Journal of the Korea Society of Dyers and Finishers
Vol.8, No.6, pp.73~80(1996. 12)

〈研究論文(技術)〉

확포 수세모델과 최근 국내 개발 수세기 특징

박기수 · 김수흥 · 한선주* · 서말용*

(주)정진 에스 · 이 · 지
*한국섬유개발연구원

(1996년 12월 27일 접수)

Rinsing model of Open-width and Characteristics of Rinsing machine developed recently in Domestic

Ki Su Park, Su Hyung Kim, Sun Ju Han* and Mal Yong Seo*

Jung Jin S · E · G Co., Ltd.
**Korea Textile Development Institute*

(Received December 27, 1996)

1. 서 론

수세공정을 검토하려고 하면 수세목적이 불명확하기 때문에 항상 어려움이 따른다. 이 공정은 생략하고 싶은 공정이지만 그렇다고 완전히 생략할 수 있을 정도로 무의미한 공정은 아니다. 더우기 작업자들은 수세목적이 달성되었는지를 확인실험도 하지 않고 단지 일상적인 방법으로 수세작업에 임하는 실정이고, 염색가공불량의 70%가 정련수세공정의 문제로 발생한다는 보고도 있다[1].

수세공정에 있어서 중요한 것은 수세에 의해 제거할 필요가 있는 영역내 성분, 즉 오염물질을 끊임없이 새로운 용수와 치환을 할 수 있도록 하는 것이며, 자연적인 확산치환에는 장시간이 소요되기 때문에 기계적인 탈액, 원심탈수, 흡입, 분사, 진동, 충격, 에어젯트 등에 의한 기술을 접목시키고 있는 실정이다[2].

Parish에 의하면 수세효과에 가장 크게 영향을 미치는 요인은 오염자체의 성질에 있다고 했다[3]. 물을 매개체로 하는 염색가공 공정내에도 수세는 필수적인 공정이며, 염색용수의 약 80%는 수세에 사용하고 있다해도 과언이 아니다. 이러한 관점으로 비춰볼 때, 염색공장에서 수세공정의 합리화는 매우 중요한 문제이다[4].

따라서, 수세에 대한 관심이 매우 높아지면서 습윤공정에서 용수사용량을 절감시키는 수세기술과 저장력 주행에 의한 고효율 수세기술이 염색공업 전반에서 절실히 느껴지고 있는 것을 감안할 때, 최근 국내에서 개발된 수세기가 높은 수세효율성과 저장력 주행, 에너지절감을 위해 어떠한 구조적 특징을 가지고 있는지 살펴보고자 한다.

2. 수세효율에 영향을 주는 인자[5]

연속수세기의 기본 수세메카니즘은 직물내 섬유공극에서 오염수와 세정수가 영역교환되는 작용이

며, 섬유에서 분리되어 나온 오염물이 세정수속으로 확산되어 동적평형이 이루어지는 과정이 수세공정이 종결될 때까지 반복되는 것이다.

2.1 체류시간

체류시간은 피수세물이 침지된 후에 수세조에 머무는 총시간이다. 체류시간의 중요성 가운데 하나는 섬유속의 오염물질이 유체경막으로 이동·확산하기 위한 시간이며, 이는 오염된 섬유나 오염물질에 세정수가 도달하기 위한 시간일 뿐만 아니라 오염물질을 팽윤·용해시키기 위한 시간이기도 하다.

2.2 교반

직물과 세정수에 기계적 운동에너지를 부가하는 것으로서 세정수가 직물에 침투·확산하거나 통과하는 힘, 용해와 유화에 대한 보조 등과 같은 많은 기능을 하고 있으며, 교반요소로는 압착, 버터로울러, 진동자, 흡입장치, 초음파 등이 있다.

2.3 패더맹글

패더맹글은 피수세물이 다음 수세조로 들어가기 전에 직물내 오염수를 대부분 제거하여 오염수와 맑은 용수 사이에 영역교환이 원활하게 일어나도록 하는 역할을 한다. 명백하지는 않으나 거시적으로는 기계적인 교반작용과 유사한 기능을 하며, 이것은 점성이 큰 gum이나 호제를 효과적으로 제거할 수 있는데 특히 효과적이다.

