직물의 위치 제어가 가능한 자동 벨벳 권취기 개발

배한조 · 한성수 · 전순용*
영남대학교 섬유패션학부, *동양대학교 시스템제어공학부

Development of Automatic Velvet Take-up Machine with Location Control System for Woven

Han Jo Bae, Sung Soo Han, Soon Yong Chun*
School of Textiles, Yeungnam University, Kyungsan, Korea
*School of System Control Engineering, Dongyang University, Yongju, Korea

1. 서 론

벨벳 직물은 일반적인 직물과 달리 원단에 융모가 있어 보관 및 운반에 있어 각별한 주의가 요구되며 융모가 눌려지면 제품의 상품성이 상실되기 때문에 직물 표면의 형태를 유지하는 것이 매우 중요하다. 따라서 권취공정은 많은 주의가 요구되는 공정이다. 그러나 국내 벨벳 권취 업체들은 대부분 영세한 소규모 업체이고 전적으로 수 작업에 의해 작업을 진행하고있기 때문에 작업능률 저하 및 높은 불량률은 피할 수 없는 결과이다.

기존의 벨벳 권취공정을 살펴보면 직물이 완성되어 검단 공정이 끝나면 두 사람의 숙련자가 마주 앉아 수 작업에 의해 기존의 바늘 고정형 말대판에 벨벳원단을 감는다. 이와 같이 수작업에 의하여 권취를 하므로 작업자의 숙련정도, 작업자의 집중정도에 따라 권취 상태는 큰 차이가 있게 된다.

실제로 직물의 권취상태를 검토해보면 모든 바늘에 직물이 걸려야하나 약 30% 정도도 걸리지 않아서 대부분이 상위층의 다른 직물과 접촉하여 있는다해도 과언이 아니다. 이것이 직물표면의 융모를 손상시키는 결정적인 원인이 되고 결국 제품의 품질을 저하시키는 원인으로 나타나 많은 경제적 손실을 입고 있다. 한편 국내 벨벳산업의 경우 대부분의 생산품이 외국으로 수출되고 있는데 권취공정의 과실로 인한 크레임의 발생이 엄청난 경제적 손실을 가져오고 있다. 그래서 지난 1999년 개량된 말대판을 장착하여 벨벳원단을 감을 때 직물의 셀비지부분에 말대판의 바늘이 자동으로 고정되도록하는 권취 시스템을 개발함으로써 권취공정에서 발생하는 융모손상의 불량을 일부 해소 한 바 있다.

그러나 이 바늘 이송형 말대판을 직물의 셀비지부분에 고정하는데 있어서 직물의 확포 부분이 정확하게 제어되지 못하여 보조인력이 양쪽에서 직물의 위치를 조정해야한다는 문제점이 발견되었다. 이에 본 연구에서는 선행연구에서 개발된 바늘 이송형 말대판을 바탕으로 직물의 진행부분에 좌/우측의 쏠림을 막을 수 있는 제어용 벨트 시스템과 최종 권취공정 직전에 말대판의 고리와 직물이 정확하게 걸릴 수 있도록 직물의 위치제어가 가능한 자동 벨벳 권취기를 개발하였다.

이는 고정형 말대판의 단점을 보안하여 정확하게 직물의 셀비지 부분에 이송형 바늘이 고정되도록 하며, 이를 위해서 확포과정에서 발생하는 직물의 좌/우측 쏠림현상을 제어하는 시스템이며, 이렇게 확포되면서 위치제어 되어진 벨벳 직물은 6개의 이송형 바늘이 4방향의 말대판 틀에 위치하여 권취 회전수에 따라 순차적으로 나오는 ㄱ자 바늘에 정확하게 고정되어진다.

본 연구는 앞에서 언급한 공정의 정확도 뿐만 아니라 속도면에서도 일반적인 30 yard 벨벳직물의 경우 수 작업은 수분이 소요되나 자동 벨벳 권취기는 1분 이내에 권취 공정을 마칠 수 있어 높은 생산성을 기대 할 수 있으며 기존의 불량을 완전 해소할 수 있고 인건비를 줄일 수 있다는데 더 큰 효과가 있다.

