기 술 논 문

<특집-디지털기술과 섬유산업>

봉제공정의 디지털 계측기술

박 창 규

1. 서 론

봉제산업은 가장 오랜 역사를 갖고 있는 산업 중의 하나로서 최근에는 봉제산업의 기술도 세분화되어 전기 · 전자 및 기계 기술과의 접목으로 인하여 급속도로 발전해 가고 있다. 봉제품의 고부가가치화, 다품종 소량생산화 등은 선진국형 봉제산업의 세계적인 추세이며, 특히 다양한 신소재의 출현에의 신속한 대응은 그 무엇보다도 중요한 과제이다.

이러한 요구에 부응하여 봉제품의 고부가가치화에 따른 품질관리 기법의 중요성은 점차 증가하고 있다. 따라서 완제품의 외관 평가 기술이나 원부자재의 역학적·물리적인 물성의 계측 및 분석기술, 이들 원부자재 및 완제품의 평가 및 분석기술을 이용한 품질관리기법의 생산공정에의 적용 또한 매우 중요하다고 할 수 있다.

특히 원부자재의 물성에 대한 측정 및 평가 방법은 이미 1970년대 초반부터 구미 각국과 일본 등을 중심으로 활발한 연구개발이 진행되어 이미 많은 시스템이 전세계에 보급되어 활용되고 있으며, 표준화 장비로 채택되어 왔다. 이들 장비와 관련한 세계적인 추세는 이들 원부자재의 물성이 의복 완제품에 어떤 영향을 미치며, 각 생산공정에서 어떻게 활용될 것인가에 집중되고 있다[1, 2].

이에 반해 제품의 외관을 평가하는 기술은 사실상 최종적으로 가장 중요한 부분임에도 불구하고 주로 육안에 의한 판별법이나 원시적인 장비를 사용한 정성적인 평가가 주로 이용되어 왔다. 이들 외관 특성은 결국 완제품의 주름 형상으로 표현될 수 있으며, 심퍼커, 의복의 부위별 구김, 형태불안정에 따른 치수의 변화, 세탁후 잔주름, 드레이프성 등이 그 좋은 예이다. 특히 디지털 기술을 이용한 이러한 봉제품 주름형상의 평가방법 및 표준화는 국내 기술진에 의해 개발 추진되어, 그동안 외국에만 의존해 왔던 섬유 · 의류분야의 측정 및 평가기술의 표준화에 대하여 섬유·의류분야에서의 기술선진국으로의 도약을 추진하고 있다[3, 4, 5, 6, 7, 8].

이 밖에도 최근 들어 봉제공정상의 공정변수나 환경변수 등을 측정할 수 있는 간단한 디지털 계측장비들이 많이 개발되어 보급되고 있다. 재봉기에서의 노루발의 압력, 재봉사 장력, 땀수 등이 이에 해당되며, 이들에 대한 과거의 현장작업자의 육감이나 아날로그 방식의 제어를 통한 공정 및 환경변수의 제어는 점차 정확한 디지털 계측과 제어로 대치되어가고 있다.

이러한 봉제공정상의 디지털 계측기술과 제어는 의복 제조공정을 합리화할 뿐만 아니라, 작업 know-how의 DB 관리를 가능하게 하고, 과학적인 품질관리를 통한 고부가가치 제품의 생산과 생산성 향상에 크게 기여할 것이다. *Figure* 1에 전체 봉제공정상에서의 디지털 계측시스템을 보인다[9].

2. 원 · 부자재 특성의 디지털 계측 기술

2.1. 원단 및 안감

안감을 포함한 원단의 성질은 크게 물리적 성

Digital Measurement Technology in Garment Manufacturing / Chang Kyu Park
전남대학교 공과대학 섬유공학과 전임강사, (560-756) 광주시 북구 용봉동 300, Phone: 062)530-1771, Fax: 062)530-1779, e-mail: cezar@chonnam.ac.kr

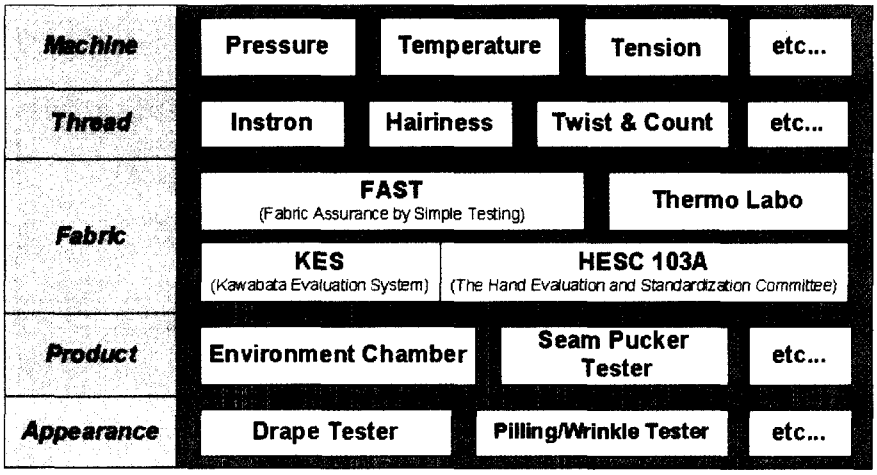


Figure 1. Digital measurement system in garment manufacture.

질과 구조적 인자, 역학적 성질과 외관성질로 나눌 수 있다. 과거에는 이들 원단의 성질들은 대개 현장전문가의 직관에 의해 관찰되거나 원시적인 장비를 사용한 업체별 표준방법 혹은 규격검사에 의해 계측되거나 평가되었다[9, 10]. 그러나 최근 들어 급속한 센서기술의 발전과 디지털 계측기술의 발달은 첨단 자동화 장비로 대체되고 있다. 이러한 원단의 특성평가를 종류별로 살펴보면 다음과 같다.

구조적 인자 및 물리적 성질 : 우선 원단 조직 및 밀도의 감별은 원단의 설계 및 의장의 기본이 되는 것으로, 과거에는 확대경과 조직분해대 그리고 핀 작업을 통한 현장전문가에 의한 조직 및 밀도의 감별을 거쳐 조직도를 완성하였으나, 최근에는 *Figure* 2에서 보이는 바와 같이 마이크로프로세서(microprocessor)가 장착된 확대경이나 현미경을 이용한 디지털 영상기술의 응용으로 조직 및 밀도의 감별이 부분적으로 자동화되었으며, 국내 연구진에 의해서도 발표된 바 있다[11].

