

# 캠 샤프트 형상 정밀도 측정 시스템

## Cam Shaft Profile Accuracy Measuring System

\*#강재관<sup>1</sup>, 이상윤<sup>2</sup>, 정유정<sup>3</sup>

\*\*J. G. Kang<sup>1</sup>(jlkang@kyungnam.ac.kr), S. Y. Lee<sup>2</sup>, Y. J. Jung<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 경남대학교 기계자동화공학부, <sup>2,3</sup>경남대학교 생산자동화기술혁신센터

Key words : Cam shaft, Geometrical Deviation, Profile Accuracy, LVDT Sensor

### 1. 서론

자동차 엔진에서 캠 샤프트는 자동차의 주행과 연료 분사 시기 결정에 있어서 필수적인 부품이며 강성과 성능은 엔진의 내구성과 자동차의 연비에 지대한 영향을 미치는 자동차 새시의 구성품이다. 캠 샤프트는 외경 선삭, 연삭, 열처리, 그리고 마무리 연삭가공의 제조과정을 통해 최종 형상을 얻는다. 이에 따라 본 연구에서는 최종 가공된 캠 샤프트 형상의 가공 정밀도를 측정할 수 있는 측정기와 이를 이용하여 측정 데이터를 취득할 수 있는 방법론을 제시한다.

캠 프로파일 가공 및 측정에 관한 기존의 연구로는 가공과 관련하여 Biarc 곡선보간법을 이용한 NC 프로그래밍에 관한 연구[1,2], 평판 캠 및 입체 캠을 위한 CAD/CAM에 관한 연구[3]들이 있으며, 측정과 관련하여서는 선박엔진용 캠 형상 정밀 측정에 관한 연구[4,5]와 캠 프로파일 전용 측정기 개발에 관한 연구[6] 등이 있다. 그러나 다수의 캠을 보유하고 있는 캠 샤프트의 측정을 위해서는 개별 캠의 측정 뿐만 아니라 캠간의 설계 파라미터 값도 함께 고려하여야 한다. 따라서 본 연구에서는 캠 샤프트의 전체 형상을 자동으로 측정할 수 있는 방법론의 제시 및 기존의 연구에서 간과한 측정데이터와 설계 데이터의 직접 비교할 수 있는 방법을 제시한다.

### 2. 캠 샤프트 측정기 구성

측정시스템은 Fig. 1와 같이 세부분으로 구성되어 있다. 첫째 캠 샤프트의 회전 운동 및 측정 센서의 선형운동을 담당하는 구동부, LVDT센서를 이용하여 캠 프로파일의 변위를 측정하는 측정부, 그리고 구동 제어 및 측정 데이터를 수집하고 컴퓨터에 디스플레이하는 제어부로 구성되어 있다.

#### 2.1 구동부

시스템의 구동부는 3개의 스테핑 모터를 사용한다. 각각은 캠샤프트의 회전과 캠 샤프트 개별 캠 간의 이송, 그리고 초기 위치까지의 이송을 담당한다. 사용된 스테핑 모터의 사양은 스텝각도가 1.8°이다.

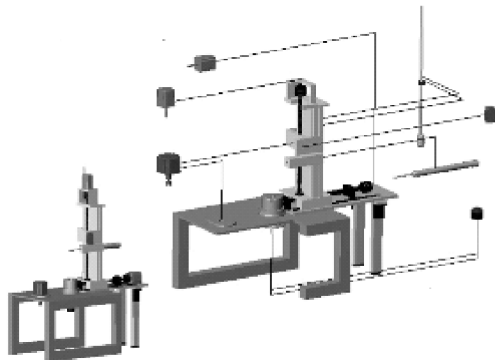


Fig. 1 Cam shaft profile measuring machine

#### 2.2 측정부

시스템의 측정부는 캠샤프트의 회전 구동 모터에 장착하여 회전각을 측정하는 파트와 LVDT를 이용하여 캠 프로파일의 변위

값을 측정하는 파트, 그리고 측정위치의 절대값을 측정하는 부로 구성된다. 회전 구동 모터에 사용된 엔코더는 중공축 구조로 1회전에 3600펄스가 출력되어 0.1도 단위의 계측이 가능하다. 캠프로파일의 변위값을 측정하는 LVDT는 측정범위가 +25.4mm 이고 출력값이 0~10V이며 측정 위치의 절대값을 측정하는 리니어 엔코더는 최대 스트로크가 220mm, 측정정밀도, +5, 반복정밀도 +3의 사양을 사용하였다.

