

레피어직기의 바디칩 구동캠 성능향상에 관한 연구

권상석, 신재균*, 전두환

영남대학교 섬유패션학부, *영남대학교 기계공학부

On Improvement of Cam Performance for Rapier Loom Beat Up Mechanism

Sang-Seuk Kweon, Jae-Kyun Shin* and Du-Hwan Chun

School of Textiles, Yeungnam University, KyoungBuk, Korea

*School of Mechanical Engineering, Yeungnam University, KyoungBuk, Korea

1. 서 론

레피어 직기는 1,000rpm 이상의 워터제트와 에어제트 직기의 생산성에 미치지 못하는 못하지만 제직 범위가 넓고 다양한 색사 사용이 가능하다는 장점으로 인해 고급직물을 생산하기 위해 오늘날에도 폭넓게 사용되고 있다. 현재는 외국 선진국뿐만 아니라 국내에서도 레피어직기는 제트직기와 더불어 주력 개발기종 중의 하나이다. 근래 레피어직기의 개발방향은 고속화에 주력하고 있다. 레피어를 고속화하기 위한 시도는 위입구동부, 바디칩기구, 개구부, 송출부 및 권취부 등 전반적으로 검토되어야 하지만 본 연구에서는 바디칩기구의 고속화를 위해 바디칩기구의 구동원이 되는 구동캠의 성능향상에 목적을 두고 수행되었다.

바디칩 운동은 직물의 조직을 형성하는데 있어서 결정적인 영향을 미친다. 바디칩을 위한 기구는 일반적으로 제트직기에서는 크랭크 방식이 사용되고, 레피어직기에서는 캠방식이 주로 사용되고 있다. 직기의 회전각도에 따른 Reed의 각도로 정의되는 바디칩 곡선의 형태는 조직의 형성에 영향을 미침은 물론 직기의 진동이나 중동절계의 마모 등에 영향을 미치기 때문에 바디칩 곡선을 정의할 때는 이러한 점들이 모두 고려되어야 한다. 하지만, 국내에서는 이러한 분야에 대한 체계적인 연구가 이루어지지 않아 본 연구에서 국산 레피어직기를 대상으로 사용되고 있는 캠을 이용한 바디칩 기구의 문제점을 확인하고, 고속화를 위한 캠을 설계 및 제작하여 성능을 비교하고자 수행되었다.

2. 본 론

2.1. 바디칩 구동캠의 설계

기존에 사용되고 있는 레피어직기의 바디칩 구동캠은 상승-하강 구간에 Full-Rise 수정사인곡선(Modified Sine Curve : MS Curve)을 이용하여 설계되어 있고, 바디칩 운동은 캠 회전각 143° 동안에 총 각 변위 23° 를 갖는 단위정체곡선(Single Dwell Curve)으로 구성되어 있다(Figure 1). 일반적으로 캠의 설계에서 사용되는 Full-Rise curve는 이중정체구간(Double Dwell Curve)을 갖는 변위선도를 위한 것이며, 단일정체구간에 Full-Rise curve를 적용하면 순간 최대가속도의 크기가 커지므로 캠과 연결된 중동절계에 무리한 힘이 가해지는 결과를 가져오게 된다. 이러한 문제점은 기존에 사용되고 있는 레피어직기의 Follower bearing의 inner ring이 일정 부분 심하게 마모된 것으로 미루어 볼 때, 순간 최대가속도의 크기가 커짐으로써 중동절인 Follower bearing의 inner ring이 이상 마모되고 진동이 커진 것으로 판단된다.

따라서, 본 연구에서는 구동캠의 설계를 위해 3-4-5 Polynomial curve와 3-4-5-6 Polynomial curve를 적용하여 Half-Rise curve를 설계하였고, 3-4-5-6 Polynomial curve에서는 최대가속도가 최소화되도록 다항식의 계수를 조절하였다.