2.4 흡입

흡입시스템 사용의 명백한 이점은 수세조의 분리와 오염수와 영역교환을 가능하게 할 뿐만 아니라 강한 흡인력으로 점성이 높은 고농도 오염물질이나 불용성 오염물질의 제거를 위해 사용되며, 용수사용을 급격히 감소시키고 수세능력을 증가시킨다.

2.5 온도

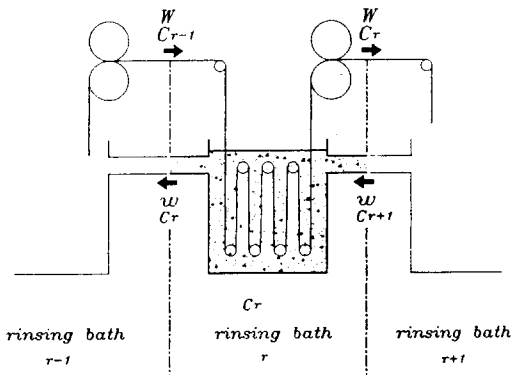
온도는 명백히 연속수세에 있어서 중요한 역할을 담당하며, 온수의 양에 따라서 공정상의 에너지 비용이 크게 좌우되고, 온도를 높이는 것은 침지, 용해, 유화 및 확산에 상승효과를 부여하지만, 연속공정에 있어 가장 주의해야 할 일은 수세수의 온도를 항상 일정하게 유지시켜야 하는 것이다. 특히 높은 온도에서 소량의 용수로 여러번 수세하는 것이 원가절감면에서 유리하다.

2.6 카운터 플로우(counter flow)

카운터 플로우란 직물이 주행하는 방향과 반대방향으로 세정수가 흐르는 것을 것을 말한다. 수세공정에 있어서 세정수는 마지막 수세조로부터 바로 앞단계 수세조로 계속적으로 역류이동하는 것을 말하며, 각각의 수세조내에서 직물이 빠져나가는 출구쪽에 세정수가 도입되어 보다 적게 오염된 세정수가 직물에 연속적으로 공급된다. 특히 카운터 플로우는 에너지 절감뿐만 아니라 현대의 수세조에 있어 필수적인 부분이다.

3. 수세모델[6]

연속수세의 기초적인 연구는 염색공업에 있어서 공학상 문제로서 대단히 중요하다. 일반적으로 수세조 사이를 패더맹글로 연결하고, 직물과 용수는 counter flow 시스템에 의해 서로 역방향으로 이동된다.(Fig. 1)



W : The water capacity which is carried from the neighboring rinsing bath in a certain time by a fabric

Cr : The impurity concentration of the r-th rinsing bath

w : The water capacity which is flowing out from a rinsing bath in a certain time

cr : The impurity concentration which is flowing out from the r-th rinsing bath

Fig. 1 Model of rinsing apparatus

연속수세공정에 있어서는 초기에는 맑은 용수로 가득차 있더라도 동적인 평행상태를 갖기 위해서는 연속적인 용수의 공급이 필요하다. 이와 같은 수세조에 있어서는 불순물이 직물에 유입하는 속도와 수세에 의해 직물로부터 불순물이 유출하는 속도가 평행하게 된다. 수세조에서 나간 불순물이 직물에 선택흡수가 되지 않는다고 가정하면, 직물상의 처음 불순물 농도 C_0는 제 1조에서는 C_1으로 감소하고, 제 2조에서는 C_2로 감소한다.

따라서 각각의 수세조에 있어서 수세효율은 C_1, C_0, C_2/C_1, C_n/C_{n-1}으로 주어지며, 전체의 수세효율은 C_n/C_0으로 나타난다. 이러한 비율은 세정수의 유량비 외에 수세조의 기계작용도 관계된다.

