

캠식 도비기구의 구동 Mechanism해석

신재균 · 이상춘*, 이삼동**

영남대학교, *영남대학교 대학원,** 서부기계공업(주)

Analysis of Driving Mechanism for a Cam Type Dobby System

Jae-Gyun Shin, Sang-Choon Lee*, Sam-Dong Lee

School of Mechanical Engineering, Yeungnam University

* Graduate School of Yeungnam University

** Seobu Machinery Co., Ltd.

1. 서론

Cam 식 도비기구는 최대 16매의 종광(Heald)을 장착하여, 젯트 직기 등에서의 개구를 만들어 내기 위한 개구기구(Shedding Mechanism)이다. 일반적으로 Cam식 도비기의 기구학적인 구조는 2열의 페그·홀(peg hole)을 가진 문반바(Pattern chain bar)로 이루어진 제어 기구부와 구동 Cam으로부터 종광틀까지에 이르는 구동 기구부의 둘로 나누어 생각할 수 있다[1]. 구동 기구부는 동일한 구조를 가지는 16조의 캠-링크장치 복합형 장치로서 각 조의 구동기구부는 각각 하나의 종광틀을 구동하게 된다. 제어 기구부는 각 구동 기구부의 연쇄를 단락하여 특정의 종광틀의 운동을 조정하는 기능을 가지고 있다. 본 연구에서 관심을 가지는 부분은 이들 중 구동기구부로서 특히 다음의 사항에 대하여 밝혀 보고자 하였다.

- 1) Cam-Linkage 복합장치인 구동기구부의 전산 해석 방법 확보
- 2) 전산 해석 방법을 이용한 각 종광틀의 개구량 계산 및 실험치와의 비교
- 3) 구동부의 Cam 설계 절차

2. 도비기구의 전산해석

2.1 캠식 도비기의 구조

Fig.1에는 구동 기구부를 단순화하여 2차원으로 나타내었다. 구동기구부의 입력부인 Cam은 Cam ball과 접촉하여 Cam follower를 구동한다. Cam follower에는 상하한 쌍의 Push rod가 장착되어 있어 조건에 따라 Hook Plate의 상하 두 부분 중 한 부분을 밀게 된다. 여기서 조건이란 두 개의 Reading hook의 연결상태를 나타내는 것으로서, 그림에서와 같이 상부 hook들이 연결되면 Hook Plate의 하단부는 구속상태에서 벗어나게 되고, 상부의 Push rod가 Hook Plate의 상단부와 접촉을 유지하면서 계속해서 밀게 된다. Hook plate의 각운동은 Half Jack Lever의 각운동을 만들어 내고, 이 각운동은 Connector와 잭 레버(Jack lever)로 전달된다. Jack lever에는 종광을 끌

어 당기기 위한 Rope가 걸려 있다. Rope는 Heald Wheel을 돌리게 되고, 최종적으로 Heald rod을 통하여 종광을 구동하게 된다. 16개 각 구동기구부에서 Cam에서 Connector까지의 모든 치수는 동일하다. 각 종광들의 상이한 변위는 Connector를 Jack lever에 연결하는 점의 위치를 변경시킴으로써 얻어 진다. 이 연결 위치의 변화에 따른 각 종광들의 개구량 변화는 본 연구에서 밝히고자 하는 주요 사항의 하나로 다음 절에서 자세히 취급될 예정이다.