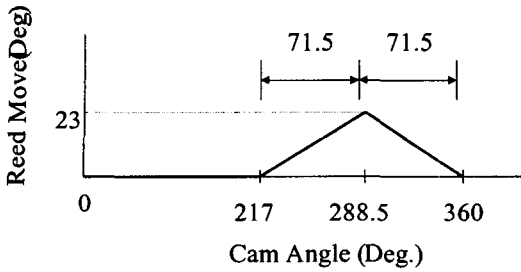
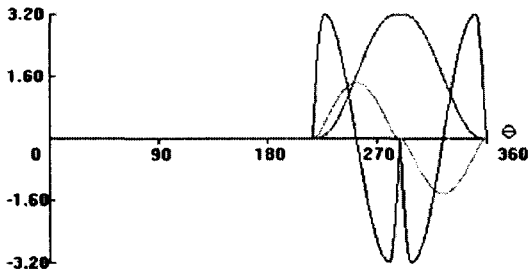
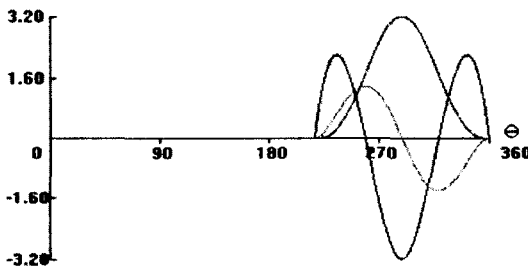


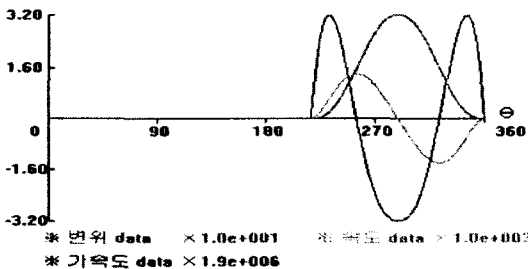
Figure 1. Beat-up timing diagram : Symmetric



(a) Original (MS curve) cam profile



(b) 3-4-5 polynomial cam profile



(c) 3-4-5-6 polynomial cam profile

Figure 2. Cam profile analysis

Figure 2는 MS curve를 이용한 캠과 Polynomial curve를 이용한 캠의 변위, 속도 및 가속도 선도를 나타내었다. Figure 2(a)에서 나타난 바와 같이 기존에 사용되고 있는 MS curve를 이용한 캠은 최대 변위에 도달하는 순간 종동절의 가속도가 0에 도달하도록 되어 있으므로 가속도의 불연속이 발생하여 이 지점에서 가속도가 급격히 변동되도록 되어 있다. 이러한 급격한 가속도의 변화는 Jerk의 크기를 증가시키므로 진동, 마모 등으로 인해 캠의 성능 저하를 불러오게 된다.

Figure 1에서 나타난 바와 같이 Beat-up function은 Single dwell이므로 종동절이 최대 변위에 도달하였을 때 가속도가 0이 되지 않아도 좋으며, 연속이기만 한다면 Beat-up function의 조건을 만족시킬 수 있다. 따라서, 3-4-5 polynomial curve와 3-4-5-6 polynomial curve에 이러한 완화된 조건을 적용하여 개선된 변위선도를 Figure 2(b)와 (c)에 각각 나타내었다. Figure 2(b)와 (c)는 각각 Single dwell 구간을 가지며 종동절의 최대 변위에서 가속도가 연속이 되는 조건을 가지고 있다. 캠 설계를 위해 Polynomial curve의 속도, 가속도 및 Jerk의 분석 결과, 3-4-5 polynomial curve는 속도와 Jerk가 Modified sine curve보다 줄었으나 가속도가 증가하는 단점을 나타내고 있다. 3-4-5-6 polynomial curve는 속도, 가속도, Jerk 모두 기존의 캠보다 낮게 나타났다. 따라서, 3-4-5-6 polynomial curve가 기존 캠의 단점을 보완하기 위해 유효한 캠의 형상을 알 수 있었다. 각각의 캠 형상에 따른 속도, 가속도, Jerk의 최대값은 Table 1에 나타내었다.

