

## 섬유기계 자동화 기술의 개발동향

장승호<sup>1</sup> · 허 유<sup>1</sup>

### 1. 서 론

직물을 만드는 기술은 매우 오래 되었으며 그 시초는 원시 시대로 거슬러 올라간다. 초기에는 수직의 역사가 계속되다가 18세기 후반의 산업 혁명기에 발명된 후라이 셔틀에 의하여 제직기술의 기계화가 시작되었다. 그후 200년간에 급속히 생산성이 향상되었으며 이 사이의 직포 생산성 향상의 추이를 살펴보면 Figure 1과 같다.

산업혁명 이후의 처음 100년간을 기계화에 의한 제1차 산업혁명기라고 한다. 그리고 그 다음의 100년간을 제2차 산업혁명기라고 하며 이 시기에는 전기에너지(모터 등을 사용)가 이용되었다. 현재는 제3차 산업혁명기라고 할 수 있으며 정보, 일렉트로닉스, 컴퓨터 등이 적극 활용되고 있다. 직포산업에서는 이 시기에 에어제트직기가 출현하였다. 후라이 셔틀직기의 발명에서 에어제트직기의 출현에 이르는 약 200년간에 노동력당 생산성은 약 200배 향상되었다. 이와 같이 급속

히 생산성이 향상되므로써 직포산업은 전형적인 노동집약형 산업으로부터 지식집약형 산업으로 이행되어 가고 있다.

이러한 상황 속에서 우리 나라 섬유산업은 노동력 부족과 제3국가들의 추격이라는 두 가지의 커다란 환경변화 속에서 산지나 직물분야에 따라 그 차이는 있겠으나 대응책을 마련하여 섬유산업의 체질개선을 할 필요가 있다. 노동력부족 문제에 있어서는 작업환경의 개선, 총 노동시간의 단축 및 심야 교대근무의 폐지, 성력화 등을 추진하여야 한다. 한편, 고령화, 미숙련공화 등의 노동의 질의 변화에의 대응도 필요하다. 그리고 이와 같은 환경과 수요의 변화에 대하여 섬유공장은 각공정, 작업마다 여러 가지의 과제를 안고 있다. 직기본체의 기본성능을 향상시켜야 할 뿐만 아니라 (1) 보전공, 직공 등의 작업의 용이성과 간략화, 나아가서는 작업의 자동화, (2) 작업에 대한 지식 데이터베이스화, 엑스퍼트 시스템화, (3) 생산, 가동 및 그 밖의 관리의 컴퓨터화를 추진하여야 한다. 또한, 이들 개별 과제의 해결과 더불어 자동화된 각 공정, 설비 등이 통신네트워크로 결합되어 효율적으로 기능 하도록 공장전체를 시스템화할 필요가 있다.

### 2. 섬유공장 자동화의 배경

직포산업의 합리화 지향은 에어제트직기가 중심이 되어 급속히 진전되고 있다. 그 이유는 에어제트직기가 다음과 같은 특징을 가지고 있기 때문이다.

(1) 생산성이 매우 높으며 직물의 생산원가를

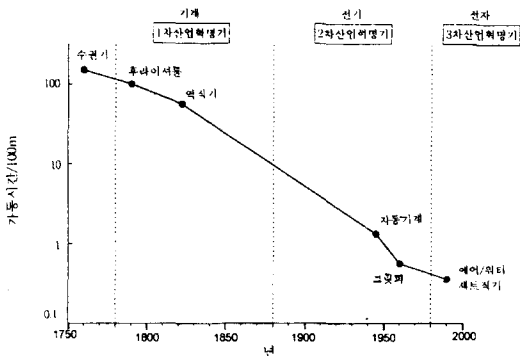


Figure 1. 직기의 생산성 향상 추이.

Trends of Technical Development for the Automation of Textile Machinery / Seung Ho Jang<sup>1</sup> and You Huh<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>경희대학교 공과대학 섬유공학과 교수, (449-701) 경기도 용인시 기흥읍 서천리 1번지, Phone: (0331)201-2594, Fax: (0331)282-9484, e-mail: shjang@nms.kyunghee.ac.kr  
<sup>1</sup>경희대학교 공과대학 섬유공학과

낮출 수 있다.

(2) 제직된 직물의 품질이 셔틀직기에 비하여 우수하다.

(3) 범용성이 넓다.

(4) 조작성이 좋으며 쉽게 작동법을 익힐 수 있다.

(5) 자동화하기 용이하며 노동력을 줄일 수 있다.