다음은 parish의 연속수세에 대한 설명으로서 섬유에 의한 선택흡수가 없다고 가정하면 r번째의 수세조에서는 다음 식의 평행관계가 성립한다.

$$W \cdot C_{r-1} + w \cdot c_{r-1} = W \cdot C_r + w \cdot c_r$$

수세조에서 평행이 되고 선택흡수를 일으키지 않는다고 가정하였기 때문에, $C_r = c_r$ 또는 유량비 F는 w/W으로서 다음 식이 성립한다.

$$(1+F)C_r = C_{r-1} + F \cdot c_r$$

단일수세조 $r=1$의 경우는, 유입해오는 불순물 농도를 $C_{r+1}=0$로 두면 다음 식이 얻어진다.

$$\frac{C_1}{C_0} = \frac{1}{(1+F)}$$

2개의 수세조가 counter flow로 연결되어 있을 경우에는 다음 식이 된다.

$$\frac{C_2}{C_0} = \frac{1}{(1-F+F^2)}$$

수세조가 n개 연결되어 있을 경우의 counter flow식 수세효율로서 다음 식과 같은 일반식을 얻을 수 있다.

$$\frac{C_n}{C_0} = \frac{1}{(1-F+F^2+\cdots+F^n)}$$

또한 각조에 개별급수하는 경우의 수세효율은 다음과 같다.

$$\frac{C_n}{C_0} = \frac{1}{(1+\frac{F}{n})^n}$$

유량비가 크게 되면 오염물질의 탈락률이 증대하여 counter flow 시스템이 수세효율에 유효하다는 것을 알 수 있다. 직물이 불순물을 선택흡수할 경우, 평행상태에 있어서도 수세욕으로부터 다량의 불순물을 함유하는 것과 같은 거동을 나타내기 때문에 유량비만으로 수세효율을 나타내는 것은 불가능하다. 선택흡수를 농도와 독립한 비례인자 A에 의해 다음식으로 나타낼 수 있다고 가정하면,

$$C_r = A \cdot c_r, \quad A > 1$$

선택흡수가 있을 경우의 단일수세조에 의한 수세효율 C_1/C_0은 다음 식으로 나타낼 수 있다.

$$\frac{C_1}{C_0} = \frac{A}{(1+F)}$$

직물에 선택흡수성이 없다라도, 실제에는 장시간 침지후에 처음의 평행에 도달한다. 이와 같은 불완전효율 수세계를 고찰하면, 수세변수로서 다음의 정수 K_r를 정의할 수 있다.

$$\frac{C_r - c_r}{C_{r-1} - c_r} = K_r = \text{정수}$$

K_r은 직물의 종류, 불순물의 성질, 수세조속의 직물속도 등의 인자에도 관계하며, 수세기의 성능만에 의한 것은 아니다. 따라서 K_r은 수세기 전체의 특성을 나타내며, 이들 모든 인자가 일정할 경우에 한해서 정수가 된다.

앞에서 서술한 바와 같이 완전효율 수세계의 경우와 같이 취급함으로서 불완전효율계의 수세에 있어서도 단일 수세조에 의한 수세효율은, r=1을 대입하면 다음 식을 얻을 수 있다.

$$\frac{C_1}{C_0} = \frac{1-K_1+F \cdot K_1}{1-K_1+F}$$

2개의 수세조가 counter flow시스템으로 연결되어 있을 경우는 다음 식으로 주어진다.

$$\frac{C_1}{C_0}=\frac{(1-K_1+F\cdot K_1)(1-K_2+F\cdot K_2)}{(1-K_1)(1-K_2)+F(1-K_1K_2)+F^2}$$

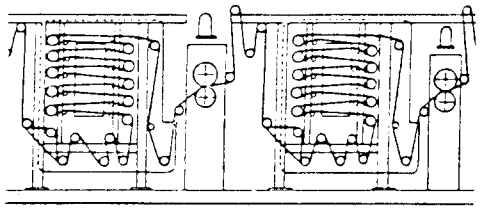
또한 직물이 선택흡수를 일으킬 경우의 비례인자를 A로 하여 $C_r=A\cdot c_r$으로 나타내면 다음 식이 얻어진다.

