

레이저를 이용한 캠 프로파일 정밀 측정 장치 개발에 관한 연구

임상현*(창원대원 기계설계공학과), 이춘만(창원대 기계설계공학과), 정종윤(창원대 산업시스템 공학과), 윤상대((주)화인 에이티씨), 신상훈, 신성우, 황영국(창원대원 기계설계공학과)

A Study on the Development of High Precision Cam Profile Measuring System using Laser Interferometer

S. H. Lim(Mecha. Design & Manuf. Eng. Dept. CNU), C. M. Lee(Mecha. Design & Manuf. Eng. Dept. CNU), J. Y. Jung(Industrial & Systems Eng. Dept. CNU), S. D. Yoon(Fine A.T.C Co., Ltd.), S. H. Shin, S. W. Shin, Y. K. Hwang(Mecha. Design & Manuf. Eng. Dept. CNU)

ABSTRACT

Cam mechanisms are one of the most popular devices for generating irregular motion and are widely used in many industrial areas. The purpose of this study is the development of high precision measuring system for measurement data acquisition and analysis of a manufactured cam profile. The developed system is composed of servo motor, CNC controller, rotary encoder, and laser interferometer. And also, this system is non-contact measuring type. The developed system takes only 5 minutes to measure a cam profile and to analyze the measuring data while the CMM(coordinate measuring machine) takes about 1 hours even by a skilled operator.

Key Words : Cam (캠), Measuring system (측정 장치), Laser interferometer (레이저 측정기), Non-contact measuring (비 접촉 측정)

1. 서론

캠은 모양이 다양하고 캠과 종동절계(cam-follower system)는 여러 가지 방식으로 결합될 수 있으므로 그 응용범위가 매우 넓은 기계요소이다. 캠 기구는 구조의 단순성, 운동형태의 자유로운 선택, 복합적인 운동묘사의 편이성 때문에 여러 엔진의 밸브기구와 방적기 및 소비재를 생산하는 기계들 등 여러 기계적 장치에 사용되고 있다. 또한 캠의 회전에 의한 종동절의 정확한 움직임을 얻기 위해서는 캠의 형상이 정확히 설계되어야 하며 설계된 형상을 정확히 가공하는 것이 우선되어야 한다. 캠 제조 공정은 외경 선삭, 연삭 그리고 열처리를 거친 후 마무리 연삭가공을 통하여 최종 형상을 얻게 된다. 가공을 마친 후에는 최종 형상에 대한 정밀도를 측정하게 되는데 일반적으로 3차원 측정기(coordinate measuring machine)를 사용하여 측정한다. 그러나 3차원 측정기는 범용 장비이므로 캠 측정에 전문화된 인력이 필요하고 무엇보다 측정기 자체가 매우 고가의 비용을 요구한다. 이에 본 연구에서는 캠 형상의 정밀 측정 및 측정 데이터의 분석을 단축시키기 위해 캠 프로파일 정밀 측정 장치를 개발하는데 목적을 두고 있다.

본 측정기는 캠을 회전시키는 서보 모터를 이용한 구동부와 캠의 표면의 위치를 정밀 측정하기 위

한 레이저 측정기로 구성 되어 있으며 캠이 1회전 하는 동안 그 위치 데이터를 받아들여(sampling) 캠 프로파일의 치수를 측정하게 된다. 그리고 캠 프로파일의 중심을 찾아내기 위한 방법으로는 캠을 회전시키는 구동부의 선단에 원통을 장착하여 원통의 측정 데이터를 이용하여 그 중심을 찾아내었고 이를 이용하여 캠 프로파일의 치수를 결정하는데 사용하였다. 또한 본 연구에서는 접촉식 프로브를 사용하지 않았으므로 캠 프로파일 표면에서 발생하는 접촉 진동 효과에 의한 오차 발생요인이 적은 장점을 지니게 된다. 또한 일반적인 접촉식 리니어 스케일(linear scale)의 경우 피치가 50 mm 이상 늘어나게 되면 선단의 휘어짐에 의해 오차가 발생할 확률이 높아지게 되고 이것은 정밀 측정을 방해하는 하나의 요인으로 작용하게 된다. 이런 이유로 인해 본 연구에서는 레이저 측정기를 사용하는 비 접촉식 변위 측정 방법을 도입하였고 캠 프로파일 정밀 측정 장치를 개발할 수 있었다.

2. 측정 장치의 구성 및 원리

Fig. 1은 본 측정 장치의 전반적인 구성을 나타내고 있다. 먼저 캠 설계를 수행한 후 CNC가공을 수행한 다음, 측정기에 피 측정물을 위치시킨다. 이 때 측정기는 서보 모터와 10,000 pulse/rev의 로터리 엔

코더로 구성된 구동부와 레이저 측정기를 이용한 측정부로 나뉘어 있고 엔코더에서 나오는 신호와 측정기에서 나오는 신호를 동기화 및 처리하기 위한 DSP 보드와 함께 구성되어 있다. 마지막으로 DSP 보드를 통해 출력된 데이터를 저장하고 분석하며 설계된 캠의 데이터와 비교를 위한 PC가 위치하고 있다. 본 측정기에 사용된 레이저 측정기는 Fig. 2의 (a)와 같이 레이저 발진기에서 나온 빛이 캠 프로파일의 표면에 맺히는 형상을 CCD-Array에서 감지하여 변위를 발생시키는 원리를 가지고 있으며 측정 장치의 제원을 Table 1에 제시하였다.