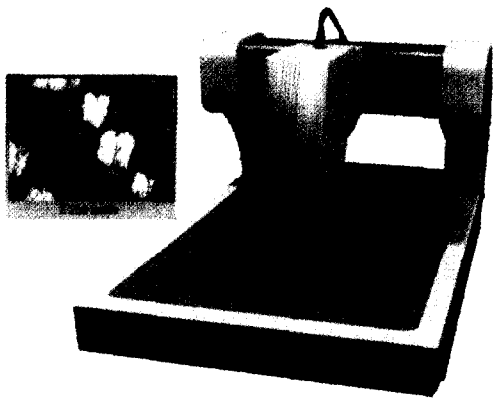


Figure 2. Automatic woven structure analyzer.

무게, 두께 등의 성질은 과거에 전통적으로 해오던 저울, 자 등의 원시적인 장비를 사용하기도 하지만, 최근에 들어 KES(Kawabata Evaluation System) 혹은 FAST(Fabric Assurance and Simple Testing) 등의 첨단 장비들을 이용해 자동 계측하기도 한다[1, 12]. 특히 원단의 마찰특성이나 표면 거칠기 등은 KES를 이용하면 정확한 디지털 계측치를 얻을 수 있다.

형태안정성(dimensional stability)은 봉제품의 치수안정성에 가장 큰 영향을 주는 인자로 완화수축(relaxation shrinkage), 습윤팽창(hygral expansion), 프레스 수축(press shrinkage), 퓨징수축(fuzing shrinkage) 등이 있으며, 완화수축과 습윤팽창은 FAST 시스템을 이용하면 측정이 가능하다[9]. 일본의 경우 HESC(Hand Evaluation and Standardization Committee)에서 규정한 HESC 103A법을 이용하여 자동측정이 가능하며, 이를 측정할 수 있는 장비는

Figure 3. Measurement system for HESC 103A method.

Figure 4. Thermal mannequin.

Figure 3과 같다[13].

보온성 및 통기성 등의 환경요인의 원단성질의 경우 인조 판(plate)상의 원단의 상태로 측정하는 경우와 써멀마네킹(thermal mannequin)상에서 직접 측정하는 형태로 나눌 수 있으며, *Figure* 4에서 보이는 바와 같다. 인조 판이나 써멀마네킹의 온도, 습도, 발한량 등은 발열전도체에서 디지털 제어에 의해 자동 조절되며, 이때 원단의 해당성질을 관측할 수 있다. 의류용 직물, 충진솜, 모포, 깔개 등 섬유제품의 보온성 즉, 외기에 대한 체온 유지 정도나 열전달계수와 관련된 이들 항목은 재료의 두께, 기공도, 공기투과도, 습윤성 등과 관련이 큰 위생적 성능이다. 특히 보온성의 경우 사람의 체온을 표준으로 한 가열시험판에 올려놓은 원단을 통과해서 방출되는 방열량을 소비전력의 양으로 측정하여 보온성을 계산하는 항온법과 가열시험판을 냉각시키는데 걸리는 시간의 차이로 평가하는 냉각법이 있으나 주로 항온법이 많이 사용되고 있다[10]. 소비과학의 발달로 과학적 자료에 의한 정확성을 기하기 위하여 보온효율 측정은 점차 활용도가 높아지고 있다. 의복압이나 의복내 기후에 대한 측정에 대해서는 이후의 절에서 다루기로 한다. 이밖에도 정전기의 측정도 최근에는 디지털 계측기를 이용한다.

역학적 성질 : 최근 들어 고부가가치 봉제품 생산기술의 중요성이 증가되면서 봉제공정에서의 원단의 역학적 성질을 응용하고자하는 시도가 급격히 강조되고 있다. 과거 원단의 역학적 성질은 인스트롱(Instron)이나 간단한 캔티레버(Cantilever)법, 허트루프(heart loop)법 등을 이용하여 측정하여 왔으나[10], 1970년대 이후 KES나 FAST 시스템 같은 원단의 역학적 성질을 디지털로 자동 계측하는 장비가 등장하면서 봉제산업에 급속히 이용되기 시작하였다.

원단의 물리적, 역학적 성질들과 태와 같은 감각적 특성, 의복의 봉제성 그리고 착용과 세탁 후의 의복외관 사이의 관계는 오랫동안 연구되어 왔으나, '60대 까지는 직물의 이러한 성질들을 적절히 평가할 수 있는 방법이나 기구가 실용화되

Table 1. KES의 구성과 측정물성

Instrument		Property
KES-FB 1	Tensile property	– LT : Linearity – WT : Tensile energy – RT : Resilience
	Shear property	– G : Shear rigidity – 2HG : Histeresis at $\phi=0.5^{o}$ – 2HG5 : Histeresis at $\phi=5^{o}$
KES-FB 2	Bending property	– B : Shear stiffness – 2HB : Histeresis
KES-FB 3	Compression property	– LC : Linearity – WC : Compressional energy – RC : Resilience – T : Thickness at 0.5 gf / cm^2
KES-FB 4	Surface property	– MIU : Coefficient of friction – MMD : Average of MIU – SMD : Geometrical roughness

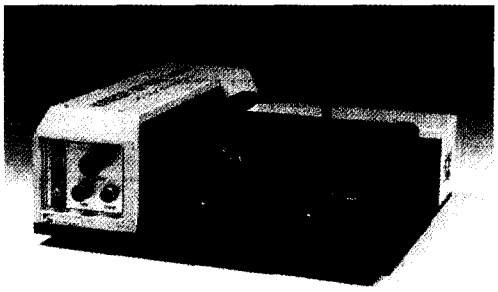
Table 2. FAST 시스템의 구성과 측정물성

Instrument	Property	
FAST-1	Compression	– Thickness – Surface thickness – Relaxed thickness – Relaxed surface thickness
FAST-2	Bending	– Bending Length
FAST-3	Tensile	– Warp extensibility (5, 100 gf) – Weft extensibility (5, 100 gf) – Bias extensibility (5 gf)
FAST-4	Dimensional stability	– Relaxation shrinkage – Hygral expansion

