

3차원 레이저 스캐너에서 레이저 노출량이 치수 측정 평가에 미치는 영향

Effects of Laser Exposure Intensity on Dimension Measuring Evaluation in 3D Laser Scanner

**박자연¹, 김명훈¹, 김민우¹

*# J. Y. Park(jypark@kiflt.re.kr)¹, M.H.Kim¹, M.W.Kim¹

¹한국신발피혁연구소

Key words : 3D Laser Scanner, Laser exposure, Standard uncertainty, Combined standard uncertainty

1. 서 론

기술의 빠른 발전 속도와 소비자들의 빠른 기호 변화에 대응하기 위하여 산업현장에서 제품의 형상 및 치수 측정은 형상역공학의 기술을 사용한다. 형상역공학의 비접촉식 방식은 레이저와 같은 광원을 이용하기 때문에 3차원 형상 모델링의 작업시간은 짧으나 제품 형상이 복잡할 경우 가림 현상과 광원의 노출량 변화에 따른 측정오차의 발생 확률이 높아 정밀한 형상을 측정하는데 어려움이 있다.

본 연구에서는 비접촉식 형태의 3차원 레이저 스캐너를 사용하여 표준 블록게이지에서 레이저 노출량에 따른 측정불확도를 평가하고, 측정값의 신뢰범위에 대하여 고찰하고자 한다. 이를 위하여 레이저 스캐너의 노출량 변화에 따른 형상 모델링을 수행하고, 레이저 노출량 변화에 대한 측정불확도를 분석하여 측정값의 신뢰성 구간에 대하여 제안하고자 한다.

2. 레이저 스캐너를 이용한 측정실험

실험에 사용된 3차원 레이저 스캐너는 Laser Design Inc.의 Surveyor DS-3060이며 Fig. 1은 레이저 스캐너의 사진을 나타내고, Table 1에는 레이저 스캐너의 사양을 나타내고 있다. Surveyor DS-3060은 X, Y, Z 축 외에 CNC rotary stage가 있어 자동으로 회전과 동시에 형상을 일치시키고, RPS-150은 프로그램에 의해 Z축 좌표를 자동으로 탐색하여 일정한 높이를 유지하면서 스캔을 할 수 있도록 한다.

실험의 대상물은 직육면체 표준 블록게이지 (50[mm]×9[mm]×35[mm])를 사용하였다. 측정의 신뢰성을 높이기 위하여 동일한 스캔 조건 하에서 레이저 세기는 0.1[1/msec], 0.5[1/msec], 1[1/msec]로

각각 설정하고, 세 가지에서 각각 10번씩 스캔을 받았다. 블록게이지의 치수측정 좌표는 Fig. 2와 같다. 컴퓨터에서 모델링한 기준 데이터와 3차원 레이저 스캐너로 측정된 형상 데이터의 차이 값을 측정오차라고 정의하고, 레이저 세기 변화에 따른 측정오차의 평균값과 표준편차를 나타내면 Table 2와 같다.



Fig. 1 Used Surveyor DS-3060

Table 1 Specifications of Surveyor DS-3060 machine

Information	DS-3060
Linear accuracy(B89.4)- μm	$6.4\mu\text{m} + L(\text{mm}) / 100$
Repeatability	0.006 [mm]
Scale resolution	0.001 [mm]
Travel (X,Y,Z)	750 × 1500 × 635 [mm]
Machine weight	2955 [kg]
Table size	914 × 2159
3D Volumetric accuracy	0.021 [mm]

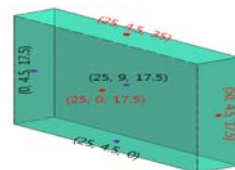


Fig. 2 Measuring points in block gauge

Table 2 Experimental results according to laser exposure intensity

	RSL : 0.1			RSL : 0.5			RSL : 1.0		
	H [μm]	L [μm]	W [μm]	H [μm]	L [μm]	W [μm]	H [μm]	L [μm]	W [μm]
Average	49	25.2	94.3	47.7	22	93.6	-10.4	-50.7	5.9
Standard deviation	5.27	3.97	5.56	4.16	3.23	5.32	6.31	8.98	8.99

3. 측정오차에 대한 평가

본 연구에서는 표준불확도의 원인으로 반복측정에 의한 불확도와 장비의 측정불확도로 가정하여 표준 블록게이지의 측정오차를 평가한다.