이상과 같이 에어제트직기의 생산성 향상이 가능했던 이유는 먼저 에어제트에 의한 위입방식이 고속회전을 가능하게 하였기 때문이다. 다음으로 제어에 마이컴을 사용하므로써 직기의 각 장치의 일렉트로닉스화에 유연히 대응할 수 있었던 점이다. 이것이 직기의 자동화나 직포공장의 FA(factory automation)화의 실현성을 높였으며 직포에 대한 성인화가 더욱 진행될 것으로 예상된다.

또한, 섬유공장의 생산성이 향상되므로써 제직원가당 인건비의 비율이 작아지기는 하였으나 아

직 많은 부분을 인건비가 차지하고 있다. Table 1에 제직원가당 인건비를 표시하였다. 이 인건비를 줄이기 위해서는 직기조작의 자동화에 의한 성력화, 직기 가동률의 향상, 직기 안전가동의 달성이 요구된다. 또한 빔크로스 등의 무인반송, 직기군의 컴퓨터에 의한 집중관리, CIM(computer integrated manufacturing)화, 준비공정, 검사공정을 포함한 섬유공장의 자동화를 실현하여야 한다.

### 3. 직기본체의 자동화

직기본체의 자동화는 크게 (1) 설정의 자동화, (2) 조정의 자동화, (3) 재기동의 자동화, (4) 보전의 자동화, (5) 교환 및 보급의 자동화로 나눌 수 있다. 각 항목은 또 다시 많은 개별 항목을 갖고 있으며 이들 개별 항목들은 (1) 이미 자동화가 이루어졌거나 자동화를 위한 기술이 확립되어 있는 것과 그렇지 않은 것, (2) 앞서 언급한 수요에 대하여 크게 기대할 수 있는 것과 그렇지 않은 것, (3) 투자효과가 큰 것과 그렇지 않은 것 등으로 분류할 수 있다. 또한 직기본체를 자동화함에 있어서는 다음 사항을 고려할 필요가 있다.

(1) 가능한 한 직기가 정지하지 않을 것 또는 정지한다고 해도 자동적으로 재기동될 것.

(2) 직기에 이상이 발생하였을 때는 자동으로 정지되고 큰 사고로 연결되지 않을 것.

(3) 무인 조업중에 워사 패키지가 공권이 되지 않을 것, 공권이 되어도 만권 패키지가 자동적으로 공급될 것.

Table 1. 제직원가

제직원가	인건비	40%
	전기료	22%
	감가상각비	17%
	금리	11%
	기타	10%

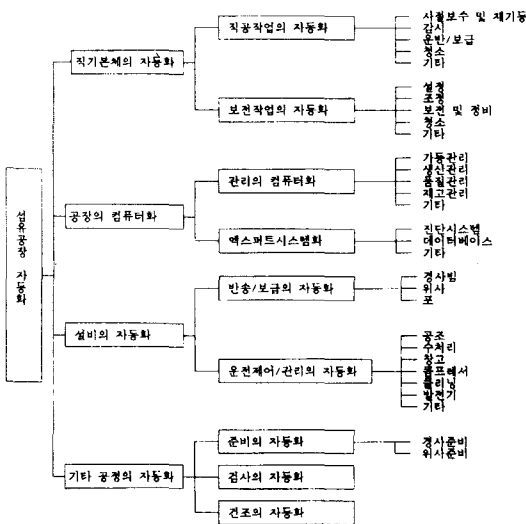


Figure 2. 섬유공장 자동화.

#### 3.1. 설정의 자동화

설정의 자동화란 직물의 품번 변경시, 보전공이 행하는 작업이 대상이며 품번에 의하여 직기의 각 부의 조건들을 호스트 컴퓨터로부터의 송신 또는 메모리카드 등에 의하여 일괄적으로 최적치로 설정하는 것이다. 호스트 컴퓨터로부터의 송신에 의한 경우, 품번과 회전수를 입력하므로써 데이터베이스에 축적된 최적치가 자동으로 설정된다. 에어제트직기의 송출, 권취, 위입 및 그 밖의 전자제어되는 장치의 설정은 이미 자동화가 가능해졌으나, 백롤러나 드롭퍼의 위치, 개

구량 등 전자제어가 되어 있지 않은 부분의 설정은 현재로서는 보전공의 손에 의존할 수밖에 없다. 부품장치의 부착, 위치변경의 자동화는 기술적으로는 그다지 어렵지는 않으나 제직원가 상승이라는 측면에서 아직은 현실화되어 있지는 않다. 그러나 이들에 대하여도 설정위치의 최적치는 데이터베이스로부터 디스플레이를 통하여 제공될 수 있으며, 기계부분에 대하여는 작업의 단순화를 위하여 숙련기술 없이도 설정할 수 있도록 개량되고 있다.