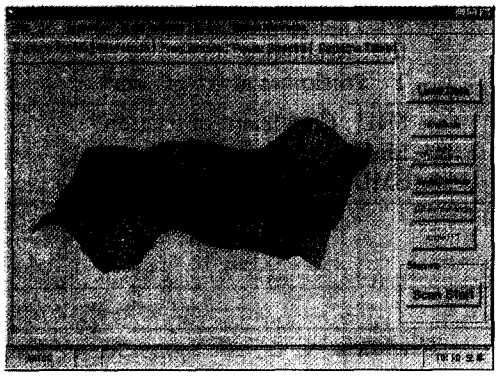
지 못하였다. 이런 봉제산업계의 요구에 의해 일본의 Kawabata 교수에 의해 조직된 HESC는 직물의 태를 객관적으로 평가하는 방법을 제안함과 동시에, 원단의 역학적 성질들을 객관적으로 평가할 수 있는 KES를 개발하였으며, 시스템의 구성과 측정되는 물성값은 *Table* 1과 같다. KES에서 측정된 물성값들은 객관적인 태평가뿐만 아니라 과학적인 봉제성 관리를 위한 데이터로 사용되고 있다[1].

위와 같은 개념으로 호주의 CSIRO에서 직물의 봉제성과 외관성능, 그리고 태와 밀접한 관계에 있는 직물의 물성들을 객관적으로 측정할 수 있는 측정장비를 개발하였으며 구성 요소들은 *Table* 2에서와 같다[12].

외관성질 : 봉제산업에서 중요시되는 외관의 성질은 원단의 구김(wrinkle, crease), 필링(pilling), 세탁 후 잔주름 등이 있다. 원단의 구김성질은 구김이 얼마나 잘 가는지의 여부와 구김을 주었을 때 회복되는 성질의 판단으로 나뉘며, 과거에는 AATCC(American Association of Textile Chemists and Colorists)에서 규정한 육안판별에 의한 등급 판정이나 개각도법 등으로 평가되



(a) 3D laser scanner



(b) Evaluation program

Figure 5. Wrinkle tester.

었다. 특히 개각도법은 다시 몬산토(Monsanto)법과 T.B.L법의 2가지로 나누어지며, 직물을 접어 하중을 가했다가 제거한 후 자유단이 회복되는 각을 측정(몬산토법)하거나, 회복되는 거리를 측정(T.B.L.법)하는 원시적인 방법이 사용되어 왔다. 그러나 최근 센서의 발달과 화상분석의 급속한 기술발전은 정량적인 디지털 계측장비의 출현과 객관적인 평가를 가능하게 하였다[14].

Figure 5에서 최근에 한국생산기술연구원에서 세계 최초로 개발된 객관적 구김 측정장치를 보인다[14, 15]. 본 장비는 레이저 센서를 이용해 발광부와 수광부에서 오는 레이저 광원의 세기에 의해 자동으로 원단의 절대 표면 높이를 계산하여, 3차원 데이터를 수집하고, 이들 데이터의 통계 및 주파수 분석과 인공지능(인공신경망)을 이용하여 객관적 등급을 매겨주는 시스템이다. 이러한 시스템의 개발은 세계적인 추세여서 초음파를 이용하거나 슬릿 레이저빔과 CCD를 사용한 장비들이 개발되고 있으며, 평가방법에 있어서도 별도의 판별식이나 회귀분석을 이용한 객관적 평가방법들을 개발하고 있다[16, 17].

필링은 원단의 표면에 나와 있는 잔털이 마찰에 의하여 이동한 후 섬유가 엉켜서 형성하는 현상으로 종래에는 역시 구김과 마찬가지로 표준사진과 비교하여 주로 1급~5급까지 등급으로 표시하여 왔으나, 최근에 들어 Armirbayat 등에 의해서 화상분석을 이용한 새로운 필링의 디지털 계측장비 및 객관적 평가방법이 소개되고 있다[18, 19]. 필링의 발생장치는 종래의 방법을 그대로 쓰는데, 브러쉬(brush) & 스폰지(sponge)법, ICI 필링 박스(box)법, 마틴달(Martindale)법, 랜덤 텀블(random tumble)법 등이 사용된다[10].

원단의 드레이프성은 봉제품의 실루엣을 결정하는 원단의 주요 외관성능의 하나이다. 그럼에도 불구하고 이 역시 원시적인 장비에 의한 드레이프율의 계산만으로 평가되어 왔다. 따라서 최근 들어 화상분석을 이용한 많은 평가방법이 연구되거나 발표되었으며[20, 21], 국내 연구진에 의해서도 개발되어 상용화되었다[8, 15, 22]. *Figure* 6에 드레이프 시스템과 드레이프 형상의 정량적 형상인자를 평가하기 위한 프로그램을 보이고 있다.

세탁 후 잔주름 혹은 세탁후 섬유 손상도 역시 구김, 필링과 마찬가지로 육안에 의한 등급 판정이 주로 사용되어 왔으나 최근에는 화상을 이용한 디지털 분석기술이 개발되고 있다[23].

2.2. 접착심지

접착심지는 원단의 형태안정성과 외관성능을 향상시키기 위해 원단에 접착하는 중요한 부자재로 물리적 · 역학적 성질 및 외관특성의 계측은 위에서 언급한 원단의 특성과 유사하나, 접착심지와 관련해서는 접착포의 박리강도 또는 접착강도(peeling strength or bonded strength)가 계측해야하는 중요한 특성이다. 접착강도는 기포에 발포성 수지를 얇게 입힌 라미네이트(laminate) 직물 또는 천을 두 겹으로 붙인 접착직물을 서로

