

# 휴대용 캠 측정기 개발에 관한 연구

## A study on the Development of Portable Cam Profile Measuring System

\*정지현<sup>1</sup>, 안성환<sup>2</sup>, 김 용<sup>2</sup>, #이훈만<sup>3</sup>,

\*J. W. Jung<sup>1</sup>, S. H. Ahn<sup>2</sup>, W. Kim<sup>2</sup>, #C. M. Lee(cmlee@changwon.ac.kr)<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 창원대학교 기계설계공학과 대학원, <sup>2</sup> 창원대학교 기계설계공학과 대학원, <sup>3</sup> 창원대학교 기계설계공학과

Key words : Cam, Profile, Measuring system

### 1. 서론

캠(Cam)은 어떤 형태의 운동을 다른 형태의 운동으로 변환시키는 데 편리한 도구이며 곡면이나 홈이 파인 면을 가지고 있고 이러한 면을 따라 중동절과 맞물려 운동을 전달한다. 운동(보통 회전운동)은 중동절의 요동운동이나 병진운동으로 변환된다. 그리고 모양이 다양하고 캠과 중동절은 여러 가지 방식으로 결합될 수 있으므로 그 응용범위가 매우 넓은 기계요소로서 최근 기계 산업의 급속한 발전과 맞물려 부각되는 기계요소 중의 하나이다. 여러 가지 기계요소 중 캠 기구는 운동 특성이 좋고, 고속에서도 안정된 동작을 얻을 수 있으며, 구조가 간단하고, 고장이 적으며, 작은 공간에서도 다양한 운동을 얻을 수 있는 뛰어난 기구이다. 하지만 캠의 형상(Profile)은 설계 및 가공이 어려우며 높은 제작비용을 요구한다. 캠의 부정확한 설계 및 가공은 오작동의 원인이 되기도 한다. 가공 후 형상에 대한 정밀도를 측정하기 위해 일반적으로 수동 측정 및 3차원 측정기가 사용되어진다. 수동 측정의 경우, 각도 분할대로 캠을 분할하면서 다이얼 게이지의 지침을 읽는 방법을 사용하며, 3차원 측정기는 자동화된 방법을 사용한다. 3차원 측정기의 경우에는 전문 인력이 필요하고 매우 고가의 비용을 요구한다.

본 연구에서는 3차원 측정기와 비교하여 저가이며, 고급인력이 필요로 하지 않는 간단한 조작이 가능하며, 생산현장에서 빠른 시간 내에, 큰 공간을 필요치 않아도 되는 심플한 형태의, 캠 측정기를 개발하고자 한다. 측정한 데이터의 형상을 간단히 원본 캠의 형상 데이터와 비교해 보기에 유용한 새로운 방법의 측정기(Measuring system), 휴대용 캠 측정기(Portable Cam Profile Measuring System) 개발에 목적을 두고 있다.

### 2. 측정 장치의 구성 및 원리

Fig. 1은 본 측정 장치의 전반적인 구성을 보여주고 있다. 각도 데이터를 받기 위한 로터리 엔코더, 변위 데이터를 측정할 수 있는 디지털 캘리퍼스, 두 측정 장치에서 얻어진 데이터를 받기 위한 변환 장치, 이들을 이용하여 캠의 형상을 나타내기 위한 소프트웨어로 구성된다. 그 이외에 추가적으로 캠의 형상에 따라 로터리 엔코더의 안정적인 고정과 측정을 위해 간단한 치구의 제작 또한 필요하다. Table 1은 두 측정 장치인 로터리 엔코더, 디지털 캘리퍼스, 두 센서 각각의 분해능, 정밀도, 반복성을 나타내고 있다.