2. 개발 기계의 구성과 작동 원리

이 기계는 벨벳원단을 전용으로 권취하기 위해 자동으로 핀을 돌출시키면서 권취하는 시스템으로 바늘 이송형 말대판 장치를 바탕으로 직물이 권취되는 과정에서 발생하는 좌/우측 쏠림 현상을 방지

하여 최적의 권취공정이 이루어 질 수 있도록 한 기계이며, 이는 기존의 바늘 고정형 말대판을 이용한 수 작업을 완전 자동화 공정으로 가능하게 하였다. 이것은 바늘 이송형 말대판의 바늘을 일정횟수만큼 회전하면 다음바늘이 차례대로 나오도록 설계되어 일정량의 직물을 융모의 손상 없이 균일하게 감을 수 있는 효과를 얻는다. 그러나 선행연구에서 개발 된 시스템은 바늘 이송형 말대판에 직물을 고정시키기 위해서 직물을 확포하여 권취부쪽으로 진행시켜보면 직물이 좌/우측으로 쏠리는 현상이 발생하게 된다. 이것을 직물의 좌/우측 끝단에 센서장치를 설치하고, 센서의 신호에 의해 직물을 좌/우측으로 이동시킬 수 있는 위치조정 시스템을 설치하여 구동시킴으로써 정확하고 안정적인 권취작업을 수행 할 수 있도록 하였다. 이 기계의 구성과 작동원리를 살펴보면 아래와 같다.

(1) 구성

① 바늘 이송형 말대판

기존의 수작업에 의한 벨벳 권취공정은 고정되어진 침에 직물의 셀비지부분을 수작업에 의하여 끼움으로서 정확도가 떨어져 직물의 융모를 손상시키기 쉬웠던 공정인데 비해 바늘 이송형 말대판은 기존의 고정형 말대판을 개량한 것으로 바늘이 직물의 셀비지 부분에 잘 고정되어 질 수 있도록 기억자 형태로 고안되어 전후로 유동되도록 제작되어졌다. **Figure 1**은 본 연구에서 개발한 바늘 이송형 말대판 사진과 기존에 사용되어 오고있는 바늘 고정형 말대판의 사진이다.

② 자동 벨벳 권취기의 설계

Figure 2는 본 연구에서 개발한 자동 벨벳 권취기의 설계도이며 완성된 벨벳직물을 공급하는 공급부와 확포부 그리고 권취부로 구성되어있다.

본 연구에서는 확포된 벨벳 직물이 정확히 말대판에 고정 될 수 있도록 하기 위해서 직물의 양쪽 끝단에 위치 감지 센서를 부착하여 좌/우측 쏠림을 방지하였고, 또한 권취부 직전에 고무 벨트에 의한 rough control system과 좌우 위치조정용 stick에 의한 fine control system을 설치하였다.

③ 바늘 돌출 장치와 직물위치 감지 센서

Figure 3(a)는 본 연구에서 기 개발한 바늘 돌출 장치의 사진이며 **Figure 3(b)**는 미러형의 직물 위치 감지 센서의 사진이다. 여기서 바늘 돌출장치는 PLC controller를 이용하여 일정 회전수 만큼 직물이 권취되면 4방향에 위치한 6개의 바늘이 컴프레서의 공압에 의해 순차적으로 돌출하여 균일한 간격으로 직물의 융모를 손상하지 않고 자동 권취하도록 하는 장치이다. 이 장치는 직물의 길이에 따라 회전수를 미리 지정 할 수 있다는 측면에서 다양한 길이의 직물을 권취할 수 있고 특히 검단 공정과 연속공정을 수행 할 수 있다는 큰 장점이 있다.

④ 직물의 위치 조정을 위한 Rough control system 과 Fine control system

완성된 벨벳 직물이 포장 과정에서 많은 문제점을 가지고있기 때문에 이를 해결하기위해서 바늘 이송형 말대판을 기 개발하였으며, 말대판에 직물의 셀비지 부분이 고정되도록 하기위해서는 권취부까지 직물이 정확하게 확포되어 진행해야 한다. 그러나 완성된 벨벳 직물이 권취부의 회전에 의해 말대판의 고정부까지 진행되면서 직물이 좌측 또는 우측으로 쏠림 현상이 발생하게된다. 이를 방지하기 위해서 본 연구에서는 직물 양쪽 끝부분에 미러형 센서를 설치하였으며, 이것은 어떤 한 방향으로 직물의 쏠림이 발생했을 경우 센서의 신호를 제어부로 전달하여 좌/우측으로 회전하고있는 벨트가 상승하면서 직물의 위치를 제어함으로써 직물이 정상적으로 진행하도록 위치를 조절한다.