Table 1. Comparison of the results

Name	Coeffs.	Vmax (rad/sec)	Amax (rad/sec ²)	Jmax (rad/sec ³)
DD -MS	Modified Sine	1.76	5.33	69.30
SD	20/3,-25/3, -345 8/3	1.73	6.67	40.00
SD	9.68,-16.62, -3456 10.2, -2.26	1.72	5.16	58.08

2.2. 가속도 측정

기존에 사용되고 있던 MS curve를 적용한 캠과 3-4-5 polynomial curve 및 3-4-5-6 polynomial curve를 적용하여 제작된 캠을 이용하여 이론적으로 계산된 성능평가와 비교하기 위해 바디칩 기구에 3축 가속도계(3-axis accelerometer)를 부착하여 가속도를 측정하였다. 실험에 사용된 장비는 3축 가속도계(ENDEVCO)와 Signal analyzer로서 Pulse(B&K, type3560)가 사용되었다. 3축 가속도계는 Figure 3 과 같이 우측면 프레임에 부착되어 있는 캠 구동부의 축과 연결된 커플링에 부착하여 중동절계인 바디칩의 가속도를 측정하였다.

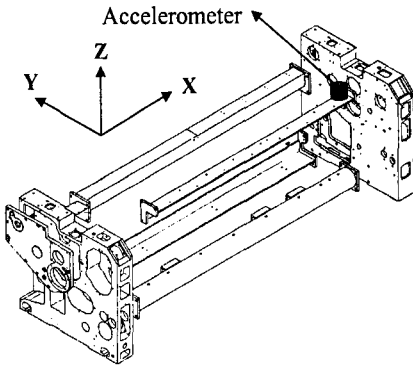


Figure 3. Schematic of experimental setup

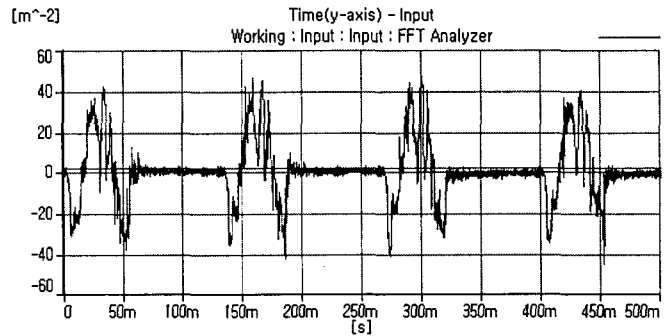
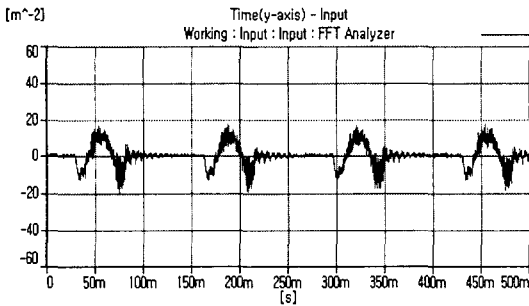
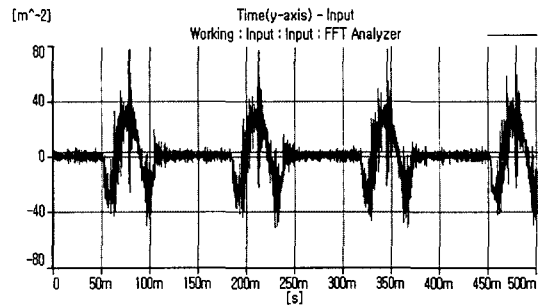


Figure 4. MS curve cam (Double dwell)

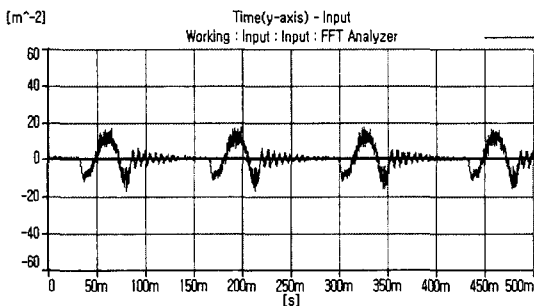


(a) Reed used

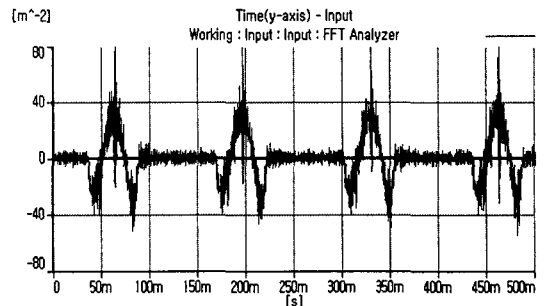


(b) Reed removed

Figure 5. 3-4-5 polynomial curve cam (Single dwell)



