

# 축간 거리편차에 의한 벨트 운동경로의 쓸림현상에 관한 해석

안성기, 홍승관, 허유, 장승호  
경희대학교 섬유공학과

## 1. 서론

섬유산업은 fiber로부터 시작하여 yarn, fabric을 거쳐서 최종 섬유제품인 clothing을 생산하는 복잡하고 긴 stream을 가지고 있으며, 최종상품으로 갈수록 부가가치가 높아지는 특징을 가지고 있다. 특히 최근에는 다양한 구조, 디자인과 함께 감성과 개성을 중요시하는 의생활 패턴의 변화에 기인하여, 의복의 형태가 다양화되고 기능에 따르는 구조의 변화와 소재의 다변화를 통해, 어패럴 산업의 개념과 기술적 변화가 크게 요구되고 있다.

어패럴 산업용 기계는 생산공정에 따라 매우 다양한 종류가 있다. 재단을 끝낸 pattern을 봉제하는 과정에서 최초로 행해지는 심지부착 작업은 fusing press기에서 이루어지는데, 이 공정은 의복이 완성된 후 원단 특유의 질감과 형태의 안정성을 유지하는 것이 매우 중요하다. 심지를 접착시키는 fusing press기는 벨트로 원단과 접착심지를 이송시키면서 heater로 열을 가하여 접착제를 용융시키고 롤러에 의해 압력을 가하도록 구성되어 있다. 이와 같은 fusing press기에서 높은 장력과 열이 가해지는 벨트는 원단의 이송뿐만 아니라 균일한 온도와 압력을 받도록 하는 심지 접착의 가장 중요한 동작요소이므로, 이에 문제가 발생하면 섬유제품에 치명적인 손상이 초래된다. 그러므로 벨트의 손상과 수명연장뿐만 아니라 fusing press된 섬유제품의 질을 높이기 위한 기술개발은 시급히 이루어져야 할 과제이다. 더욱이 fusing press기에 사용되는 벨트는 장시간 사용되는 동안 운동경로에 변동이 생겨 벨트가 구동 로울을 벗어나는 문제가 자주 발생한다. 그러나 산업현장에서의 이러한 문제점에도 불구하고 벨트 운동경로의 쓸림 특성에 관한 연구결과가 거의 없는 실정이다.

본 연구는 이 문제를 해결하기 위하여 fusing press기의 벨트장력 불균일을 일으키며 구동 로울 축방향으로의 운동경로 쓸림을 발생시키는 현상이 로울의 축간의 거리편차에 의한 것으로 생각하여 광폭 벨트 운동경로의 쓸림을 해석하고자 한다.

## 2. 실험

### 2.1 실험장치의 구성

본 연구를 위하여 간단한 실험용 광폭벨트 구동 시스템을 구성하였다. Fig. 1은 실험장치의 간략도이다. 로울축간의 거리와 로울이 이루는 각도를 변화시킬수 있는 롤러축 변위용 control bolt를 설치하고, 벨트의 한쪽 측면과 직접 접촉하여 벨트 측면의 운동경로를 측정할 수 있는 sensor를 부착하여 A/D converter를 통해 computer로 신호를 받아 분석하였다.

Fig. 1에서 로울축간의 거리는 y축, 벨트운동에 수직되는 로울축 방향은 x축, 벨트 운동선이 로울축 방향으로 이동하는 변위를 z축으로 표시하였다.

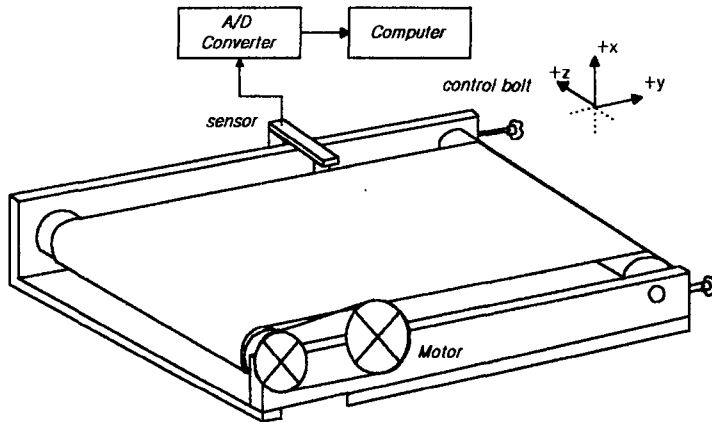


Fig. 1 Schemetic description of belt drive system

## 2. 2 실험조건 및 방법

본 연구에서 사용된 광폭벨트구동 시스템의 실험조건은 Table 1과 같다.