### 3.2. 조정의 자동화

설정이 완료된 후의 기계의 미세조정은 본래 최초의 설정치가 최적이었다면 할 필요가 없는 작업이지만 실제로는 기대마다의 부품의 편차 및 소모 정도 등에 의하여 이 작업이 필요하게 되는 경우가 있다. 예를 들어 워터제트직기의 펌프압력의 설정조정에 있어서는 직기를 장기간 사용하므로써 스프링상수가 약간 변화된 스프링을 사용하는 경우 기준 설정 게이지값으로는 최적압력을 얻을 수 없으므로 미세조정이 필요하다. 이와 같은 문제에 대해서는 우선 기계의 정밀도와 내구성의 향상 및 보전을 철저히 하므로써 대처하여야 한다. 그러나 사(絲) 조건의 변화에 의하여, 특히 위입조건의 미세조정을 요하는 경우에는 매회 위입상태를 검출 확인하여, 최적상태가 아닌 경우에는 자동적으로 설정을 변경하는 자동 조정 기능이 유효하다. 그리고 이 기능은 위입이 완전히 전자제어화 되어 있는 에어제트직기에서는 가능하지만 워터제트직기에서는 아직 실현되어 있지 않으며 금후의 연구과제이다.

### 3.3. 재기동의 자동화

재기동의 자동화는 직공의 주 작업에 관련된 것으로서 이것이 달성되면 야간 등의 무인조업이 가능해지는 중요한 항목이다. 그러나 기술적으로 매우 어려운 문제를 많이 안고 있다. 특히 경사 사질의 감시와 보수는 현 기술로는 어려우며 금후의 과제라 할 수 있다.

### 3.4. 보전의 자동화

보전의 자동화란 정비점검, 급유, 청소 및 고장수리 등의 보전공의 작업이 대상이다. 이중에서 급유의 자동화, 부분적인 풍면제거 및 경보시스템 등은 이미 실용화되어 있다. 그러나 전술한 바와 같은 수요에 응하기 위해서는 상태진단, 예방보전 등의 시스템이나 고장수리를 도와주는 엑스퍼트 시스템 등 많은 연구과제가 남아 있다. 또한 직기의 내구성과 신뢰성, 보전 및 청소의 작업성의 향상도 매우 중요한 연구과제라 할 수 있다.

### 3.5. 교환 및 보급의 자동화

교환 및 보급의 자동화는 (1) 경사빔 교환, (2) 크로스롤러 교환, (3) 위사패키지 교환의 3가지가 중요한 자동화의 대상이다. 이와 같은 교환작업은 안빔, 드로퍼 등 경사를 장착한 상태에서 대형장치를 취급하고 전체 작업 속에서 보전이나 반송작업을 포함하며, 작업이 매우 다양하기 때문에 이 모든 것을 일괄적으로 자동화하는 것은 현재의 기술 수준으로는 매우 어렵다.

특히 오토 도핑시스템에 있어서는 다음과 같은 기능이 요구된다.

(1) 동작이 이루어지는 사이에 직기가 정지하지 않을 것.

(2) 작업완료 후 직기전방에 방출된 만권 크로스롤러는 언제나 반출이 가능한 상태로 되기 때문에 반송차는 시간의 제약을 받지 않고 이를 회수할 수 있을 것.

(3) 자동반송시스템의 경우 반송차는 단순한 구조로 설계되어야 하며 가동률을 극대화할 수 있을 것.

위사패키지 교환의 자동화는 스파사의 고속, 광폭가동 등에 특히 효과가 있으며 필라멘트사에서도 라지패키지의 경우에는 작업을 단순화할 수 있는 장점이 있다.

지금까지 직기본체의 자동화에 관하여 서술하였다. 다음으로 섬유공장의 종합제어 시스템에 대하여 언급하기로 한다.

## 4. 섬유공장 종합제어 시스템

자동화가 진행되므로써 직기본체의 성능이 많

이 향상되었다. 이것을 더욱 효율적으로 활용하기 위해서는 섬유공장 전체의 시스템화가 필요하다. 당연히 이 시스템에는 컴퓨터가 중심 역할을 수행하며 직포공장의 CIM화로 연결된다. 이를 실현하기 위하여 다양한 개발이 이루어지고 있으며 현재 실용화 단계에 들어섰다고 할 수 있는 (1) 자동화된 직기군의 종합제어 시스템 및 (2) 반송 자동화 시스템 및 (3) 직포공장 정보화 시스템에 대하여 언급하고자 한다.