$$\frac{C_1}{C_0}=\frac{A(1-K_1)+F\cdot K_1}{A(1-K_1)+F}$$

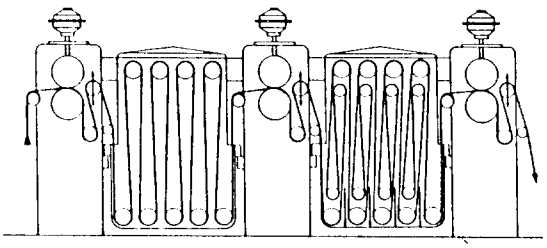
그러나 실제 수세계는 상당히 복잡하고, 모델적인 실험만으로는 충분히 파악할 수 없기 때문에 그 후에도 더욱 이론과 실제면에서 재검토가 필요하다.

4. 국내 수세기 구조

국내에도 섬유기계 메이커가 많이 있지만 대부분 중소기업형으로서 수세기만을 전문적으로 설계·제작하는 업체는 없는 것으로 알려져 있다. 연속감량기와 텐타를 주종으로 하는 업체가 있는가 하면, 고압염색기와 각종 염색가공전처리기를 주종으로 하는 업체 등이 있어, 각 기종에 대하여 개별화·차별화가 되어 있지 않고 생산 item들이 다변화되어 있는 실정이다. 수세공정은 일반적으로 어떠한 공정라인의 구성요소이기 그 공정이 이루어졌을 때는 반드시 잔류케미칼을 직물로부터 효율적으로 제거하여 후공정상에 발생하는 문제점이 없도록 하여야 한다. 수세효율에 영향을 주는 여러 가지 소프트웨어적인 요인도 중요하지만, 메이커별로 실질적인 차별화는 하드에 속하는 기계적(물리적) 요인에서 이루어지고 있다.



(a) Horizental type[7]



(b) Vertical type[8]

Fig. 2 Schematic view of rinsing bath

80년도 초반까지 국내에는 대부분 수평주행식 수세기(Fig. 2(a))가 대부분이였으나, 직물이 주행중 가이드 로울러와 가이드 로울러 사이에서 처지는 특성을 갖고 있기 때문에, 그 후 수직주행식 수세기(Fig. 2(b))가 인기를 끌었으며, 체류용수량은 일반적으로 하부 로울러가 침지되는 위치까지 600~750ℓ로서, counter flow를 위하여 10~20ℓ/min의 용수가 공급되도록 설계되어 있다. Fig. 2(b)의 좌측은 싱글타입으로서 기계청소는 용이하나 직물체류량이 약 9m 정도로서 체류시간이 짧아 수세효율이 낮은 반면, 우측은 더블타입으로서 기계청소가 어려우며 직물체류량이 약 20m정도로서 수세조 설치공간의 증가없이 체류시간을 약 60% 향상시켜 수세효율은 다소 높은 편이다.

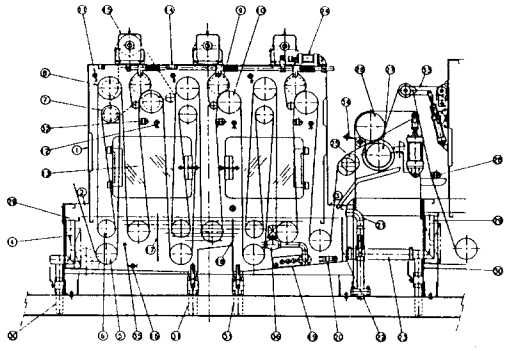
그러나 80년대 후반부터 극세사로 이루어진 신합섬직물의 출현과 환경문제가 대두되면서 에너지 절감을 꾀할 수 있고, 장력을 줄이는 방향으로 염색가공기계가 개발되었다. 수세기로는 일본의 Jet steam soaper와 드럼형 수세기인 독일의 TRIKOFLEX 2000가 그 예이다.[9] 국내 염색가공기계 메이커도 이와 유사한 기종을 국산화에 성공하므로서 염색가공업체들로부터 좋은 반응을 얻고 있는 실정이다.