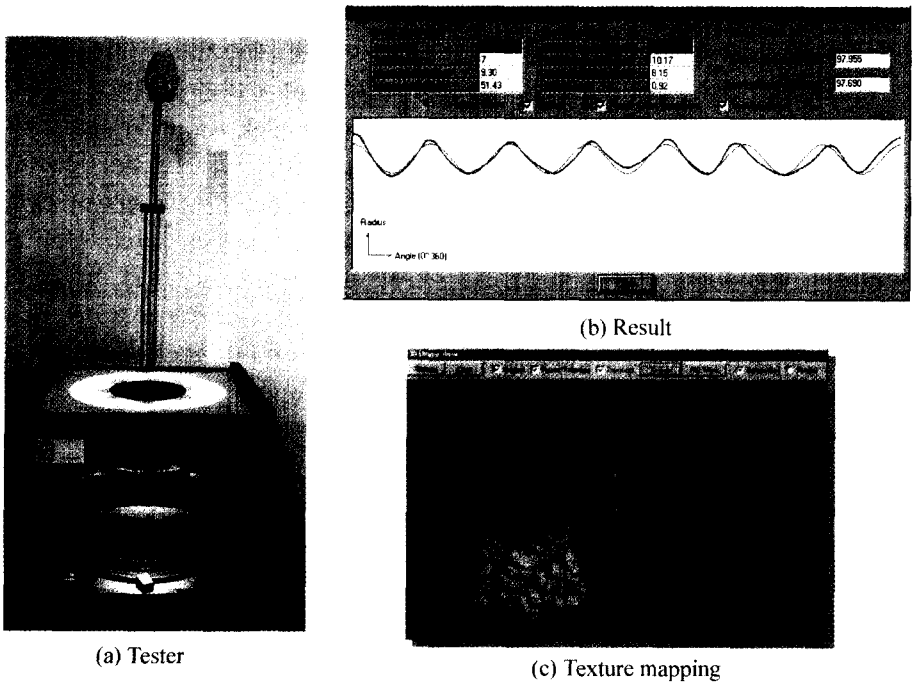


Figure 6. Drape analyzer developed by KITECH & D&M Technology.

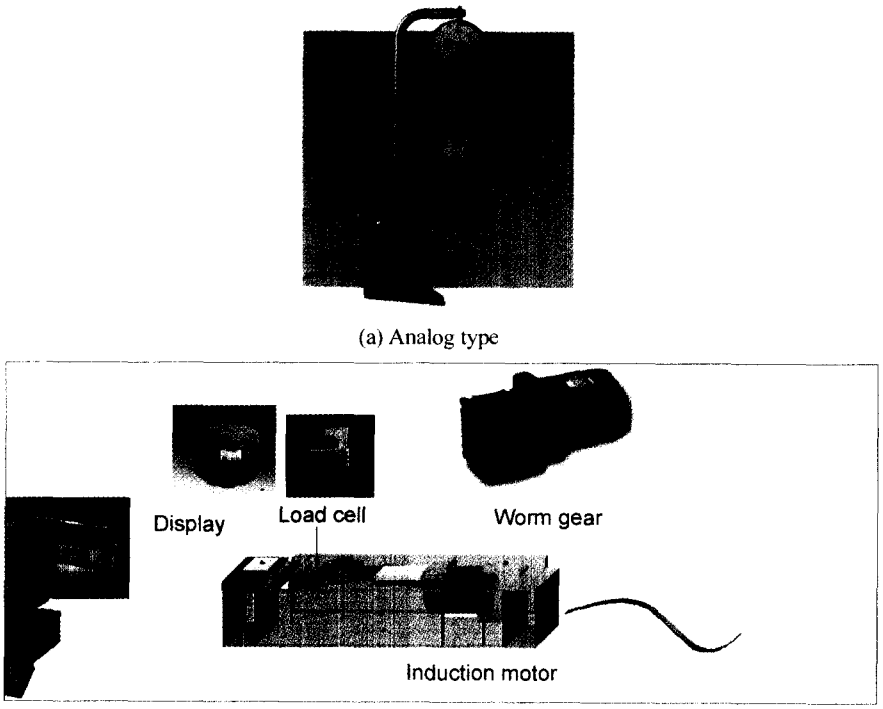


Figure 7. Interlining bonded strength tester.

분리시킬 때 견디는 저항력을 말하며 필요에 따라 세탁처리 등을 행한 후 하기도 한다[24].

과거에는 인스트롱과 같은 일반 강도시험기를 이용해서 박리강도를 측정해 왔으나 최근에 들어서는 접착심지와 원단이 결합한 접착포의 박리강도의 전용시험기가 많이 등장하였다[10]. 스프링을 이용한 아날로그 타입에서 로드셀(load cell)을 장착한 디지털 계측기까지 다양한 모델들이 선보이고 있으며 국내 연구진[15]에 의해서도 상용화된 바 있다(*Figure* 7). 최대하중 50 kg_f 정도이며, 분해능은 약 0.01 kg_f 정도이다. 이들 장비의 원리는 일반 강력 시험기와 같으므로 생략한다.

2.3. 재봉사

봉제공정에서의 재봉사의 특성은 봉제품의 품질에 큰 영향을 주는 특성으로 일반 실의 특성을 계측하는 방법과 동일하다. 실의 번수(yarn number), 꼬임수(yarn twist), 신장탄성률(elastic recovery percentage of elongation), 영율 또는 초기 인장 저항도(Young's modulus or initial tensile load), 루프강도(loop strength), 최소루프강도(minimum loop strength), 사수축률(yarn shrinkage), 사균제도(yarn evenness) 등이 봉제공정에서 주로 활용되는 재봉사의 특성치들이다[10].

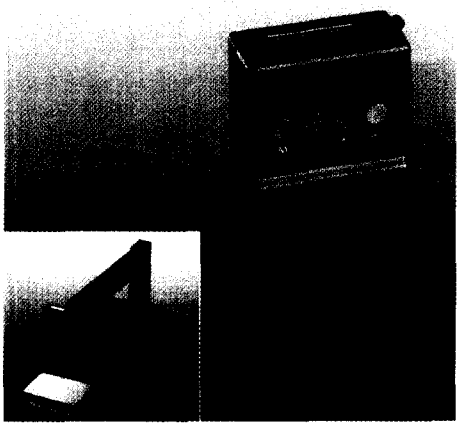


Figure 8. Automatic pick counter.

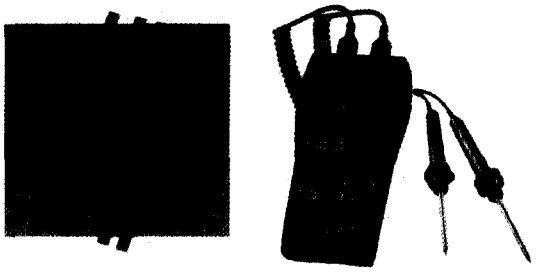
실의 번수의 경우 과거의 검척기(warp reel) 대신 디지털 계측기기인 직시측량환산기(auto sorter type)나 최근에 개발된 자동 픽 카운터(automatic pick counter) 등을 이용해 계측한다(*Figure* 8). 실의 꼬임수의 경우 아직 디지털 계측기는 등장하지 않고 있으며 대개 검연기나 해연기를 이용하여 측정한다. 실의 강신도를 포함한 인장 성질은 인스트롱, Tensor Rapid 인장시험기와 같은 디지털 계측기를 이용해 자동으로 얻을 수 있다. 균제도 역시 첨단 디지털 센서의 발달로 인하여, 육안이나 원시적인 측정방법에서 현재는 전기용량 혹은 광전관형 시험기를 이용하여 자동으로 계측하고 있다[10]. 다만 재봉공정상에서 계측되는 봉사장력 등에 대해서는 뒤 절에서 자세히 다루기로 한다.

