수분해하여 호액의 점도가 낮아져서 호부 후 경사의 Stiffness가 저하한다.

3. 호부율은 색상과 염료침투에는 큰 영향이 없으므로 제직성에 맞도록 호부함이 좋다.

4. 건조시 후의 수분율이 감소할수록 염착율이 증가하여 수분율이 3%일 때가 가장 좋았으며 3% 미만일 때는 오히려 감소하는 경향을 보였다.