4.1 초음파 수세기

수세공정은 막대한 양의 용수와 전기, 열에너지가 소모되는 특징을 갖고 있기 때문에, 이를 극복하기 위한 새로운 방식의 수세기술개발이 필요불가결하게 됨에 따라 초음파 수세기가 개발되었다. 초음파의 수세메카니즘은 캐비테이션으로 발생된 기포가 파괴될 때 일어나는 충격파에 의하여 섬유에 부착된

이물질들을 효과적으로 섬유로부터 분리시키는 것이다.

(주)삼일산업에서 개발된 초음파수세기(Fig. 3)[10]는 현장공정에 투입되어 가동중이며, 10.6%의 호부율을 갖는 폴리에스테르 직물을 수세할 경우 일반수세시 잔류호부율은 2.1%(수세효율 80.2%)였으나, 초음파수세시는 1.5%(수세효율 85.4%)로서 수세효과가 5.3% 증가, 기존 수세기에 비해 64%의 에너지절감효과가 있다고 보고하고 있으며, 수세기의 구조적 특징은 다음과 같다.



1. Rinsing bath	2. Inlet	3. Outlet
4. Ultrasonic	5,6. Lower G/R	7,8. Upper G/R
9. Pressure r/o	10. Trembling r/o	11. Shower r/o
12. Steam tube	13. Door	14. Cap
15. Torque motor	16. Air jet nozzle	17. 1st compartment
18. 2nd compartment	19. Mult tube exchanger	20. Noiseless heater
21. Water supply	22. Counter flow	23. connector
24. Air cylinder	25. Expander r/o	26. Mangle r/o(upper)
27. Mangle r/o(lower)	28. Bend bar	29. Overflow
30. Overflow drain	31. Drain v/v	32. Bend bar
33. Dancer	34. Shower spray nozzle	35. Temperature senser
36. Solenoide v/v		

Fig. 3 Schematic view of Ultrasonc rinsing m/c

샤워 스프레이에서 급수된 용수는 수동조작할 수 있는 저소음 증기히터에 의하여 빠른 승온이 가능하며, 용수의 온도유지는 온도센서에 의하여 온도를 감지하여 다관식 열교환기와 솔레노이드 밸브작동에 의해 자동적으로 조절된다. 승온된 용수는 온수가 되어 칸막이에 설치된 수로를 통하여 둘째 칸막이로 흘러들어간 후 그 다음 칸막이 수로로 다시 흘러들어가는 counter flow 시스템으로 되어 있다.

수세조의 내부에는 칸막이를 설치하여 입구부분, 중간부분과 출구부분으로 구분시켰다. 용수는 칸막이 위쪽에 설치된 수로라인으로 흐르고, 첫째 칸막이는 바닥에 닿지 않게 설치하여 그 아래로 용수가 흐르며, 오버 플로우 칸막이를 통하여 입구부분에 낮게 설치된 둘째 간막이로 카운터 플로우(counter flow)되거나 오버 플로우 배관을 통하여 배수될 수도 있다. 빠른 배수를 위하여 수세기 바닥구조를 구배지도록 하였으며, 입구칸과 출구칸에는 각각의 배수밸브가 설치되어 있다. 입구측에 설치된 초음파 진동자에서 발생하는 캐비테이션으로 용수는 진동을 일으켜 오염물질의 탈락을 용이하게 한다. 하부 안내로울러의 안내를 받은 직물은 에어분사노즐에서 분사되는 에어로 인하여 발생되는 공기방울이 직물에 부딪혀 터질 때 발생하는 충격력과 고주파의 압력진동이 수세에 적용되어 수세효율을 증진시킨다.

상부 안내로울러와 하부 안내로울러를 통과한 직물은 상부 안내로울러에 밀착되면서 샤워노즐에서 분사되는 세정수에 의하여 세척됨에 따라 직물의 표면에 잔류해 있는 불순물과 케미칼이 제거된다.