또한 위치조정용 벨트 시스템에의해 조정되면서 정상적으로 진행한 직물의 경우도 최종 바늘 이송형 말대판에 고정되는 시점에서 약간의 좌/우측 쏠림이 발생할 수 있으므로 미세 위치조정을 위한 제어 장치를 설치하여 정확한 위치조정을 수행할 수 있도록 구성하였다. **Figure 5**는 본 연구에서 개발한 자동 벨벳 권취기의 Rough control system과 Fine control system의 사진이다.

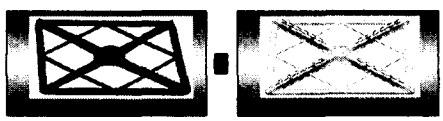


Figure 1. Take-up plate with fixed needle type (좌)
Take-up plate with moving needle type (우)

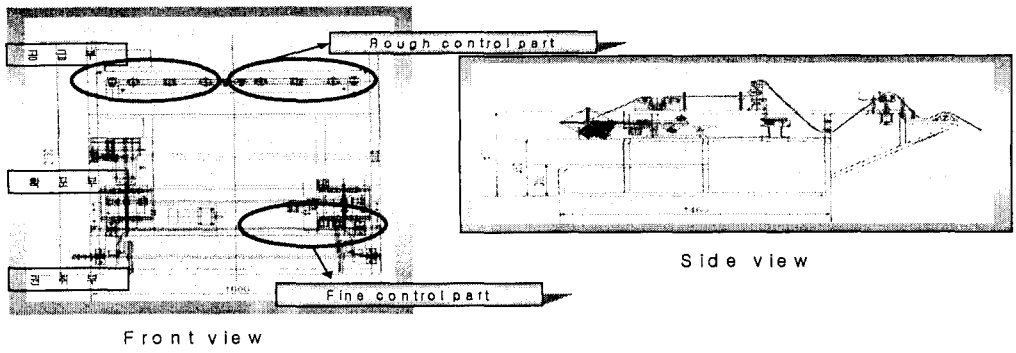


Figure 2. Design of Automatic Velvet Take-up Machine (좌)

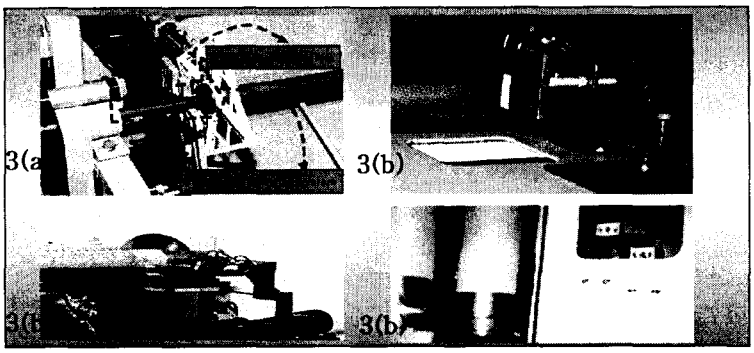


Figure 3(a). System for take-up stick fixing and needle picking
Figure 3(b). Mirror type photo sensor (우)

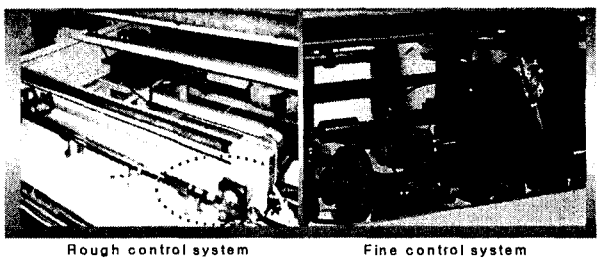


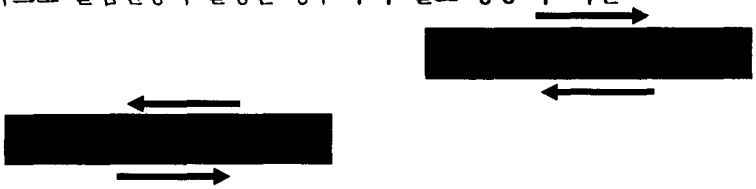
Figure 4. Rough control system & Fine control system