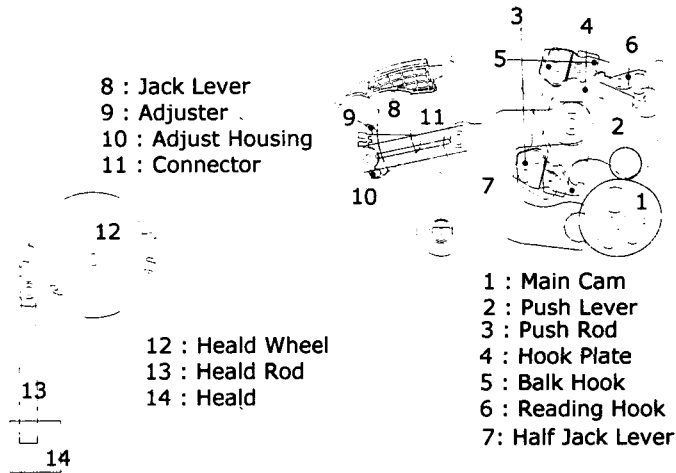


Figure 1 Schematic of a Cam Type Dobby Mechanism

2.2 구동기구의 자유도

Fig.1에서와 같이 상부 Hook들이 연결된 상태에서 기구는 완전한 폐회로를 이루므로 이론적으로 Cam의 운동은 종광의 운동을 구속하게 되어 전체 계는 1자유도의 계를 형성하여야 한다. 이를 확인하기 위하여 우선 Cam에서부터 Jack lever까지의 기구에 대한 자유도를 Kutzbach[2]의 자유도 계산 공식에 따라 계산하여 보면 기구의 자유도는 3인 것으로 판명된다. 자유도가 3인 기구는 하나의 입력으로 구동할 수 없으나, 실제로 연결된 Hook 부분의 자유도는 동역학적으로 구속이 되므로 결과적으로 1자유도의 기구와 같이 움직이도록 되어 있다. 이러한 동역학적인 자유도를 가지게 되면 전산해석시에 기구학적인 접근이 어려워지므로 실제 기구의 거동을 고려하여 자유도가 1이 되도록 모델을 구성하는 것이 바람직하다.

2.3 전산해석 Modeling

앞에서의 논의에 의하여 Fig.1에 보인 3자유도계에 대한 등가의 1자유도 모델을 구성하는 문제를 생각하여본다. 우선 실제 제작된 기구의 작동 상태를 관찰한 결과 Hook들이 한번 연결되면 연결된 Balk Hook과 Reading Hook 사이에는 거의 상대적인 운동이 일어나지 않음을 알 수 있었다. 이를 토대로 Hook된 상태에서 그 두 개의 Link는 하나의 Link로 간주하고, 또한 이들 두 Link 사이의 Contact joint를 무시할 수 있다. 이렇게 하면 새로이 모델링 된 계에서는 기존의 모델에 비하여 Link 수가

하나 작아지고, Joint의 수도 하나 작아진다. 즉, 새로운 Model은 자유도가 1이므로 원하는 기구학적 해석이 가능하다.

3. 해석 결과 및 검토

제 2절에서의 Modeling 결과를 토대로 종광들의 시간에 따른 변위나 전체 개구량 등을 해석해 보았다. 본 기구에서 가장 중요한 사항은 캠 회전각에 대해 종광의 변위를 나타낸 변위선도의 모양이 될 것이다. Jack lever 상에 핀의 조립위치는 Lever 상의 조립 기준점인 홈에서부터 Adjust Housing까지의 원호의 길이로 나타내어진다. Fig. 2에는 1번부터 16번까지의 종광의 변위를 캠 회전각에 대해 나타내었다. 이들 변위선도로부터 종광의 개구량을 구할 수 있으며, 구한 결과는 Table 1에 정리하였다. Fig.2의 결과로부터 종광의 변위는 개구초기에 서서히 증가함으로 해서 위입을 위한 개구공간을 최대한 확보하고 있음을 보여 준다. 이러한 사실은 Fig.3에 보인 16번 종광의 속도곡선에서 분명히 확인된다. 종광의 속도는 초기에 낮은 값으로 유지되고 있음을 확인할 수 있다. 또한, Table 1에 의하면 현 상태에서 16번 종광의 전체 개구량은 약 120mm로 나타났으며, 이 결과는 실험적으로 측정된 개구량 120~122mm와 일치하는 것으로 확인된 바 있어, 본 해석과정이 실제와 잘 부합함을 보여준다. 참고로 Fig.2에는 16번 종광의 가속도 곡선도 함께 나타내었다. 전 구간에 걸쳐 가속도가 연속적으로 처리되어 있음을 확인할 수 있다.