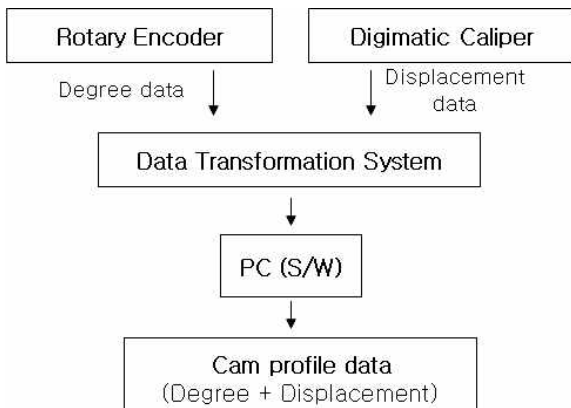


Fig. 1 composition of the measuring system

Table 1 Hardware specification

<b>Digimatic Caliper</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Resolution : 0.01mm</li> <li>Accuracy : ±0.02mm(≤ 200mm), ±0.03mm(≤ 300mm), ±0.05mm(≤ 600mm), ±0.07mm(≤ 1000mm)</li> <li>Repeatability : 0.01mm</li> </ul>
<b>Rotary Encoder</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Resolution : 9 Bit (512 state/rev)</li> <li>Accuracy : ±1 bit at 9 bit resolution</li> <li>Repeatability : &lt; 0.1 bit</li> </ul>

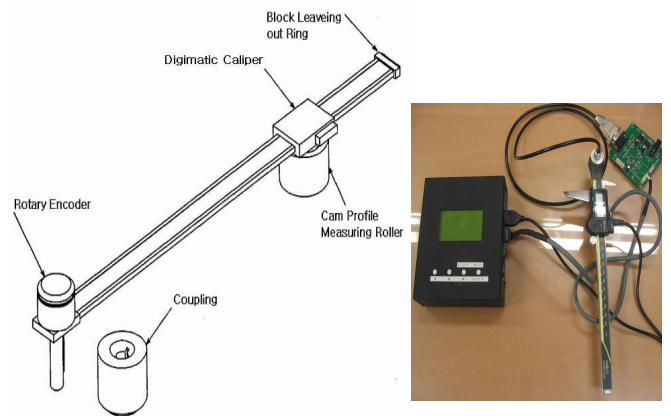


Fig. 2 Portable Cam Profile Measuring System

Fig. 2는 제작되어진 휴대용 캠 측정기를 보여주고 있다. 디지털 캘리퍼스의 원점에 로터리 엔코더를 부착했으며, 이를 측정하고자 하는 캠의 중심에 치구를 이용해서 고정 시켜준다. 치구를 제작할 시 로터리 엔코더의 측정되는 부분을 잡아 줄 수 있는 형상에 중점을 두고 제작하였다. 그리고 디지털 캘리퍼스의 아래 부분 캠의 형상을 타고 부드럽게 측정이 가능하도록 작은 롤러를 부착했다. 측정된 두 데이터는 데이터 변환 장치로 전송되게 된다. Fig. 3은 휴대용 캠 측정기의 프로그램을 보여준다. 이것은 1도에 따른 변위를 프로그램에서 받아들이며, 참조<sup>[1]</sup>에서 제작된 평면 블랭킷 캠의 외각 형상을 측정된 각도에 따른 변위 데이터를 오른쪽에 나타내고 있고 이 데이터를 바탕으로 선형 보간된 캠의 형상을 중심에, 변위와 각도에 따른 선도를 아래에 그려주는 형식으로 제작 되었다.