밴드 바(bend bar)로 직물의 구김을 방지하고 오염된 유체경막을 제거시키며, 증기분사관에서 분사되는 증기로 인하여 세정수의 직접승온이 가능하다. 수세조의 상부 안내로울러의 구동은 세개의 토오크 모터를 사용하여 세 그룹으로 분리되어 있으며, 이 토오크 모터는 상부 안내로울러와 전동 로울러를 동시에 구동시키며, 토오크 모터와 속도에 따른 토오크 제어장치는 직물의 속도가 변하여도 언제나 일정한 토오크가 걸리도록 되어 있다. 따라서 직물의 신장이나 수축에 따른 변화를 이송용 로울러속도로 조절하므로 저장력 주행이 가능하다. 통상적으로 직물이 신장할 때와 직물이 수축할 때는 속도보정이 되지 않으므로 직물이 하부 맹글 로울러에 휘감기거나 많은 장력이 걸려 수축할 수 없는 문제점이 발생한다.

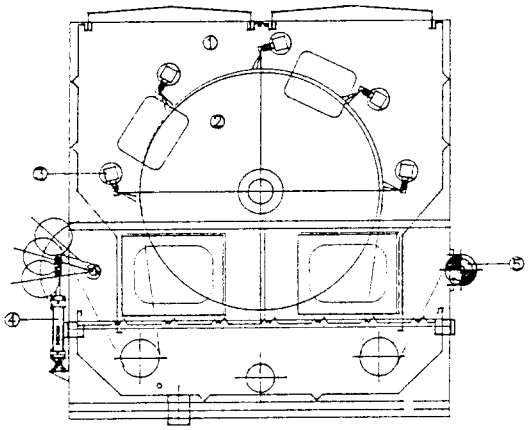
밴드 바를 지난 직물은 에어 실린더의 힘으로 가압된 로울러와 전동 로울러에 의해 압착된다. 이는 수세조 내부의 직물가압장치로 수세공정에 중에 있어 직물을 반복적으로 가압한다. 압차된 로울러 사

이를 통과하는 동안에 직물은 탈수되면서 불순물이나 잔류케미칼 등이 함께 탈락된다.

4.2 드럼형 수세기

일반적으로 염색가공공장에 설치되어 있는 수세기는 대부분 수직주행식 수세조와 수평주행식 수세조로 이루져 있으며, 다소 장력이 걸리는 문제가 있어 장력에 민감한 극세섬유라던지 편성물의 확포수세에는 어려움이 따르는 것으로 알려져 있다. 최근에는 직물의 고유한 질감을 살리기 위하여 섬유기계개발이 저장력을 지향하는 방향으로 연구개발되고 있는 것에 부응하여 수세기를 개발하고 있다.

독일 Ramisch kleinewefers사의 TRIKOFLEX 2000은 대표적인 드럼형 수세기로서, 국내 도입되면서 염색가공업체들의 큰 관심을 불러일으켰으며, 국내 수세기 전문 메이커인 (주)정진에스이지가 드럼형 수세기를 국산화하였다[1]. 드럼형 수세기는 메시드럼, 스프레이 분사노즐, 발포식 안내로울러, 댄서시스템, 그런포스(grendfos) 펌프, 필터, 에어클러치 등으로 이루어져 있으며, 구조는 다음과 같다. (Fig. 4)