⑤ 직물 확포장치

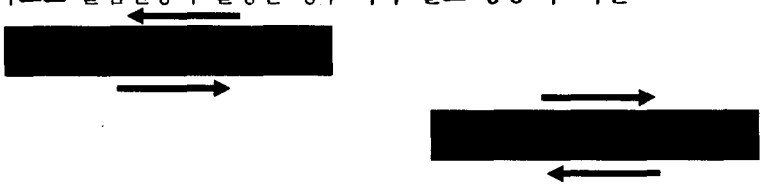
직물 확포장치는 직물의 셀비지 부분이 말대판에 정확하게 고정되도록 하기 위해 직물을 균일하게 확포시키는 장치로서 직물 표면의 손상없이 권취 공정을 수행 할 수 있도록 하였다. 이 장치는 일곱개의 확포 로울러가 사용되었으며 직물의 셀비지 부분이 일정 범위내에서 진행되어지도록 제작되었다.

i) 직물이 처음 확포되어 진행 할때 **좌/우측 벨트의 위치는 평형**

ii) 직물이 좌측으로 쏠림현상이 발생한 경우 **우측 벨트 상승 후 회전**



iii) 직물이 우측으로 쏠림현상이 발생한 경우 **좌측 벨트 상승 후 회전**



(2) 작동 원리

① 다수개의 확포 로울러를 구성하였고 프레임의 앞쪽에 권취부를 구성하였는데 권취부에는 모터의 동력을 전달 받으면서 말대판과 권취관을 양측에서 물어 회전시키는 회전축을 양측에 설치하였고, 회전축 옆부분에 말대판의 핀을 차례로 돌출시키기위한 핀 돌출 장치를 설치하였다.

② 핀 돌출장치는 다수개의 누름봉으로 바늘 이송형 말대판의 바늘을 순차적으로 돌출시켜 직물의 셀비지 부분을 고정하는 장치로 누름 봉을 장치판의 전면에 핀으로 지지시키고 장치판의 저면에 다수개의 소형 에어실린더를 설치하여 선단의 로드에 누름 봉의 하부끝단을 유설 시킴으로써 소형 에어실린더의 로드가 후진하는 작용으로 누름봉의 상단부가 앞으로 젖혀지도록 구성하였다.

③ 초기 셋팅상태를 보면 4방향의 6개의 바늘 중 가장 안쪽의 한 개를 제외하고는 모든 바늘이 돌출되지 않도록 돌출판이 바늘에 거의 밀착된 상태가 되므로 막대판이 회전하면 돌출 되어있던 핀이 정렬판에 마찰되면서 돌아가게 된다.

정해진 숫자만큼 회전한 다음에는 다음 단계의 바늘이 돌출할 수 있도록 정렬 판이 단계적으로 경첩부를 타고 후진하여 정해진 단계만큼을 권취 할 수 있도록 한다.

④ 완성된 벨벳 직물의 셀비지 부분이 말대판의 바늘에 정확히 고정되도록 하기 위해서는 권취부까지 직물이 정확하게 확포되어 진행해야 한다.

그러나 완성된 벨벳 직물이 권취부의 회전에 의해 말대판 고정부까지 진행되다보면 진행하는 힘에 의해 직물이 좌측 또는 우측으로 쏠림 현상이 발생하게된다. 이를 방지하기 위해서 본 연구에서는 어떤 한 방향으로 직물의 쏠림이 발생했을 경우 센서의 신호를 제어부로 전달하여 좌/우측으로 회전하고있는 벨트가 상승하면서 직물의 위치를 제어함으로써 직물이 정상적으로 진행하도록 위치를 조절한다. 또한 위치조정용 벨트 시스템에의해 조정되면서 정상적으로 진행한 직물의 경우도 최종 바늘 이송형 말대판에 고정되는 시점에서 약간의 좌/우측 쏠림이 발생할 수 있으므로 미세 위치조정을 위한 제어 장치를 설치하여 정확한 위치조정을 수행할 수 있도록 구성하였다.