3. 공정변수의 디지털 계측 기술

3.1. 일반적인 공정의 디지털 계측기술

모든 공정에서 적용되는 온도, 압력, 속도 등의 공정변수에 대한 디지털 계측은 이미 보편적으로 상용화되어 있으며, 현장에서도 적용되고 있다[24]. 온도의 경우 퓨징프레스(fuzing press)기의 두 압력 롤러(roller) 사이의 온도를 측정하거나 마무리 프레스기의 위·아래 벅(buck)사이의 온도를 측정하기 위한 것으로 과거에는 써멀페이퍼(thermal paper)가 주로 사용되었으나 최근에는 디지털 계측기로 대치되었다(*Figure* 9).

공정상의 압력의 측정도 온도의 측정과 마찬가



(a) Thermal paper (b) Digital thermal tester

Figure 9. Thermal tester.

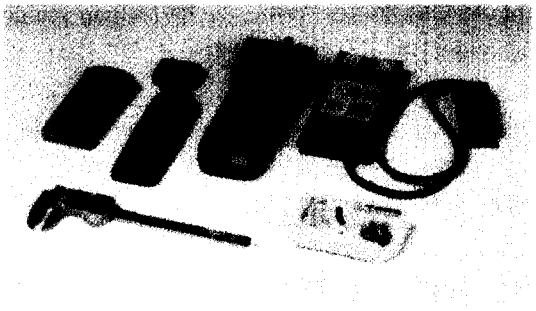


Figure 10. General digital devices.

지의 경우에 주로 사용되며, 과거에는 먹지나 압력지 등이 이용되었으나 역시 디지털 압력측정기가 사용되고 있다. 속도는 타코메터(Taco meter) 등에 의해 디지털로 자동 계측되어 재봉기의 속도 측정 등에 활용된다(*Figure* 10).

이들 공정변수들은 대개 기기의 제어판(control board)에서 조절가능하나 실제 제어판 상에서의 조정치가 실제 기기에 그대로 반영되는 것이 아니며, 또한 롤러 위치나 생산조건의 변화에 의해 각기 다르므로 반드시 측정기기의 계측에 의해 정확히 측정되어야 한다[24].

3.2. 봉제 준비공정

봉제 준비공정은 검단, 연단, 재단공정과 더불어 패턴(pattern)제작, 그레이딩(grading), 마킹(marking) 공정을 일컫는 것으로, 실제 주 생산공정에 들어가기 직전의 공정을 말한다. 검단 공정에서의 디지털 검단 기술은 원단의 화상데이터를 약 120 m / min 정도의 속도의 실시간으로 분석하여 불량 및 이색원단을 검색하여 실시간으로 마킹하는 시스템으로 이미 국산화가 본격적으로 개발되고 있다[24].

패턴시스템의 경우 3차원 인체계측시스템을 이용한 장비가 최근 들어 활발히 상용화되어 시장에서의 경쟁이 뜨겁다. 본 주제에서는 다른 주제에서 상세히 다루므로 이에 관한 상세설명은 생략하기로 한다. 또한 종래에 수작업에 의존하던 연단 및 재단 공정에서의 디지털 계측 및 제어기술은 이미 첨단 과학의 접목으로 업체에서도 활발히 사용하고 있다(*Figure* 11).

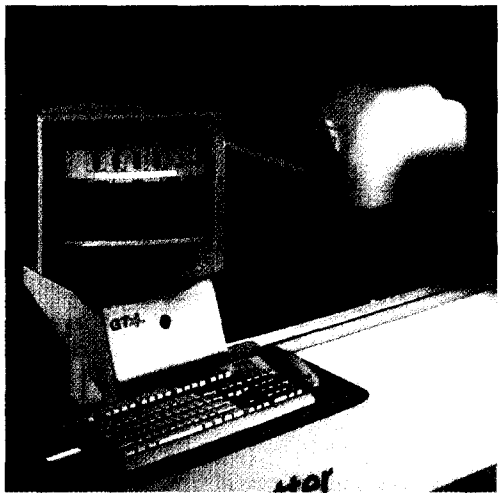


Figure 11. Automatic cutting system.

3.3. 재봉공정

재봉공정에서의 공정변수는 디지털 계측은 노루발(presser foot)의 압력, 재봉사의 정 · 동장력, 바늘의 관통력(penetration force), 땀수, 바늘판의 톱니높이 등이 있다[24]. 최근에 들어 급속히 발전해가고 있는 재봉기의 완전 자동제어형 디지털화는 독일과 일본의 주도하에 진행되고 있으며, 이들 재봉조건을 최적으로 기계 스스로 자동제어 하는 지능형 재봉기의 개발에 박차를 가하고 있다. 그럼에도 불구하고 대부분의 재봉기의 제어변수(노루발의 압력, 재봉사의 장력)는 아직도 수작업으로 조절하며, 심지어는 게이지(gauge)의 눈금조차도 나타나 있지 않은 실정이다[24].

노루발의 압력과 재봉사의 장력은 과거에는 현장작업자의 감각적 특성치나 원시적인 스프링 게

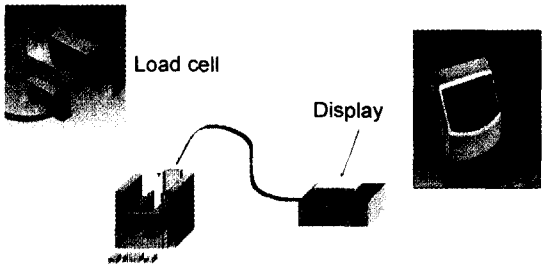
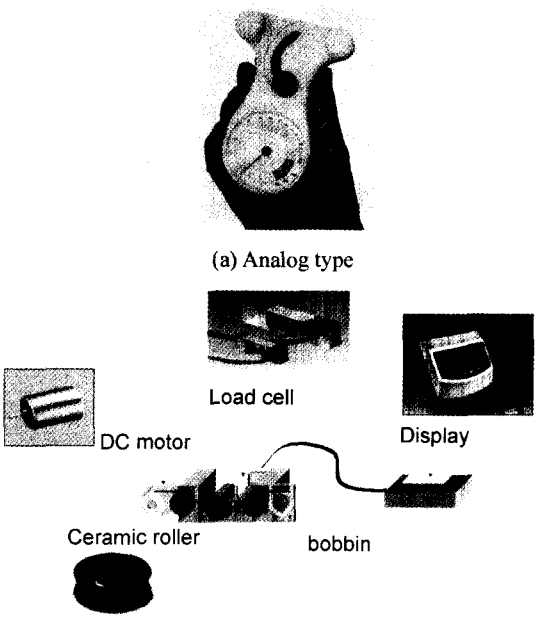


Figure 12. Automatic foot presser pressure tester.