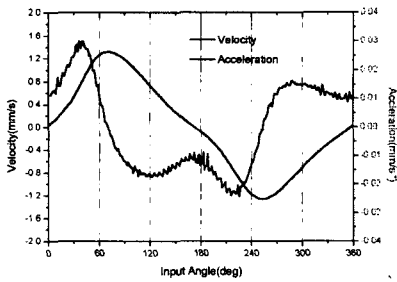


Fig.3 Velocity & acceleration diagram : #16 Heald

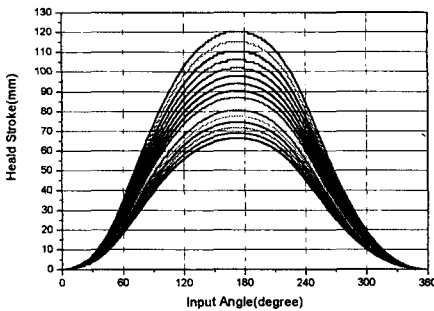


Fig. 2 Stroke of each healds

Table 1 Configuration Data and Calculated Stroke for the Dobby Mechanism

| Heald | Setting Length(mm) | Lever angle(deg.) | Stroke (mm) |
|-------|--------------------|-------------------|-------------|
| 1 | 45 | 11.2 | 66.3 |
| 2 | 49.6672 | 11.6 | 69 |
| 3 | 54.3341 | 12 | 71.7 |
| 4 | 59.0010 | 12.5 | 74.5 |
| 5 | 63.6673 | 13 | 77.4 |
| 6 | 68.3342 | 13.5 | 80.5 |
| 7 | 73.0010 | 14 | 83.6 |
| 8 | 77.6674 | 14.5 | 86.9 |
| 9 | 82.3343 | 15.1 | 90.3 |
| 10 | 87.0010 | 15.7 | 93.9 |
| 11 | 91.6674 | 16.3 | 97.7 |
| 12 | 96.3344 | 17 | 102 |
| 13 | 101.0010 | 17.7 | 106 |
| 14 | 105.6676 | 18.4 | 110 |
| 15 | 110.3344 | 19.3 | 115 |
| 16 | 115 | 20.1 | 120 |

4. 구조 개선시의 Cam 설계에 대한 고려

일반적으로 캠기구를 설계하는 절차는 우선 종동절의 변위곡선을 설계하고, 다음에 설계된 변위곡선에 따라 캠의 윤곽곡선을 설계하게 된다. 종동절의 변위선도를 결정할 때에는 우선 속도곡선에 불연속이 없어야하며, 또한 가속도 곡선이 연속이 되도록 하여야한다. 이러한 요구조건은 소위 캠설계의 기본법칙이라 하여 잘 알려져 있다 [3]. 일반적인 캠기구의 설계절차에서는 이와 같이 종동절 자체의 운동을 기준으로 한다. 그러나, 본 기구와 같이 종동절의 변위가 그대로 최종 출력절, 즉 종광의 운동이 되는 것이 아니고 중간에 링크장치를 거치게 될 때는 설계절차가 최종출력절의 운동이 기준이 되도록 변경되어야 한다. 다시 말하면, 도비식 캠 기구의 설계에서는 우선 종광의 변위곡선이 설계되어야 한다. 종광의 변위곡선은 도비기가 사용될 직기의 종류에 따라 달라 질 것이며, 이러한 자료는 직기 제조회사로부터 제공되거나, 아니면 도비 제조회사에서 기본적인 자료로 확보하고 있어야 할 것이다. 어떤 형태로던 종광의 변위곡선이 결정되면, 종광의 변위를 입력 조건으로하여 기구를 역으로 해석함으로써 종동절의 변위곡선을 생성할 수 있다. 이때 역으로 해석하기 위해서는 본 연구에서 제안한 해석 모델을 그대로 적용할 수 있다. 역으로 해석한 결과로부터 얻어진 종동절의 변위곡선으로부터 캠 윤곽을 생성하는 작업은 통상의 캠 설계절차[3]와 동일할 것이다. 물론, 종광의 변위곡선이 캠 설계의 기본법칙을 만족하고 있다면, 종동절의 변위선도도 이를 만족하고 있을 것이므로 문제가 없다.

5. 결론

본 연구에서는 현재 국내에서 생산중인 캠식 도비기의 구동기구부에 대하여 실제 치수를 사용하여 해석을 시도하였다. 그 결과 종광들의 변위, 속도 및 가속도를 구할 수 있었으며, 구해진 결과는 실험을 통하여 알고 있던 결과와 잘 일치함으로써 해석 모델의 타당성을 입증하였다. 이러한 성공적인 해석 작업은 향후 새로운 모델의 개발이나 기존의 설계를 수정할 때, 시작품을 제작하기 전에 설계결과를 확인하는데 사용함으로써, 시작품 제작에 따른 시행착오를 줄이고, 그 결과 개발비용이나 시간의 절약을 기대할 수 있게 되었다. 또한, 단순히 실험에 의존하던 기계의 주요 성능을 전산해석을 바탕으로 분석할 수 있게 됨으로써, 기계 소비자들에 대한 정확한 자료제공은 물론 제품의 이미지 제고에 일익을 담당할 수 있을 것으로 기대된다.

6.참고문헌

1. O. Talavasek and V. Svaty, *Shuttleless weaving machines*, Elsevier, 1981.
2. A. E. Erdmand and G. N. Sandor, *Advanced Mechanism Design, Vol 2*, McGraw-Hill,(1984).
3. 이장무 외 2인 역, *기구학*, 희중각, 1995