3. 직물의 위치 제어가 가능한 자동 벨벳 권취기의 특징

(1) 개발 기계의 효과 및 특징

본 자동 벨벳 권취기(**Figure 5**)는 권취속도가 수동의 10배 이상의 효과를 얻을 수 있으며 과거 수작업에서는 직물이 고정형 말대판에 30%정도만이 고정되었는데 반해 자동 권취기는 90%이상의 정확도를 가지고 있어 융모의 손상을 방지 할 수 있다.

또한 각 침당 직물 고정 횟수를 길이에 따라 조절 할 수 있기 때문에 유동적으로 직물의 길이를 조절 할 수 있어 정확한 길이를 균일하게 권취 할 수 있다. 기계적인 측면에서는 구조가 간단하고 조작이 용이하여 비숙련공도 손쉽게 조작할 수 있어 인건비 절감에 큰 효과가 있고 소음이 적어서 실내에서도 권취 공정을 할 수 있다는 장점이 있다.

(2) 개발 기계 사진 및 사양

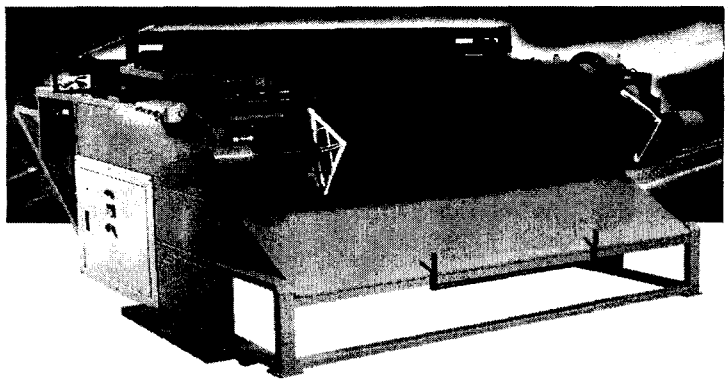


Figure 5. Automatic Velvet Take-up Machine with Location Control System for Woven

- 권취속도 : 30 yds/min (1 roll) , 10 yds/min (수동형)
- 직 물 폭 : 105~125 cm
- 모 터 : AC/DC SERVO MOTOR, AC MOTOR 1/4마력(200W), 220V(3상)
- 센 서 부 : Sensor type : Photo sensor : 4 Set
- 공 기 압 : 3~7 kg / cm^2

4. 결 론

본 논문은 개량된 말대판을 장착하여 벨벳원단을 감을 때 자동으로 정확한 권취를 할 수 있으므로 권취공정에서 발생하는 융모손상의 불량을 해소 한다는데 가장 큰 효과가 있다.

특히 바늘 이송형 말대판에 고정하기위해서 직물을 확포하여 권취부쪽으로 진행시켜보면 직물이 좌/우측으로 쏠리는 현상이 발생했던 선행연구의 문제점을 직물의 좌/우측 끝단에 센서장치를 설치하고, 센서의 신호에 의해 직물을 좌/우측으로 이동시킬 수 있는 위치조정 시스템을 설치하여 구동시킴으로써 정확하고 안정적인 권취작업을 수행 할 수 있도록 하였다.

이는 벨벳산업의 생산성향상은 물론이고 불량률의 감소로 인한 대외 신용도의 확보를 통한 국제경쟁력의 향상을 기대할 수 있으므로 국내 섬유산업 전반에 큰 발전을 기대할 수 있는 것으로 보여진다. 또한 이 기술은 균일한 간격을 두고 권취해야 할 필요가 있는 염색공정, 후가공공정 등 매우 많은 기계에 적용될 것으로 확신한다.

5. 참고문헌

1. 한성수, 재봉기의 자동화 기술, 한국섬유공학회, pp. 48~55, vol. 3, 1/2 (1999)
2. 한성수, 자동 벨벳 권취기 개발, 한국섬유공학회 추계 학술발표회논문집, pp. 191~196, vol. 32, (1999)
3. 이왕헌, 모터제어기술, 성안당 출판사, pp. 175~296(1992)
4. Joseph J. Carr, Sensors and Circuits, PTR Prentice-Hall , pp. 257~286(1993)
5. 위성동, PLC & FA 이론과 실습, 동일출판사(1997)
6. 지일구, PLC 제어기술, 성안당 출판사(1995)