(a) Analog type

(b) Digital type

Figure 13. Sewing thread tension gauge.

이지를 사용하여 측정되어 왔으나 최근에는 국내 개발진[15]에 의해 디지털 계측장비가 상용화되었다(*Figure* 12, 13). 노루발 압력의 경우 압전변위센서를 이용하여 측정이 가능하며, 장력의 경우 대개 3점식 측정을 사용하여 로드셀이 감지한 값을 디지털로 출력한다[15]. 또한 바늘의 동적 관통력과 재봉사의 동장력에 대한 디지털 계측에 대한 연구는 최근 들어 활발히 진행되고 있다[25].

땀수의 경우 디지털 버어니어 갤리퍼스(vernier calipers)에 의해 정확히 측정이 가능하나(*Figure* 14), 톱니의 높이는 아직도 갭 게이지(gap gauge)를 이용하여 원시적으로 측정하고 있다[24].

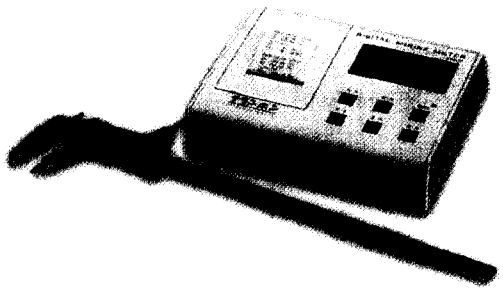
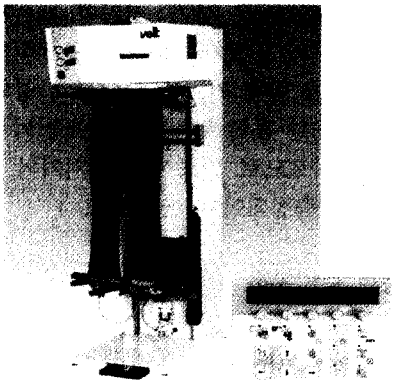


Figure 14. Digital vernier calipers.

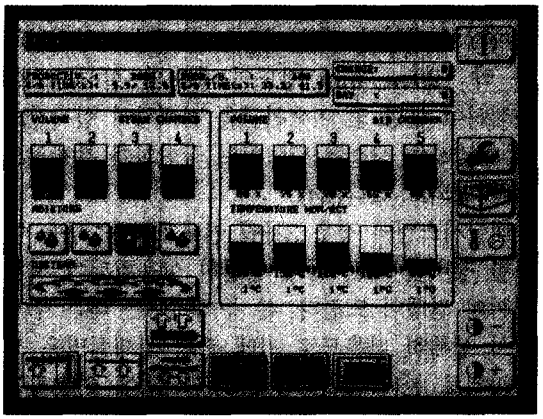
이들 재봉조건의 계측은 아직도 표준화 장비나 방법을 갖추고 있지 못하므로 고부가가치 봉제품 제조기술의 확립을 위하여 이에 대한 대책이 시급한 형편이다.

3.4. 봉제전처리, 완성 및 가공

원단에 형태안정성을 부여하기 위한 봉제전처리공정(sponging and decatizing)이나 접착심지의 부착공정인 퓨징(fuzing) 공정, 완성 프레싱 공정, 다림질(ironing) 공정 등에서의 디지털 계측기술은 특정한 별도의 측정장비를 사용하지 않고 일반적으로 온도, 압력, 습도의 디지털 변위계

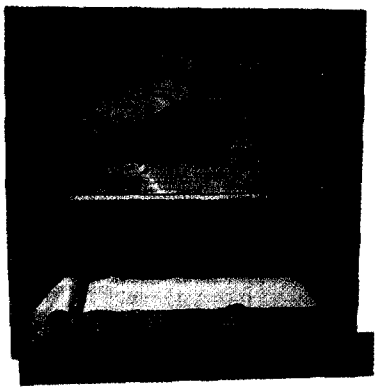


(a) Automatic garment pressing machine

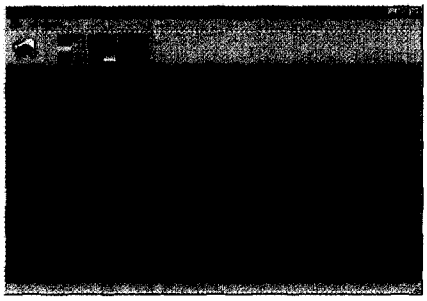


(b) Control monitor

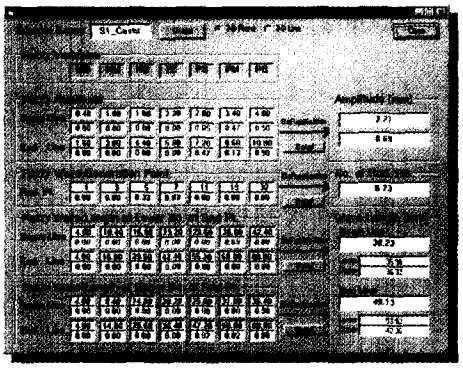
Figure 15. Digital controlled garment finishing machine.



(a) 3D laser scanner



(b) 3D measured shape



(c) Evaluation program

Figure 16. Seam pucker tester developed by KITECH & D&M Technology.

를 사용한다[24]. 아직까지 현장에서 이들 공정에서의 공정변수를 계측하기 위해 디지털 계측기기를 활용하는 사례는 많지 않으나 점차 그 필요성과 수요가 증가하고 있다. 이들 각 공정의 가공기기들은 거의 현재 디지털 제어가 가능하며, 작업자의 간편한 조작으로 프로그램 제어까지 가능한 수준이다(*Figure* 15).