#### 2.3 제어부

각 모터의 제어와 LVDT 및 광학엔코더로부터 입력되는 신호는 NI사의 DAQ보드(NI-6229)를 이용하여 획득한후 LabVIEW 프로그램을 이용하여 획득 데이터를 그래픽으로 처리하였다.

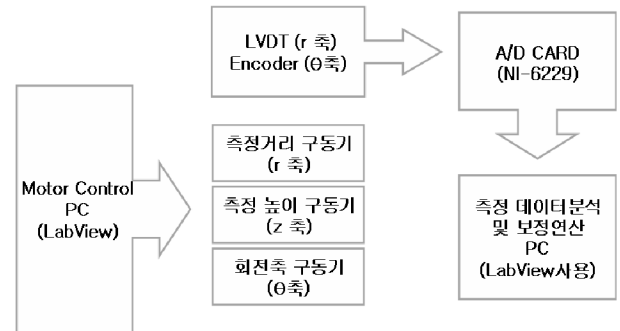


Fig. 2 Block diagram of the system

본 연구에서 개발된 캠 샤프트 프로파일 측정 시스템이 Fig.3에 나타나 있다. 본 연구에서 개발된 측정기는 기존 연구와 달리 수직형으로 설계되어 캠 사이즈에 관계없이 장탈착의 용이하게 하였다.

또한 측정 프로브의 끝에 Fig.4와 같이 물러사이즈와 동일한 회전체를 부착함으로써 기존의 논문에서 측정 오차 문제로 거론되었던 "프로브 캠 접촉 측정 오차" 문제가 자동 해결되게 하였다. 즉 캠 설계 데이터가 캠 윤곽 곡선 데이터로 주어지지 않고 중동절 끝의 물러 중심점의 궤적으로 주어진다든 점에 주목하여 동일한 반경을 갖는 회전체를 측정 프로브 끝에 부착하여 회전체 중심 좌표를 읽어드림으로 측정데이터와 설계 데이터를 직접 비교할 수 있도록 하였다.

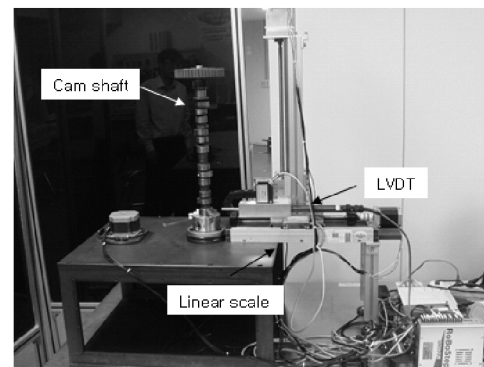


Fig. 3 Developed vertical type measuring machine

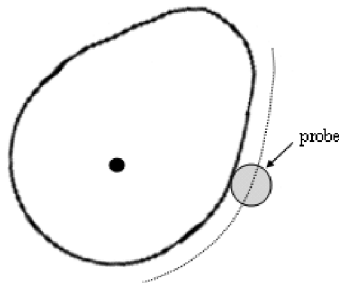


Fig. 4 Measuring data of probe center points

3. 측정 및 데이터 해석

개발된 측정기가 피측정물인 캠 샤프트의 프로파일을 측정하는 절차는 다음과 같다.

- 1) 측정 원점 이동 : 캠축의 첫번째 캠을 측정하기 위하여 수동으로 펄스를 발생시켜 z축을 따라 이동시킨다.
- 2) 측정 준비 : x축 모터를 구동하여 LVDT 센서가 측정할 캠과 접촉하도록 한다.
- 3) 캠 샤프트 회전 : 캠샤프트 구동 모터를 회전시키면서 회전량을 읽어 들인다.
- 4) 캠 프로파일 측정 : LVDT를 통해 입력되는 캠프로파일의 변위값을 읽어 들인다.
- 5) 측정프로브 후퇴 : 첫 번째 캠의 측정이 끝나면 측정 프로브를 뒤로 후퇴시킨 후 두 번째 캠의 측정 위치로 이동시킨 후 최종 캠 프로파일을 측정할 때까지 2)-5)의 과정을 반복한다.