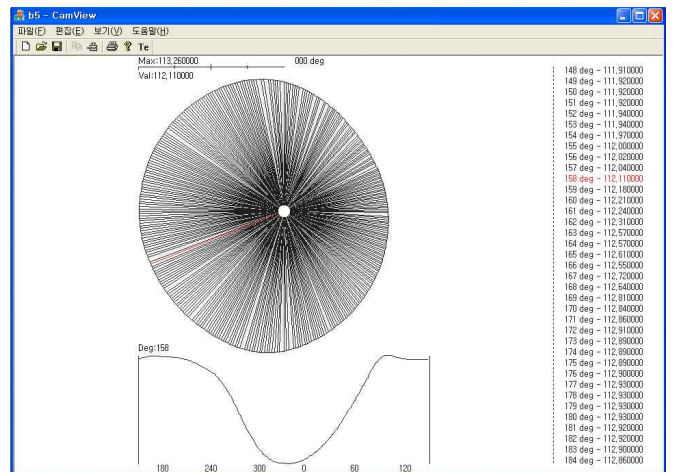


Fig. 3 Program of Portable Cam Profile Measuring System

### 3. 측정 결과

Fig. 4는 오른쪽부터 차례로 참조<sup>[1]</sup>에서 연삭 가공된 평판 블랭킷 캠과 원본, 측정된 캠의 형상을 보여주고 있다. 생성된 원본 형상과 휴대용 캠 측정기를 이용하여 측정된 형상을 보면 실물과 원본이 매우 유사함을 확인 할 수 있다. 참조<sup>[1]</sup>에서 제작된 블랭킷 캠을 본 논문에서 개발된 휴대용 캠 측정기를 이용하여 각 캠에 대하여 5번 반복 측정을 하여 평균값을 측정값으로 선택 하였고 블랭킷 캠의 형상을 개발 시에 사용된 원본 캠의 형상 데이터와 x축은 각도로 y축은 변위로 놓고 1도 간격으로 5번 반복해서 측정된 평균 캠의 형상 데이터를 비교한 선도를 Fig. 5에 나타내었다. 원본 선도와 측정된 선도는 Fig. 5에서 매우 근접한 모습을 보이고 있다. 캠의 형상은 휴대용 캠 측정기로 로터리 엔코더에서 1도 감지 될 때 마다 디지털 캘리퍼스에서 측정되는 변위 값을 감지해서 데이터로 생성시킨다.

생성된 데이터를 저장하여 Table 2와 같이 45° 간격으로 원본 캠 데이터와 측정기로 측정된 데이터의 값을 비교하고 오차율을 나타내었다. 마지막 란에 총 평균은 Table 2에서 45°간격의 데이터에 의해 만들어진 오차율이 아닌 360° 총 1도 씩 총360개의 두 데이터에 대한 오차율의 평균값을 나타내고 있다. Fig. 6은 원본 캠의 형상 데이터와 휴대용 캠 측정기와의 오차율을 나타내고 있으며, x축으로는 캠 회전방향으로 각도, y축으로는 오차율의 크기를 나타낸다. Fig. 6을 살펴보면, 90~14°사이에서 가장 큰 오차율이 발생했으며, 150~240°에서 두 번째로 큰 오차율이 발생했다. 하지만 0~90°, 280~360°까지는 비교적 작은 오차율이 발생함을 보이고 있다.

오차율은 0.2101%로써 본 측정기에서 오차율 발생의 원인을 살펴보면, 로터리 엔코더와 디지털 캘리퍼스사이에서 측정되는데 디지털 캘리퍼스에는 캠의 형상을 부드럽게 타고 측정하기 위한 롤러가 달려있다. 하지만 이 롤러 때문에 측정 센서에서 처짐이 존재하게 되고 롤러부분으로 측정 시 작업자가 직접 돌려가며 측정하기 때문에 사람의 손으로 측정 시에 생기는 오차, 그리고 각도와 길이의 보정 역시 사람의 눈과 손으로 직접 측정해 프로그램에 보정값을 직접 입력하기 때문에 생기는 오차 또한 존재하기 때문에 위와 같은 오차율이 발생 했다고 사료된다. 더 정확한 데이터의 비교를 위해서는 원본 데이터가 아닌 정도가 높은 3차원 측정기 등으로 측정된 데이터와의 비교 또한 필요할 것이다.