4. 완성품의 디지털 계측 기술

4.1. 심퍼커

심퍼커(seam pucker)는 봉제품의 외관불량의 대표적인 현상으로 솔기부근의 잔주름을 일컫는다. 심퍼커는 원단의 구김, 필링 등과 같이 육안에 의한 비교판정법이 널리 사용되어 왔으나, 최근에 들어 국내 연구진에 의해 화상처리를 이용한 객관적 평가장치가 세계에서 최초로 상용화된 바 있다[3, 4, 5, 6, 7, 15]. 이 장비는 슬릿 레이저빔과 CCD를 이용하여 3차원 화상을 입력받고, 뉴로퍼지(neurofuzzy) 알고리즘을 사용하여 심퍼커를 정량적이고 객관적으로 평가한다. *Figure* 16에 국내에서 개발된 측정기와 평가 프로그램을 보인다.

4.2. 외 관

완제품의 외관은 주로 완성품의 형변형과 관련된 것으로, 디지털 제어에 의해 온도, 풍향, 습도 등이 자동 조절되는 환경시험기(environmental chamber or room)안에서 완성품을 특정조건하에 방치시킨 후 외관의 변화를 관측하는 것이다[24]. 현재 이러한 환경시험기는 이미 상용화되어 널리 사용되고 있으며, 자체 내장된 센서를 이용

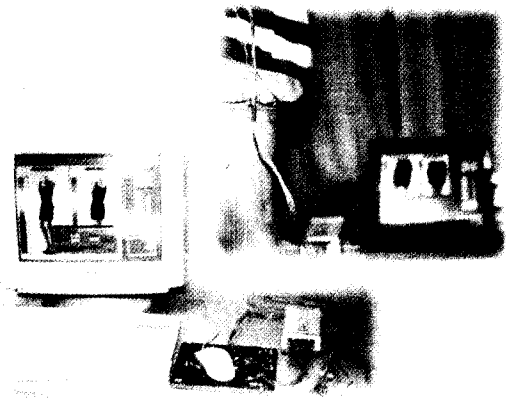


Figure 17. Clothing climate tester.

해 자동으로 원하는 환경조건을 제어할 수 있다. 그러나 아직까지 형변화에 대한 최종 완제품의 변화된 외관평가는 육안에 의한 표준사진과의 비교판정을 함으로써 정략적이고 객관적인 평가가 이루어지고 있지 않다[10, 24].

4.3. 의복환경

의복기후 혹은 의복내 환경에 대한 연구는 이미 수십년간 많은 연구가 수행되어 왔으며, 의복기후에 대한 디지털 계측 기술 또한 놀라운 속도로 발전하고 있다[24]. *Figure* 17에 일부 측정예를 보이고 있다. 의복내 온도의 변화, 습도의 변화는 물론 의복압, 발한량의 변화 등에 대한 측정은 거의 디지털 계측에 의해 자동으로 수행되고 있으며, 최근에는 신체 부위별(예, 발, 손 등)에 따른 전문 측정장비까지 선보이고 있다.

4.4. 기 타

제품에 관련된 시험방법으로 다음의 항목들이 있다. 이들 항목들은 대개 측정기의 작동은 디지털로 제어가 가능하나 실제 평가물성의 계측에 있어서는 원시적인 방법을 쓰거나 부분적인 디지털 계측 기능만을 제공한다[10].

봉합강도(seam breaking strength) : 봉합부위에 대한 인장강도를 말하는 것으로 봉합선에 수직으로 하중을 가해서 직물의 인장강도 시험법과 동일한 방법으로 측정한다. 결과표시는 평균강도(kgf)와 필요시 솔기형태, 재봉기형, 재봉속도, 바늘의 크기 및 종류, 재봉사 종류 등을 표시한다.

봉목활탈저항(resistance to slippage of yarn in woven fabrics in sewn seams): 봉제품의 봉제부위 원단에 외력을 가할 때 생기는 원단밀림(활탈) 현상을 측정하는 것으로 현재까지 최대간격표시법(mm), 활탈강도표시법(kg) 등이 쓰인다.

봉목훼손시험(stitch damage test or needle cutting) : 봉제시 바늘의 침투에 의한 원단구성사의 기계적 손상정도를 봉제품 착용중에 받는 외력과 비슷한 조건으로 조작하여 솔기부분의 지사 또는 봉사가 터지거나, 벌어지는 정도를 봉합부위의 훼손된 개수 및 크기를 평가하거나, 재봉선을 기준으로 벌어진 너비의 크기 또는 강도유지율로 평가한다.

재봉시 열손상(thermal sewing damage) : 재봉공정시 원단과 바늘의 마찰로 인한 바늘의 과열현상에 의해 열가소성 직물의 용융 및 연화손상 등을 평가하기 위한 시험으로 재봉중의 미싱 바늘의 온도를 적외선 감지기로 측정하고, 그 천의 마찰지수(F-index)를 평가한다.

아이론(전기다리미) 허용온도 : 원단이나 의복을 다림질 할 때 원단에 손상을 주지 않고 안전하게 다림질 할 수 있는 온도를 설정하기 위한 시험으로, 주어진 규격대로 다림질한 후 시험편 표면을 관찰, 처음 변화가 나타나는 온도보다 낮은 시험온도를 아이론 허용온도라 한다. 물론 다리미의 온도는 디지털로 계측·제어가 가능하다.

5. 맺음말

최근에 들어 고부가가치 봉제품의 생산기술이 중요시되면서, 종래의 현장 경험자의 직관이나 원시적인 장비를 사용해 측정해 오던 소재와 제품의 특성 및 물성을 점차 정량적이고 객관적으로 계측할 수 있는 계측할 수 있는 측정장비의 도입이 절실해지고 있다. 본 지에서는 이러한 요구에 부응하여 봉제공정에서의 디지털 계측 시

스템의 동향을 간단하게나마 소개하고자 하였다. 지면관계상 각각의 해당분야에 대하여 상세하게 설명하지는 못하였으나 개략적인 고찰은 되었으리라 본다.