#### 4.1. 자동화된 직기군의 종합 제어 시스템(직포공장의 종합 컴퓨터 관리)

직기의 데이터를 포함하여 직포공장내의 정보를 관리하고, 공장자동화를 추진하는 중추로서 매우 중요한 시스템이다. 직포공장내에서 호스트 컴퓨터는 검사정보를 위한 단말기, 사이징정보를 위한 단말기, 무인 반송을 위한 무인차 제어반 등과 연결된다. 이와 같은 것을 로컬 에리어 시스템이라고 한다. 또한, 호스트 컴퓨터로부터 모델을 이용하여 본사 등의 중앙 컴퓨터 시스템과 연결하는 와이드에리어 시스템이 있다. 이 시스템은 다음과 같은 4가지 기능을 가지고 있으며 이들 기능에 대하여 개요를 설명하기로 한다.

**직기의 모니터링 기능 :** 이것은 이전서부터 각 전문 메이커들에 의하여 제안된 것으로서 공장내 가동률 표시, CRT에 의한 직기배치, 가동상황, 가동률 변화를 확인하여 가동률 및 생산성 레포트, 일보, 주보, 월보 등의 작성, 직기정지의 요인분석, 재고나 제품재고의 집계가 가능하다. 이들 데이터는 준비실, 마무리실의 단말기에도 출력하여 각각의 작업관리를 할 수 있다.

**직기의 집중제어 :** 이것은 호스트 컴퓨터 측에서 각 기대에 정보를 보내어 직기를 제어하는 것이다. 제직직물의 변경, 모니터링의 가동상황, 정지요인 분석으로부터 기대의 제직조건을 변경하기도 하고, 기대의 회전수를 변경하기도 한다. 회전수 변경은 심야의 가동률 향상을 위하여 집단적으로 지정할 수도 있다. 더욱이 마무리실의 검사정보나 준비실의 사이징정보를 기대에 휘드백하여 직기의 회전수를 변경하기도 하고 제직조건을 변경하여 보다 효율적으로 안정된 품질의

제품을 만들 수 있다.

**정보교환/데이터베이스 기능 :** 호스트컴퓨터에 제직정보나 보전에 대한 엑스퍼트 시스템을 구축한다. 보전을 위한 엑스퍼트 시스템은 특히 전자화된 장치가 증가하므로써 문제점을 빨리 발견하여 대책을 세우기 쉽게 함과 동시에 예방 및 보전에도 효과를 발휘할 수 있다. 또한 제직 엑스퍼트 시스템으로서는 보다 효율적으로 제직을 하기 위하여 최적의 판단을 하는 것이다. 이것은 호스트 컴퓨터 또는 기대의 기능 패널에서 정보를 얻을 수 있다.

더욱이 마무리실에 있어서 직물마다의 검사정보를 직기 측에 휘드백하기도 하고 개개의 직기의 제직정보를 검사실에서 체크하여 검사 작업 효율을 향상시킬 수 있다. 또한 생산성의 예측 및 출하관리에도 활용할 수 있다. 그리고 준비실에서는 빔의 사이징정보를 직기 측에 보내기도 하며 직기의 가동정보에서 사이징조건을 변경에 사용할 수 있다.

**무인 반송제어 :** 다음에 서술할 빔, 크로스 등을 반송하는 무인 반송의 제어에도 그 중추적 역할을 한다. 무인반송차에의 행선지 지시, 크로스를 반송하는 스토커 지정이나 반송차의 운행관리도 실행한다.

다음으로 와이드에리어 시스템의 기능은 본사의 컴퓨터에 연결하여 생산관리를 할 수 있다. 그리고 보전용 컴퓨터와 연결하여 직기의 보전정보를 얻을 수 있다.

#### 4.2. 반송 자동화 시스템

직포공장에서는 원료가 되는 안빔, 위사가 되는 치즈 및 제품인 크로스를 반송하여야 한다. 에어제트직기는 회전수를 매우 높였기 때문에 그 빈도가 증가하였으며 라지 패키지화에 의하여 중량도 증가하였다. 이 시스템에 있어서는 다음과 같은 3가지 기능이 필요하다.