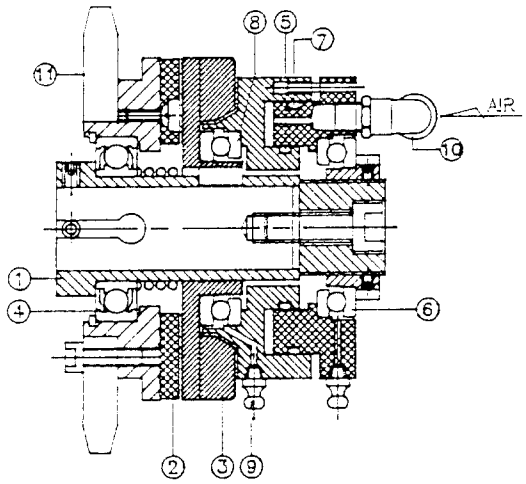


① Bath ② Drum ③ Nozzle
④ Cylinder ⑤ Screw roller

Fig. 4 Schematic view of drum rinsing m/c

메시드럼의 구동은 패더맹글을 구동시키는 모터에 의해 이루어지며, 기어박스(gear box)내에서 원하는 회전비율을 조절할 수 있으며, 에어 클러치 스프로켓(sprocket)에 인설하여 동력이 전달되도록 되어 있다. 이때 회전방향을 정방향, 역방향이 모두 가능하며, 드럼이 회전할 때 피수세물에 걸리는 장력을 조절하기 위하여 댄서 시스템이 장착되어 있다. 드럼형 수세기에는 체인구동에 의한 정속회전비가 전달되며, 장력을 줄이기 위하여 에어 클러치가 부착되어 있다.(Fig. 5)

에어 컴퓨레서에서 소정의 압력을 받은 공기를 에어 클러치에 주입하게 되면, 에어 클러치 내부에 있는 플레이트와 라이너가 서로 밀착되어 로울러와 로울러 사이의 회전력 가감을 조절해주므로서 피수세물에 걸리는 장력을 최소화시켜 준다.

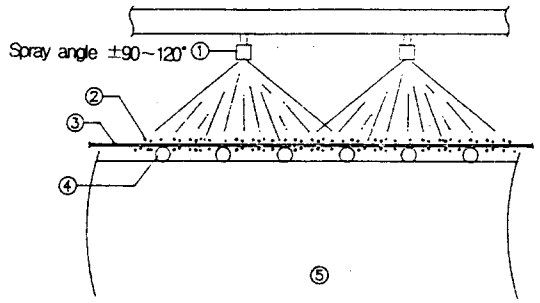


1. Shaft 2. Linner 3. Clutch plate 4.5.6. Bearing 7.8. O-ring 9. Grease coke 10. Fitting 11. Chain sprocket

Fig. 5 Schematic view of composition of air clutch

메시 드럼형 수세기에서 피수세물은 메시드럼에 집촉해서 확포상태로 주행이 이루어진다. 피수세물은 주행중에 노즐에서 분사되는 수압에 의한 충격으로 불순물이 효율적으로 제거되도록 연구개발하였다.(Fig. 6) 드럼형 수세조에 분사노즐은 전부 25개가 부착되어 있으며, 5개의 분사노즐을 고정하고 있는 파이프라인이 5개가 0° 45° 90° 135° 180°를

이루며 노즐분사압은 2~3kgf/㎠로서 지그재그형태로 설치되어 있다. HM-FK형 노즐은 충격력이 작은 편향형태의 부채꼴 스프레이로서 강한 내구성을 지니고 있으며, 저압에서도 효과있게 넓은 각도를 취하는 기능을 갖고 있다.



① Nozzle ② Impurity ③ Fabric ④ Mesh ⑤ Drum

Fig. 6 Schematic view of spray nozzle

한편 드럼형 수세기내에 직물체류량은 약 4yds, 하부 가이드 로울러가 잠길 정도의 용수량은 약 525 ℓ이며, counter flow 시스템을 위한 칸막이는 필요없으며, 단지 over flow로 세정수가 흐른다. 일반수세기와 차별화는 메시드럼과 에어 클러치 뿐만 아니라 드럼수세기안의 용수를 필터링하여 재순환시킬 수 있는 그런포스펌프가 부착되어 있는 것이 특징이다. 연속정련공정라인에 설치하여 DTY faille yoryu 직물에 대하여 연속 리렉스처리해본 결과, 97℃(35m/min.)에서 경사수축률 15.0%, 위사수축률 25.1%를 얻었으며, 97.1%의 호제가 탈락하는 결과를 얻었다.