이러한 디지털 계측기술이 고부가가치 제품 생산을 위하여 활용되기 위해서는 전산화된 데이터베이스에서 관리되어야 하며, 네트워킹(networking)으로 연결된 공업화시스템 내에서 서로 공유할 수 있어야 한다. 종래의 방법대로 데이터를 축적하지 않고, 현장전문가의 감각이나 경험에만 의존한 정성적인 계측치에만 존재한다면 새로운 소재나 기계에의 대응에 둔감할 뿐만 아니라 현장전문가의 결원시 품질관리에 큰 어려움을 겪게 될 것이다. 더욱이 이들 원·부자재와 제품의 특성을 측정할 수 있는 시스템이 전세계적으로 널리 보급되어 있음에도 불구하고 이들을 활용하지 않는다면, 온도계 없이 작업장의 온도를 조절하는 것과 같다. 물론 디지털 계측시스템을 도입한다고 해서 최적의 품질관리 시스템이 구축되는 것이 아니며, 당장 봉제품의 품질향상을 가져오지 않는다. 이러한 측정장비의 도입은 품질관리의 시작이며, 기술적 노하우가 축적되어 활용되는 것이다. 예를 들어 원·부자재의 물성의 정량적인 측정치 없이 재봉사를 시즌별로 기획·일괄 구매한다든지, 노루발 압력 측정장치 없이 노루발 압력을 조절한다든지, 심퍼커링 측정도 하지 않은 채 심퍼커링을 없앨 방법을 간구 한다든지 하는 등등이 주위에서 쉽게 발견할 수 있는 것들이다.

결국 봉제공정에서는 제조설비 관점에서 보면, 재봉기 노루발, 휴징프레스(fusing press) 등의 압력, 스팀프레스(steam press), 다리미(iron press)의 온도, 봉사나 접착심지의 장력, 재봉기의 속도 등을 측정해야만 이들 공정변수를 고부가가치 제품을 위한 최적의 조건을 제어할 수 있다. 재봉사 등의 실에 있어서는 반드시 강신도, 잔털량, 마찰계수, 꼬임수, 번수 등을 알아야 하며, 원단의 경우 원단메이커는 소비자인 봉제업체에게 반드시 기존에 제공되던 원료, 조직, 밀도, 중량 등외에 원단의 특성(인장특성, 굽힘특성, 표면특성, 형태안정성 등)도 같이 제공해야 하며, 봉제업체는 이들 데이터를 적극 활용해야 한다.

과거에는 원단의 색상이나 촉감, 가격 등에만 의존해 원단을 구매했던 봉제업체의 경우, 최근에 들어 제품의 품질에 대한 중요성이 더해지고, 신소재의 개발이 활발해짐에 따라 최적의 작업조건에 대한 경험자의 기술이 신속대응하지 못하는 사례가 빈번해짐에 따라 제공되는 원단특성에 대한 봉제업체의 요구가 가속되고 있어, 원단메이커들도 이러한 요구에 적극대처하지 못한다면 원단에 대한 경쟁력을 갖기 어려워진다. 따라서 원단메이커와 봉제업체는 각각 공급하는 원자재와 공급받는 원자재에 대한 특성을 정확히 파악하고 이로부터 제품의 품질향상을 위한 최적의 공정조건을 찾아내는데 상호노력 하여야 한다. 제품의 검사시에도 단순한 외관검사가 아닌 형변태시험이나 심퍼커, 드레이프성 등을 평가하여야만 소비자에게 품질에 대한 정확한 정보를 제공하고, 불량요인 등을 개선할 수 있다. 따라서 무엇보다도 먼저 품질을 정확하게 계측하고 평가할 수 있는 이들 장치를 도입하거나 활용하는 것이 절대적으로 필요하다.

참고문헌

1. S. Kawabata, K. Ito, and M. Niwa, *J. Text. Inst.*, **83**(3), 361(1992).
2. 박창규, "의류산업의 고부가가치화를 위한 감성의복 전략", p. 43, 대구 계명대학교, 1999.
3. C. K. Park and T. J. Kang, *Text. Res. J.*, **67**(7), 494(1997).
4. C. K. Park and T. J. Kang, *Text. Res. J.*, **67**(10), 735(1999).
5. C. K. Park and T. J. Kang, *Text. Res. J.*, **67**(11), 835(1999).
6. C. K. Park and T. J. Kang, *Text. Res. J.*, **67**(12), 919(1997).
7. T. J. Kang, C. K. Park and J. Y. Lee, *J. Text. Inst.*, **90**(4), 621(1999).
8. 박창규, 유웅렬, 김성민, 이대훈, "한국섬유공학회 학술발표회 논문집", p. 203, 1999.
9. 박창규, "봉제공정 품질관리", p. 1, 한국섬유공학회, 1999.

10. 한국원사직물시험연구원, "FITI 시험가이드", 한국원사직물시험연구원, 1995.
11. T. J. Kang *et al., Text. Res. J.*, **71**(3), 261 (2001).
12. CSIRO Div. Wool Tech., "Fast Manual", CSIRO, Australia, 1989.
13. S. Kawabata, "The Standardization and Analysis of Hand Evaluation", 2nd Ed., HESC, The Text. Mach. Soc. Jpn., Osaka, 1980.
14. 이대훈, 박창규, 김의화, "최근 섬유계측시스템의 활용동향", 한국섬유공학회, p. 39, 1997.
15. www.dnmco.com
16. S. Inui and A. Shibuya, *Int'l J. Clo. Sci. Tech.*, **4**(5), 24(1992).
17. G. Stylios and J. O. Sotomi, *J. Text. Inst.*, **84**(4), 593(1993).
18. R. B. Ramgulam, J. Amirbayat, and I. Porat, *J. Text. Inst.*, **84**(2), 221(1993).
19. H. C. Abril, and M. S. Millan, and Y. Torres, *Optical Eng.*, **39**(6), 1477(2000).
20. M. Matsudaira and M. Z. Yang, *The Text. Mach. Soc. Jpn.*, **51**(4), 57(1998).
21. M. Ohura and T. Nishide, *J. Seric. Sci. Jpn.*, **60**(5), 377(1991).
22. K. S. Song and M. H. Seo, *J. Korean Fiber Soc.*, **38**, 95(2001).
23. K. W. Oh, K. W. Hong, and H. J. Lee, *J. Korean Fiber Soc*, **38**, 144(2001).
24. 이대훈 외, "봉제공정의 품질관리", 수원 한국생산기술연구원 의류기술지원센터, 1997.
25. M. Onoue, *Sen-I Gakkaishi*, **10**(10), T395 (1984).