Table 1. Experimental conditions

driving velocity of belt	8.38 m/min
diameter of the roller	59 mm
distance of the roller axes	860 mm
width of the belt	400 mm
sampling frequency	2 Hz
sampling duration	1200 sec.

실험은 front roller의 축을 고정시키고, back roller의 축을 지지하고 있는 점의 위치를 변화시킴으로써 벨트 장력분포가 변하도록, Fig. 2와 같이 축간의 간격과 각도를 바꾸며 벨트의 운동선 변위를 측정하였다.

## 3. 실험결과 및 고찰

Fig. 3은 실험에서 얻어진 벨트 운동경로의 변위를 측정한 그래프의 대표적인 예를 보이고 있다. 벨트는 초기조건으로 z축을 기준위치에서 30mm 떨어진 상태에서 구동하였으며 축의 설정은 front roller와 back roller가 평행한 상태에서부터 back roller축의 한쪽 지지점을 x방

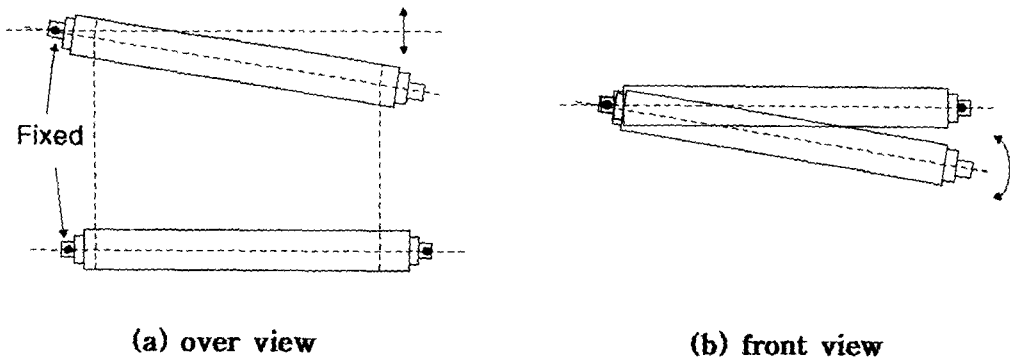


Fig. 2. Setting conditions of the roller axis for the experiment

향으로  $-4\text{mm}$ ,  $y$ 방향으로  $-1\text{mm}$ 가 되도록 하였다. 이 예에서 볼 수 있는 바와 같이 벨트는 시간이 경과함에 따라 일정한 위치에 접근해 감을 알 수 있다. 이러한 형태의 벨트 거동은 일정입력에 대한 1차계의 출력 특성과 같으며, 따라서 이러한 벨트의 운동특성을 나타내기 위하여 벨트의 운동선 변동의 초기구배와 정상상태에서의 최종 변위값을 축의 설정조건에 따라 구해보았다.

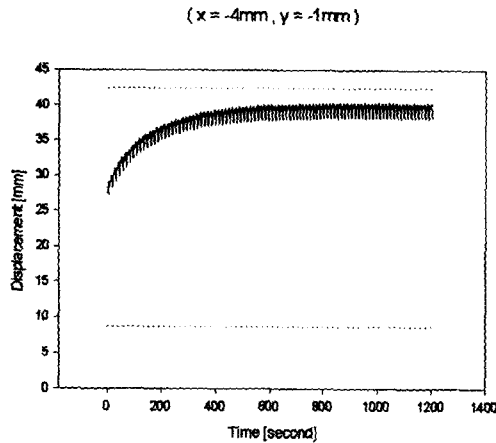


Fig. 3. The measured displacement of the belt side

Fig. 4와 Fig. 5는 deviation과 slope를 plot한 그래프이다. 두축이 동일 평면상에 있을 때 두축의 지지점 간격이 달라서 평행하게 놓이지 않으면 위의 Fig. 4에서 볼 수 있는 바와 같이 벨트의 운동궤적이 달라지며 축간 사행도가 커짐에 따라 벨트의 변위도 커진다. 벨트의 중심선 이동은 roller 축간 간격이 작은 쪽으로 이루어진다. 이러한 현상은 roller의 축이 동일 평면상에 있지 않고 공간 중에 어긋나 있는 경우에는 더욱 크게 나타남을 알 수 있다. 또한 이러한 벨트 중심선의 위치 이동은 Fig. 5에서 볼 수 있는 바와 같이 두축이 동일 평

면상이던 공간 중이던 상관없이 축간 사행도가 클수록 초기 이동 속도가 커짐을 알 수 있다.