**빔교환 시스템 :** 빔교환 작업은 직기가 멈추었을 때에 이루어진다. 직기의 회전수가 빨라짐에 따라 이 정지시간이 전체의 가동률에 크게 영향을 미친다. 이 시간을 단축시키는 것이 당면과제이다.

**크로스롤러 반송시스템** : 제품인 크로스를 직기로부터 스토커에 자동적으로 반송하는 시스템이다. 크로스를 기대로부터 꺼내는 것은 기대와 로봇을 협력시켜 자동적으로 행하는 방법과 사람이 만관이 되었을 때 직물을 절단하여 꺼내는 수동방식이 있다. 자동방식은 커트장의 관리가 어려우며 반송차의 대수를 늘려야 하고 고가이다.

기대로부터 로봇으로 크로스를 꺼낸 후 반송차에 크로스를 적재함과 동시에 무인 반송차는 직기와 통신에 의하여 지정된 크로스 스토커에 크로스를 반송한다. 이것에 의하여 품종별 스토커, 무검사 스토커에 자동적으로 구분하고 선정하여 반송할 수 있다. 이 시스템은 (a) 크로스반송의 무인화에 의한 성력화 및 (b) 크로스 반송중의 오염 및 파손 방지의 2가지 효과가 있다.

**호스트컴퓨터에 의한 반송관리** : 빔 및 크로스용 무인반송차의 운행 및 제어는 호스트 컴퓨터가 수행한다. 빔반송 시스템에서는 직기에서의 빔교환 요청신호에 의하여 반송하고자 하는 빔의 품종을 준비실에 지시하고 반송하기 위한 직기의 번호 데이터를 무인차 제어장치에 보낸다. 이것에 의하여 무인차는 목적하고 있는 직기로 이동한다.

또한 크로스반송 시스템에서는 직기에서의 크로스 만관신호에 의하여 크로스 무인차 제어장치에 직기번호 데이터를 보내고, 무인차는 목적하고 있는 직기로 향한다. 호스트컴퓨터는 품종 및 가동 데이터로부터 무인차가 크로스를 운반하는 스토커 번호를 지정한다. 이에 따라 무인차는 결정된 스토커 크로스를 운반할 수 있다. 그리고 크로스에 크로스 ID를 기재하여 검사실의 단말기에 크로스ID를 지시함으로써 검사하는 크로스의 가동이력을 알 수 있고 검사 작업의 효율을 높일 수 있다.

#### 4.3. 직포공장 정보화 시스템

원사에서 출하에 이르는 모든 공정의 관리를 통합한 일괄 생산관리 시스템을 구축하기 위해서는 직포공장의 정보화가 필수 불가결하다. 직포공장의 정보화에 있어서는 다음과 같은 9가지 기능이 필요하며 이들 기능에 대하여 개요를 설

명하기로 한다.

**수주관리** : 고객으로부터 온라인으로 보내진 수주데이터는 디스켓에 자동적으로 입력된다. 입력된 데이터는 계약번호를 키로 하여 모든 데이터 조회가 가능하고 필요에 따라서는 계약번호 이외의 항목을 수정할 수 있다. 또한 수주일람의 발행, 각 부과별의 수주관리, 수주 온라인 데이터 관리도 한다.

**일정계획** : 수주와 실적으로부터 매일 아침 새로운 계획을 출력한다. 제직공정 계획에 있어서는 납기, 생산용량, 품종마다의 가동 가능한 직기, 회전수, 연사능력 등으로부터 시물레이션을 하여 필요한 직기 대수를 산출한다. 준비공정 계획에서는 제직공정 계획에서 준비공정 계획을 책정한다. 연사공정에서는 제직공정 계획에서 위사의 준비에서부터 경사의 연사공정 계획을 책정한다.

**원사관리** : 원사메이커에서의 출하통지 온라인 데이터를 입력하므로써 원사의 입고처리를 함과 동시에 출고처리도 하기 때문에 원사의 재고관리도 가능하다. 날짜 지정에 의한 입고예정으로서 미입고의 원사나 출고예정이지만 미출고의 원사의 일람조회도 한다.