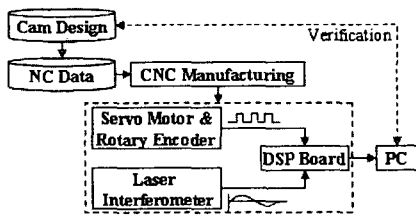


Fig. 1 Composition of cam profile measuring system

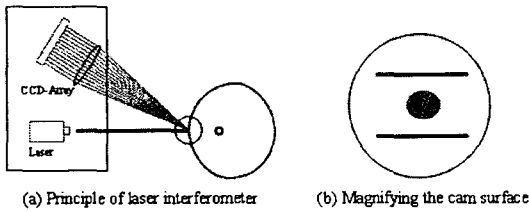


Fig. 2 Principle of laser measurement system

Table 1 Hardware specification

Laser Interferometer	<ul style="list-style-type: none"> · Resolution : 0.1 μm · Accuracy : $\pm 1 \mu\text{m}$ · Max. Stroke : 70 mm · Analog output voltage : 0~5 V
System Controller	· WACOM Sentrol-M PC NC

3. 측정 결과

앞 절에서 제시한 원리를 가진 캠 프로파일 측정기를 제작한 결과를 Fig. 3에 나타내었고 Fig. 4에 Visual C++를 이용하여 구현한 화면을 나타내었다.

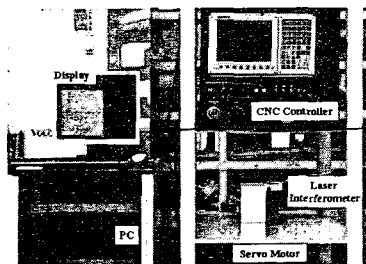


Fig. 3 Developed system for the cam profile measuring

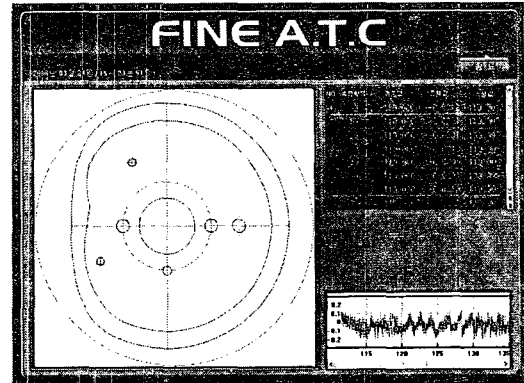


Fig. 4 Display of the developed system

Fig. 4에 나타낸 바와 같이 좌측에 측정하고자 하는 형상과 측정값을 그림으로 표시하였으며, 우측 상단에 원하는 측정항목(예를 들면 각도 값)에 대한 오차 값을 표로 제시하였고 우측하단에는 취득된 신호를 각도에 대한 그래프로 출력하여 캠의 가공오차를 측정하였다.

4. 결론

본 연구에서는 캠 프로파일 정밀 측정 장치를 개발하는 것에 대해 논의하였으며 개발된 측정 장치를 이용하여 측정을 수행하였다. 레이저 측정기를 사용하여 비 접촉으로 캠의 변위를 구하였고 3차원 측정기를 사용하여 측정을 할 경우 1시간 이상 소요되는 시간을 5분 이내로 단축하여 측정에 소비되는 시간을 줄였다. 그러나 캠의 위치선정에 따라 매우 다른 결과가 나타남에 따라 정확한 위치를 선정하는 것이 중요하며 이런 이유로 향후 본 시스템을 발전 시켜 기상측정을 구현하는 것이 요구되어진다.

후기

본 연구는 산업자원부의 지역혁신 인력양성사업의 연구결과로 수행되었음.

참고문헌

1. Sherrington, I. and Smith, E. H., "Modern Measurement Techniques in Surface Metrology : Part II : Optical Instruments," Wear, Vol 125, pp. 289-308, 1988.
2. 조승현, 이승용, 조명우, 권혁동, 김문기, "기상 측정 시스템을 위한 일반형상 측정 모듈 개발," 한국정밀공학회 2000 추계학술대회 논문집, pp.239-242, 2000.
3. 김현수, 홍성욱, "연삭기에서의 기상 측정," 한국정밀공학회지, 제18권, 제6호, pp. 27-36, 2001.
4. 이종대, 3차원 측정 이론과 실제, 성안당, pp. 8-9, 2000.