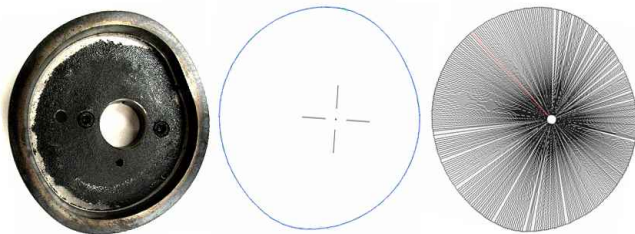


Fig. 4 Comparison of Actual and Original, Measured cam profile

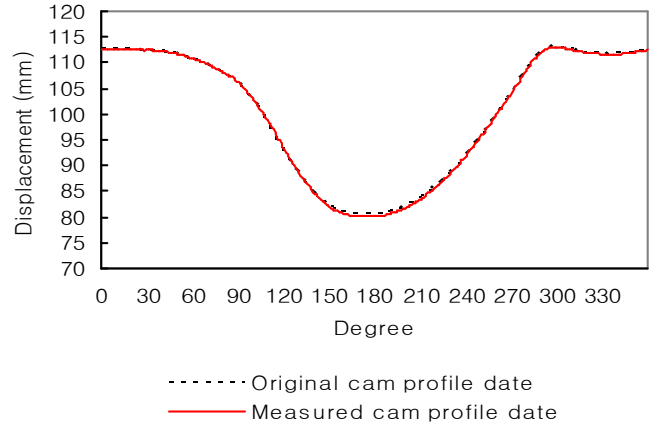


Fig. 5 Comparison of the Original and Measured cam profile data

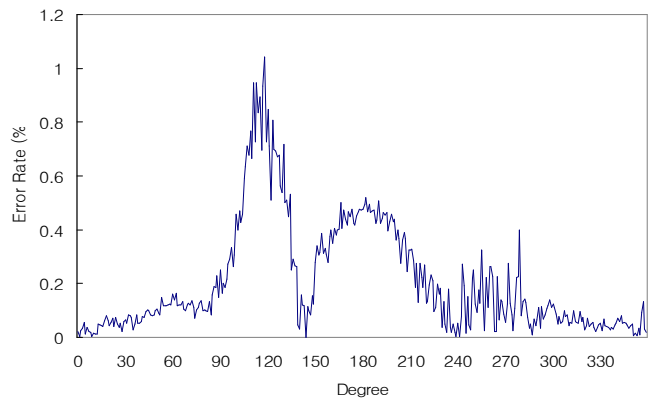


Fig. 6 Error Rate of the Portable Cam Profile Measuring System

### 4. 결론

본 연구에서는 연삭 가공된 평판 캠을 측정하기 위해 휴대용 캠 측정 장치의 개발에 대한 연구를 수행하였다. 개발된 휴대용 캠 측정 장치는 캠의 내경과 외경을 측정할 수 있도록 개발되었다. 그리고 캠의 측정을 위해서 로터리 엔코더와 디지털 캘리퍼스 센서를 이용하여 프로그램으로 각 데이터를 받아서 형상과 선도 등을 측정 할 수 있다. 기존의 고가이며, 전문 인력을 요하고, 3차원 측정기의 경우 1시간 이상 소요되는 시간을 줄일 수 있으며, 저렴하고, 생산 현장에서 쉽게 휴대용으로 지니고 측정이 가능한 특징이 있다. 하지만, 5번의 실험 데이터와 원본 데이터 360개의 평균값을 비교해본 결과 0.2101%라는 수치의 높은 오차율이 발생했다. 향후 본 논문에서 발생한 오차율을 줄일 수 있는 분석이 계속되어야 할 것이다.

### 후기

본 연구는 지식경제부 지방기술 혁신 사업[RT104-01-03]의 지원으로 수행되었음.

### 참고문헌

1. 임상현, "고 정밀 캠 프로파일 연삭기 및 운용 CAD/CAM시스템 개발에 관한 연구," 창원대학교 대학원, 박사학위논문, 2006.
2. 임상현, 이춘만, 정종윤, 윤상대, 신상훈, 신성우, 황영국, "레이저를 이용한 캠 프로파일 정밀 측정 장치 개발에 관한 연구," 한국정밀공학회 춘계학술대회 논문집, pp. 267 - 268, 2006.
3. 노영화, 이춘만, 안성환, 박동근, "캠 시뮬레이션 장치의 개발," 한국정밀공학회 춘계학술대회 논문집, pp. 627 - 628, 2007
4. Arthur G. Erdman, George N. Sandor, Sridhar Kota, "Mechanism design Analysis and synthesis," Prentice Hall, 425-430, 2001.

Table 2 Error rate of Portable Cam Profile Measuring System

	Displacement data (mm)		Error rate (%)
	Original	Measuring system	
0(360)	112.5266	112.492	0.0223
45	111.9149	111.966	0.0993
90	105.9204	106.126	0.2508
135	86.1782	86.334	0.2504
180	80.5377	80.094	0.4764
225	87.2635	87.12	0.0957
270	104.1251	104.124	0.0566
315	112.2171	112.094	0.0563
Total Average			0.2101