**연사생산관리** : 연사의 작업지시 상황을 조회한다. 착수일의 7일전에 지도서/주문서를 발행한다. 품변별, 공장 기대별로 상황을 조회할 수도 있다.

**빔생산관리** : 빔의 생산지시 상황을 조회한다. 워핑, 사이징, 비밍의 공정별로 크릴 본수, 색선 빔 본수를 산출하여 지도서/주문서를 발행한다. 빔생산 예정일람 등의 장부도 발행한다.

**제직관리** : 제직전표에 의하여 실물과 정보를 관련시켜 제직실적을 계산한다. 직기와 온라인 접속에 의한 실적수집을 전제로 하고 있으나 매뉴얼 입력으로도 시스템을 가동할 수 있다.

**검사관리** : 검사결과 입력을 한다. 직기와 온라인으로 접속되어 있으면 직기에 직접 데이터를 송신할 수 있다.

**출하 및 매상관리** : 검사가 끝나면 제품재고로 하고 출하지도에 의하여 출하한다. 여기에서는 자동으로 입력된 출하지도 온라인 데이터를 이

용하여 출하처리를 하고 출하 안내서, 청구서를 발행한다.

**진척관리** : 계약번호 단위로 진척상황을 파악하기 때문에 온라인 문의에도 신속히 대처할 수 있다. 또한 미출하의 원사에 대해서는 독촉표를 발행한다.

## 5. 맺음말

섬유산업은 노동집약형 산업으로부터 지식집약형 산업으로 전환되고 있다. 이것은 마이컴의 이용에 의한 정보화, 전자화 및 자동화가 효과를 보고 있음을 의미한다. 또한 섬유기계 자동화를 연구하고 있는 연구자들의 꿈은 완전히 무인화된 섬유공장의 실현이라고 할 수 있으며 공장자동화는 이것을 이룩하기 위한 하나의 수단이라고 할 수 있다. 현 단계에서는 먼저 제한된 시간의 무인조업을 실현하고, 다음으로 이 제한된 시간을 점차 연장시켜감으로써 완전한 무인화의 꿈을 점차 실현할 수 있으리라 생각된다.

금후의 직포공정의 자동화에 대하여 달성하여야 할 과제에 대하여 살펴보면 다음과 같다.

1. 직기본체의 위입 자동화는 많이 진행되었으나 경사가 사절되었을 때에 이를 자동으로 처리하는 기능은 아직 미숙하다. 수천에서 약 1만 본에 이르는 경사 중에서 사절된 경사를 찾아서 신속히 교정하기 위한 자동화에는 여전히 많은 과제가 남아 있다. 센서기술이나 로봇기술을 적극 활용하여 연구/개발이 이루어져야 할 것이다.
2. 검사공정은 속도가 많이 향상되기는 하였으나 아직 효율이 낮으며, 매우 많은 일손을 요하고 있다. 이를 개선하기 위한 연구 개발도 시급하다.
3. 제직제어 시스템을 한 차원 더 향상시킬 필요가 있으며 직포공정의 종합 컴퓨터 관리에 있어서도 시스템을 더욱 충실화할 필요가 있다.

또한 자동화에 있어서 차세대의 섬유기계가 지향하여야 한다고 생각되는 개발 포인트를 열거하면 다음과 같다.

- 1) 섬유공정용 학습로봇, 자기판단 시스템의 개발
- 2) 자동검사 시스템의 개발
- 3) 저가 섬유기계의 개발
- 4) 게임성이 있는 기계(게임감각으로 즐길 수 있는 기계)의 개발
- 5) QR(quick response) 시스템의 구축
- 6) 조작성의 단순화
- 7) 보전용이
- 8) 인텔리전트화
- 9) 환경보전(소음/진동, 풍진, 공해)
- 10) 에너지 소모 최소화
- 11) 공정의 단축
- 12) 고품질화

## 참고문헌

1. I. Matzui, *J. the Textile Machinery Society of Japan*, **50**(7), 349(1997).
2. T. Sainen, *J. the Textile Machinery Society of Japan*, **47**(8), 330(1994).
3. T. Ishidou, *J. the Textile Machinery Society of Japan*, **44**(6), 263(1991).
4. T. Sainen, *J. Japan Society of Mechanical Engineers*, **96**(895), 6(1993).
5. S. Jang and Y. Huh, *J. Korean Fiber Soc.*, **32**(9), 853(1995).
6. S. Jang, Y. Kwon, and Y. Huh, *J. Korean Fiber Soc.*, **32**(10), 934(1995).
7. S. Jang, Y. Huh et al., *J. Korean Fiber Soc.*, **34**(3), 185(1997).
8. S. Jang, *J. Korean Society of Mechanical Engineers*, **10**(2), 164(1996).
9. S. Jang, *J. Korean Society of Precision Engineering*, **13**(2), 123(1996).
10. H. Suzuki, *J. the Textile Machinery Society of Japan*, **44**(6), 248(1991).