이상의 과정을 순서대로 수행시키는 방법은 Fig. 5와 같이 MATLAB의 스크립트(script) 언어를 사용하였다.

```

MATLAB Script Node
if i=0
z=0;
Cam=0;
Shaft_offset=0;
end
if i=1
z=1;
Cam=0;
Shaft_offset=0;
end
if i=2
z=2;
Cam=0;
Shaft_offset=0;
end
if i=3
z=3;
Cam=Cam1;
Shaft_offset=0;
end
if i=4
z=4;
Cam=Cam1;
Shaft_offset=0;
end
if i=5
z=5;
Cam=Cam1;
Shaft_offset=0;
end
if i=6
z=0;
Cam=Cam2;
Shaft_offset=360;
end
end
    
```

Fig. 5 MATLAB script

Fig 6은 캠축에 부착된 캠들의 측정과정을 LabVIEW를 이용하여 컴퓨터 모니터 상에 디스플레이 하고 있는 과정을 보여주고 있다. 개별 측정데이터를 확대한 그림이 Fig 6에 나타나있다.

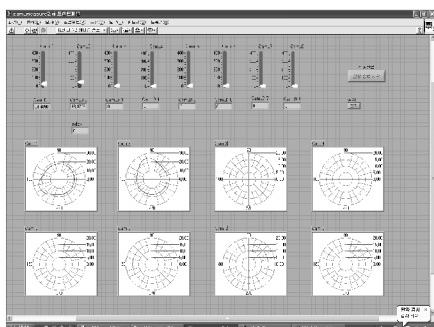


Fig. 6 Measuring process monitoring display

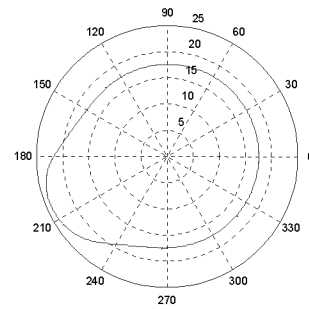


Fig.7 Measured data display

4. 결론

본 연구에서는 자동차 엔진의 핵심부품인 캠샤프트 형상의 프로파일을 정밀 측정할 수 있는 측정시스템을 개발하였다.

- (1) 수직형으로 개발하여 기계 구조를 간단히 하였으며 측정프로브를 교체할 경우 3차원 스캐너 기능도 쉽게 구현할 수 있도록 하였다.
- (2) 측정 프로브 끝에 실제 톨러 크기와 동일한 회전체를 부착함으로써 측정데이터를 곧바로 설계 데이터와 비교할 수 있게 되었다.
- (3) MATLAB 스크립트와 LabVIEW와의 연결을 이용하여 캠샤프트에 부착된 개별 캠의 측정 및 전체 측정이 자동화 되도록 하였다.

본 연구는 캠샤프트 프로파일 정밀 측정과정을 자동화하는 연구의 기초단계로서 선박용 캠 측정데이터의 해석[4]에서 적용하였던 방법을 원용하여 향후 측정된 데이터와 설계 데이터를 비교를 통하여 대상 부품의 양불량을 판단할 수 있는 방법론을 개발할 예정이다.

후기

본 연구는 지식경제부 지원 경남대학교 생산자동화지역혁신센터(RIC)의 연구 활동의 일환으로 수행되었음.

참고문헌

1. 정창영, 김영국, 윤문철, 심성보, 하만정, 김광희, “캠 형상 가공을 위한 Biarc 곡선보간법을 이용한 NC 프로그래밍의 자동화에 관한 연구”, 한국동력기계공학회지, 제5권, 제2호, pp. 43-49, 2001
2. 임상현, 정종윤, 이춘만, “고정밀 캠 프로파일 CNC 연삭기용 CAD/CAM 시스템 개발에 관한 연구”, 한국공작기계학회논문집, 제15권, 5호, pp44-50, 2006.
3. 김찬봉, “평판캠 및 입체캠을 위한 CAD/CAM 소프트웨어 개발에 관한 연구”, 한국과학기술원 석사학위 논문, 1991
4. 강재관, 이경희, “선박 엔진용 캠 전용 측정기의 데이터 취득 및 해석”, 한국정밀공학회지, 제19권, 제11호, 2002.
5. 강재관, 김원일, “ISO 최소영역법에 기준한 캠 디스크의 형상오차 해석”, 한국기계가공학회지, 제5권, 3호, 2006
6. 정창영, 이현석, 홍준희, 박태민, 신우철, 고준빈, “자동 측정이 가능한 전용 캠 프로파일 측정시스템 개발”, 한국공작기계학회 2007 춘계학술대회 논문집, pp804-810, 2007.