4.3 다단식 수세기

최근 국내 염색가공업체가 수세불량에서 오는 후공정상의 문제점을 줄이기 위하여 시설개체시 내지는 시설도입시 가장 관심의 대상이 되는 수세기종이 (주)정일엔지니어링에서 개발한 절수형(다단식) 수세기이다[12].(Fig. 7) 최근에 개발된 수세기종으로서 염색가공업계에 급속한 시장점유율를 차지하고 있는 이 수세기는, 연속정련과 알칼리감량후 효율적인 것으로 알려져 있다. 하부구조는 싱글로울러형으로서 수직주행식이며, 상부는 8개의 칸막이로 구성되어 오염수와의 영역교환에 효율을 극대화시키는 콤팩트한 구조〔2,200(W)×6,580(L)×4,525(H)〕로 되어 있다.

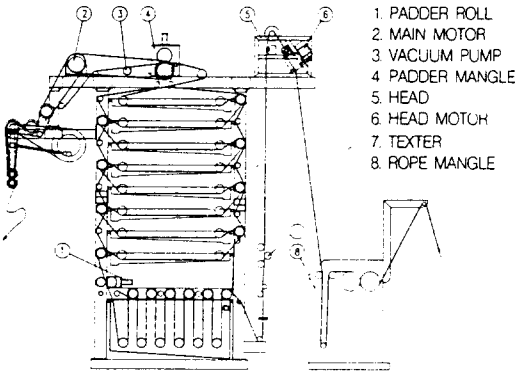


Fig. 7 Schematic view of rinsing m/c of water saving

많은 수의 가이드 로울러와 밸트구동, 댄서시스템이 부착되어 있지 않는 관계로 장력문제와 기계청소시에 어려움이 있는 것으로 알려져 있다. 하부에 용수량은 약 2~2.5ton, 상부 8개 칸막이에 모두 약 2ton의 용수가 체류한다고 했을 때, 총체류용수량은 약 4ton이다. 용수 사용량은 60ton/day 으로서 상부 칸막이 사이에는 counter flow가 가능하며, 다단식 수세조 전체가 거의 동일한 온도상태로 유지되는 특성을 가지고 있다.

통상으로 세정수의 온도가 높으면 오염물의 용해도가 높아지나, 수세조에서 단순히 온도가 높기만 하면 된다는 생각과는 달리, 세정수의 온도가 높으면 다른 한편으로는 세정수에 용해되어 있는 불순물이 다시 활성화되어 재오염되는 현상도 발생하므로 주의해야 한다.

따라서 처음 세정수 접촉시에는 가능한 고온으로 하여 가용화물을 모두 용출시키는 것이 바람직하고, 다음 단계에서는 용출한 불순물은 가능한 저온영역에 머물도록 하여 재부착방지할 수 있는 기술을 접목하는 것도 중요하다.

5. 결 론

수세공정에 있어서 에너지 절감은 쉽게 해결될

그런 문제는 아니라고 생각된다. 종래보다 한단계 높은 수세기술에 진일보되었다고는 하나, 수세기의 구조적 특성차에서 오는 수세효율의 차이는 눈에 두드러지게 나타나지 않기 때문에 면밀한 검토가 요구된다. 국내에서 개발된 수세기의 구조적 특성차를 세심히 파악하여 에너지 절감과 고효율 수세로 후공정에서 발생하는 문제를 예방하는데 도움이 되었으면 한다.

6. 참고문헌

1. 橋本 昭, *加工技術(日本)*, **18**, 664 (1983)
2. 的場由穗, *染色ノウハウの理論化*, 275 (1986)
3. 阿部格한, *加工技術(日本)*, **22**, 209 (1987)
4. 日本纖維機械學會誌 纖維工學刊行委員會, *纖維工學(5)*, 180 (1984)
5. Mack E. Atkinson, *Textile Chemistry and Colorist*, **23**, 25 (1991)
6. 日本纖維機械學會誌 纖維工學刊行委員會, *纖維工學(5)*, 190 (1984)
7. 감을기계(주), catalogue
8. MENZEL, catalogue
9. *染色經濟*, 168 (1989.12)
10. 통상산업부, *초음파수세기 개발*, (1996.9)
11. 통상산업부, *초절수 무장력 수세기 개발*, (1996. 12)
12. (주)정일엔지니어링, catalogue