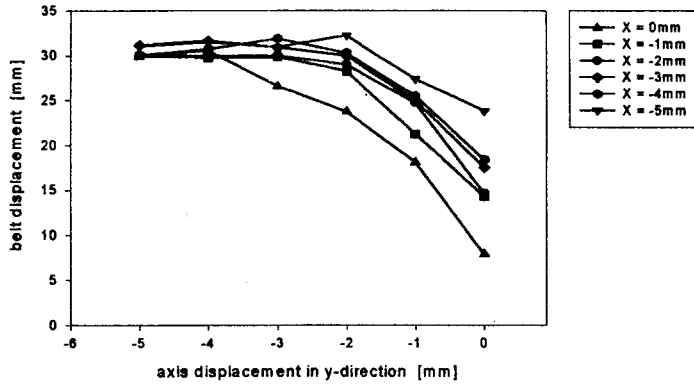


Fig. 4. The steady state displacement of belt side

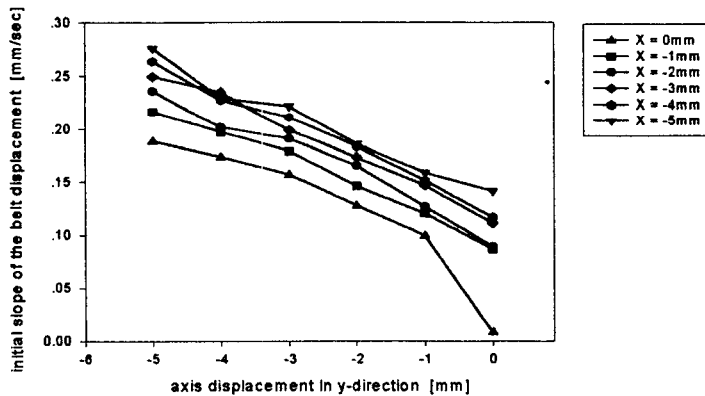


Fig. 5. The initial velocity of belt side movement

이러한 벨트 운동경로의 이동 현상은 벨트 구동 roller 축의 사행도에 따라 belt에 발생하는 장력과 roller 표면과 벨트와의 마찰에 의하여 일어난다고 볼 수 있다.

일반적으로 기구학적인 측면에서 벨트-폴리 구동에서는 진입측(advancing side of belt)에서의 폴리 심평면과 벨트 중심선이 일치하는 경우에는 연속적인 벨트 구동이 가능하나 그렇지 못한 경우에는 벨트가 벗겨지게 된다.<sup>1)</sup> roller로 구동되는 광폭 벨트도 이러한 관계가 성립되지만 roller축의 평행도를 유지하는 것이 대단히 어려울 뿐만 아니라 일반적으로 roller fusing press기에서 사용되는 광폭 belt는 물성이 균일하지 못하여 벨트-폴리 구동 기구의

조건이 그대로 적용될 수가 없다. 특히 Fig. 5에서 볼 수 있는 바와 같이 roller 두축간의 사행도가 작은 경우 벨트 운동선의 초기 변동 구배가 대단히 작으므로 벨트의 운동시간이 경과함에 따라 서서히 벨트가 제한된 운동범위를 벗어나게 된다. 이는 광폭벨트를 구동하는 산업설비(예를 들어 roller fusing press기)의 연속적인 가동을 어렵게 만들며 생산현장의 제품 품질을 저하시키는 요인이 된다. 따라서 연속적인 설비가동을 위하여는 정확한 벨트 롤러축의 평행도를 유지하거나 벨트의 위치변동을 억제하기 위한 제어장치가 필요하다고 판단된다.

#### 4. 결론

본 연구에서는 fusing press기에서의 벨트운동경로의 쏠림현상을 확인하기 위하여 롤러의 축간 거리편차를 다양하게 변화시켜 가며 실험한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

- (1) 광폭벨트/roller 전동시스템에서 roller축의 사행도에 따른 벨트운동선의 변위는 일정한 입력을 갖는 1차계의 출력특성으로 묘사할 수 있다.
- (2) 벨트 운동선은 구동축과 종동축 사이의 축간 거리편차가 작은 쪽으로 이동한다.
- (3) 롤러축의 사행도가 클수록 벨트이동의 초기속도와 최종변위가 커진다.

#### 참고문헌

- 1) V.L.Doughtie and W.H.James, "Element of mechanism", WibeY Toppen, 1954
- 2) 이찬형, "벨트콘베이어 설계핸드북", 과학평론사, 1981
- 3) 박영조, "기계설계", 보성문화사, 1981
- 4) Gerry Cooklin, "Fusing technology", Textile inst., 1990