반복측정에 대한 표준불확도를 나타내면 식(1)과 같고, 장비에 대한 표준불확도는 식(2)와 같다.

$$u_A = \frac{s}{\sqrt{n}} \quad (1)$$

$$u_B = \frac{a}{k} \quad (2)$$

레이저 세기의 변화에 따른 반복측정의 표준불확도를 나타내면 Table 3과 같다.

Table 3 Standard uncertainty

RSL : 0.1			RSL : 0.5			RSL : 1.0		
H [μm]	L [μm]	W [μm]	H [μm]	L [μm]	W [μm]	H [μm]	L [μm]	W [μm]
1.667	1.255	1.758	1.316	1.021	1.682	1.995	2.84	2.843

실험장비의 표준불확도를 구하면 아래와 같다.

$$u_{Bx} = \frac{a_x}{k} = \frac{\sqrt{6.9^2 + 0.004^2 \times 0.05^2}}{2} = 3.45 \text{ [μm]}$$

$$u_{By} = \frac{a_y}{k} = \frac{\sqrt{3.9^2 + 0.004^2 \times 0.009^2}}{2} = 1.95 \text{ [μm]}$$

$$u_{Bz} = \frac{a_z}{k} = \frac{\sqrt{1.3^2 + 0.004^2 \times 0.035^2}}{2} = 0.65 \text{ [μm]}$$

반복측정의 불확도와 장비의 측정불확도를 고려한 합성표준불확도는 식(3)과 같고, 확장불확도는 출력추정값의 합성표준불확도에 포함인자 k를 곱하여 결정할 수 있으며 식(4)와 같다.

$$u_c(y) = \sqrt{u_A^2 + u_B^2} \quad (3)$$

$$U = k u_c \quad (4)$$

본 연구에서 합성표준불확도를 Table 4와 같다.

Table 4 Combined standard uncertainty

RSL : 0.1			RSL : 0.5			RSL : 1.0		
H [μm]	L [μm]	W [μm]	H [μm]	L [μm]	W [μm]	H [μm]	L [μm]	W [μm]
9.7524	9.5029	9.8166	9.5353	9.3901	9.7632	9.9963	10.7822	10.7822

본 연구에서는 표준 게이지 블록의 형상공차를 측정하였을 때 허용오차 범위는 식(5)와 같다.

$$(\text{측정오차 평균}) \pm U \text{ [μm]} \quad (5)$$

식(5)를 사용하여 표준 블록게이지의 허용오차 범위를 구하면 Table 5와 같다.

Table 5 3-D measurement of gauge blocks tolerance

Laser Exposure	Measurement side	Tolerance
RSL : 0.1	Height	39.2476 ~ 58.7524
	Length	15.6971 ~ 34.7029
	Width	84.4834 ~ 104.1166
RSL : 0.5	Height	38.1647 ~ 57.2353
	Length	12.6099 ~ 31.3901
	Width	83.8368 ~ 103.3632
RSL : 1.0	Height	-20.3963 ~ -0.4037
	Length	-61.4822 ~ -39.9178
	Width	-4.8822 ~ 16.6822

4. 결론

본 연구에서는 3차원 레이저 스캐너를 이용하여 표준 블록게이지에 대한 형상 및 치수를 측정할 때 레이저의 노출량에 따른 측정불확도를 평가하였다. 블록게이지의 형상 측정에서 레이저의 세기가 중간인 경우가 측정 데이터 분포가 가장 안정적이며 오차의 평균값도 다소 작게 나타남을 알 수 있었다. 또한 지나치게 강한 레이저의 세기는 측정에서 오류를 발생시키는 것을 확인할 수 있었다.

참고문헌

1. D. K. Singh, V. K. Jain, "Analysis of Surface Texture Generated by a Flexible Magnetic Abrasive Brush," WEAR, Vol. 259, pp. 1254~126, 2005
2. D.-Y. Chang, Y.-M. Chang, "A Freeform Surface Modelling System Based on Laser Scan Data for Reverse Engineering," The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, Vol. 20, pp. 9~19, 2002