

레이저광을 이용한 원통형 물체 지름의 원격 측정

Remote Diameter Measurement of Cylindrical Objects Using Laser Beam

임복룡*, 김석원

*울산공업고등학교, 울산대학교 물리학과

kgliby@hanmail.net

기울어진 레이저 광을 원통형 렌즈로 퍼지게 한 후 원통형 물체의 옆면에 비추면 곡선으로 나타나게 되는데 이 곡선을 CCD 카메라로 포착하고 그것을 기하 광학적인 방법으로 분석하여 지름을 구하였다. 원통형 물체의 지름을 측정하는 방법에는 여러 가지가 있지만 그 중에서 자나 캘리퍼스와 같은 기구를 이용하여 직접 측정하는 것이 가장 정확하다. 그러나 대량을 측정하거나 측정기구가 도달할 수 없는 곳에 있는 물체를 측정하려면 광학적 방법에 의한 비접촉식 방법들이 더 효과적이다. 본 연구에서는 원통형 물체표면에 나타난 레이저 곡선을 분석하여 지름을 구하고 그 오차를 분석해 보았다.

Fig. 1은 레이저에서 나온 빛을 원통형 렌즈로 발산시켜 기울이면 원통형 물체에 곡선으로 나타남을 보여준다. 레이저 빛의 기울어진 정도를 보기 위해서 클리노미터(clinometer)를 레이저 몸체 위에 부착한다. 물체에 나타난 곡선 모양의 레이저광을 CCD 카메라로 포착하여 PC로 분석한다. 카메라에 포착된 상은 물체에 나타난 레이저 곡선(laser curve)의 역상이다. 이 카메라의 상의 좌표를 실제 좌표로 변환하여 반지름 R값과 원통형 물체의 지름을 구한다⁽¹⁾.

디지털 카메라(KOCOM KDC-310)는 고정초점거리 $f=4.5$ mm, 화소수(pixel number) 640×480 의 저가형을 사용하였다. 그리고 레이저는 파장이 633 nm인 He-Ne 레이저를 사용하였다. 원통형 물체는 굵기가 다른 알루미늄관과 유리병에 흰색 페인트를 뿌려서 만들었다. 원통형 물체의 지름이 66.20, 66.70, 100.50 mm 일때, 사용한 조건은 레이저와 카메라의 수직거리 $e=105$ mm, 디지털 카메라의 고정초점거리 $f=4.5$ mm, 카메라와 물체까지의 떨어진 거리 $D=1$ m, 레이저 광선의 기울어진 경사각 $\alpha=2^\circ$, 화소의 한 변 $a=0.006$ mm 이었다. Fig. 2 (a)는 원통형 물체에 레이저가 비추어진 사진이며, (b)는 레이저와 클리노미터와 CCD 카메라가 설치되어져 있는 장치사진이다.

한편, 가는 원통형 물체의 지름 측정의 경우는 굵기가 다른 철사에 흰색 페인트를 뿌려서 만들어 사용하였다. 물체의 지름은 0.54 mm ~ 2.00 mm 이었다. 그 때의 측정 조건은 $a=0.00317$ mm, $\alpha=4^\circ$, $D=158.78$ mm, $e=42.86$ mm, $f=4.5$ mm 이었다. 실험의 측정값은 Table 1에 나타내었다.

본 연구에서는 버어니어 캘리퍼스로 측정한 평균 지름이 0.12 mm ~ 100.50 mm 인 원통형 물체를 측정하였는데, 비교적 먼 거리의 0.54 mm이상의 원통형 물체의 기하광학적인 방법에 의한 불확정도는 2% 이내 였다.

떨어져 있는 원통형 물체의 지름을 본 연구의 방법으로 측정하면 대량으로, 경제적으로, 빠르게, 높은 정밀도로 물체의 지름을 측정할 수 있을 것이다.

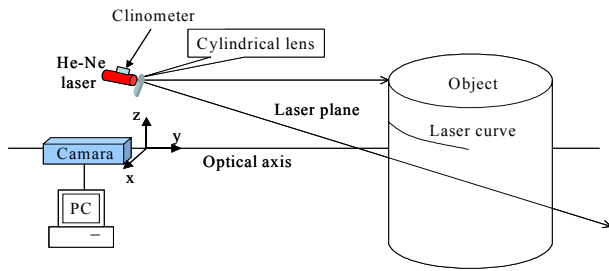


Fig. 1. Device configuration.



(a) (b)

Fig. 2. Experimental apparatus. (a) Image captured by the camera. (b) Experimental apparatus set by the camera, laser, and clinometer.

Table 1. Obtained diameters of cylindrical objects by direct measurement and optical measurements. A: obtained diameter by vernier calipers, B: obtained diameter by geometric optical method, -: not measurement

A (mm)	B (mm)	D (mm)	$\frac{A-B}{A} \times 100 =$ (%)
100.50	99.10±0.0040	1000.00	1.39
66.70	65.87±0.0075	1000.00	1.23
60.20	59.89±0.0080	1000.00	0.50
2.00	2.01±0.0090	158.78	0.95
1.41	1.41±0.0091	158.78	0.65
1.23	1.22±0.0097	158.78	0.02
0.54	0.53±0.0028	158.78	1.33
0.50	-	-	-
0.12	-	-	-

참고문헌

1. M. Demeyere, E. Dereine, C. Eugene, "Measurement of Cylindrical Objects Through Laser Telemetry : Application to a New Forest Caliper", *IEEE*, vol. 51, no. 4, pp. 645-649, (2002).