(a) Reed used



(b) Reed removed

Figure 6. 3-4-5-6 polynomial curve cam (Single dwell)

가속도의 측정은 Reed를 부착하여 바디침 기구 전체의 가속도를 측정하는 방식과 Reed 제거 후 캠축과 커플링만 연결하여 측정하는 방식으로 나누어 진행되었다. Figure 4와 Figure 5(a), Figure 6(a)는 Reed를 부착하여 측정한 결과이고, Figure 5(b), Figure 6(b)는 Reed 제거 후 측정한 결과이다. 측정 결과 얻어진 가속도 곡선의 형상(Figure 4~6)은 이론적인 가속도곡선의 형상과 잘 일치하고 있음을 알 수 있다. 또한, 캠 재설계 후 종동절계의 최대 가속도가 변경 전보다 절반 이하로 줄어들었으므로 인해 동적인 안정성도 증가하였다고 할 수 있다.

실험결과에서 특이할 만한 점은 Figure 5(b)와 Figure 6(b)에서 가속도가 최대가 되는 지점에서 날카로운 Peak가 나타나는 점이다. 이러한 Peak는 Reed가 제거된 상태에서 나타나며, Reed가 부착된 상태에서는 나타나지 않는다. 이것은 이중 캠(Conjugate cam)을 적용할 때 두 개의 종동절 볼이 번갈아 캠을 밀게되며 이때, 변위의 최대점에서 두 개의 볼이 변경되는 순간에 작용되는 충격에 의한 것으로 판단된다. 하지만, Reed 부착 시에는 이러한 현상을 볼 수 없으므로 Reed에서 완충효과를 나타내는 것으로 판단된다.

3. 결론

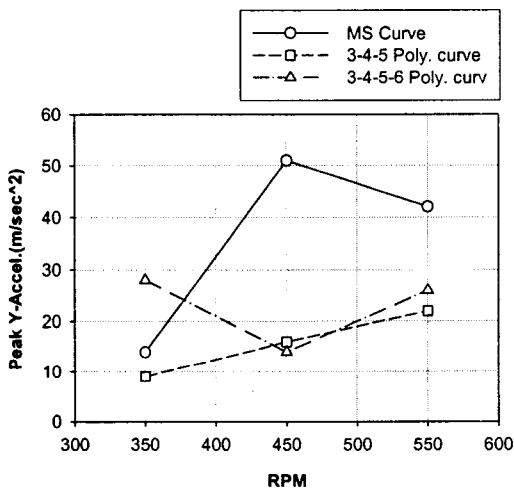


Figure 7. Comparison of maximum acceleration

4. 참고문헌

1. 신재균, 채영석, 윤원식, 김호성, 박명환, "레피어 직기의 위입구동부에 대한 기구학적 고찰", 한국섬유공학회지, 제34권, 제11호, pp.801~808, 1997.
2. 김영규, 최연선, 이대훈, "중저가형 Double Flexible Rapier 직기 개발", 한국섬유공학회지, 제35권, 제5호, pp.282~293, 1998.
3. A. Sternheim and P. Grosberg, "The Effect of Sley Motion on the Beat-up Force", Journal of the Textile Institute, V.82, No.3, pp.325-331, 1991.
4. H. Hahn, "Weft Yarn Breakage Probability Precalculation", Melliand Textileberichte, pp.E258~E260, 1991.
5. N. Johan Wismer and H. Konstantin-Hansen, "The Application note for Vibration & Modal Analysis", Spectris Korea Ltd. 1997.
6. K. Slater, "Textile Mechanics", The Textile Institute Manchester, 1987.