

# LVDT 센서를 이용한 실링캡 정밀 측정 연구

## Study on Automatic Measuring of Cap Sealing using LVDT Sensor

\*황정호<sup>1</sup>, #박기홍<sup>2</sup>, 이낙규<sup>1</sup>, 양진석<sup>1</sup>, 진주경<sup>3</sup>, 천승기<sup>4</sup>

\*J. H. Hwang(jhhwang@kitech.re.kr)<sup>1</sup>, #K. Park(kpark@kookmin.ac.kr)<sup>2</sup>, N. K. Lee(nklee@kitech.re.kr)<sup>1</sup>, J. S. Yang(jsyang@kitech.re.kr)<sup>1</sup>, J. K. Jin(jukyong77@hotmail.com)<sup>3</sup>, S. G. Cheon(sksk1018@naver.com)<sup>4</sup>

<sup>1</sup>한국생산기술연구원, <sup>2</sup>국민대학교 자동차공학, <sup>3</sup>인하대학교, <sup>4</sup>재호산업

Key words : Sealing Cap, Measuring machine, LVDT (Linear Variable Differential Transformer)

### 1. 서론

실링캡(Sealing Cap)은 내연기관(엔진)의 Cylinder Block, Head나 변속기의 Valve Body, Cam Shaft, Water Pump 등에 장착되어 내부에 흐르는 유체나 냉각수의 기밀유지 및 누유를 방지하고 내부 유체를 원활하게 하는 기능성 부품이다. 내연기관의 Cylinder Block에 장착되는 실링캡은 엔진의 동파를 방지하는 안전 Plug 용도로 사용되는 기능성부품이다. 최근 자동차 부품의 품질이 매우 중요하게 인식되고 있어, 실링캡 부품의 높이, 외경 정밀측정을 위한 측정기 개발과 측정기의 성능평가가 필요하며, 고객사에서는 측정에 대한 신뢰성을 요구하여 측정관리할 수 있는 소프트웨어 개발을 수행하였다.



Fig. 1 Sealing Cap

Fig 1의 실링캡을 기존에는 버니어캘리퍼스, 마이크로미터를 이용하여 측정하여 측정정밀도가 작업자의 숙련도에 의존하고 있는 실정이며, 실링캡은 Fig 2에서와 같이 크기가 다양한 부품을 프레스를 이용하여 생산하고 있다.

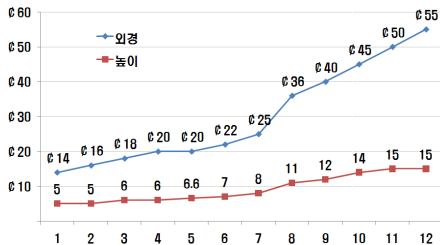


Fig. 2 Parts of Sealing Cap

### 2. 측정 실험장치 설계 및 제작

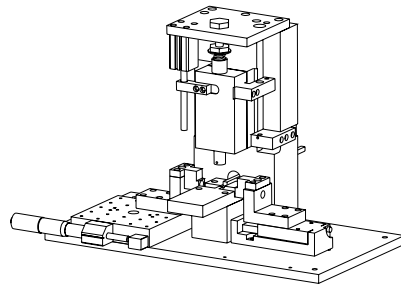


Fig. 3 Isometric View of Measuring Machine

측정기 설계에 앞서 측정 부품에 관한 정보를 분석하였으며, 이를 통하여 Fig. 3과 같이 설계를 수행하였다. 외경 측정은 크로스롤러가이드 스테이지와 테이블 실린더 방식의 2가지 모델을 설계, 제작하여 성능분석을 하였으며, 높이 측정은 크로스롤러가이드를 실린더에 의하여 직선운동을 하도록 구성하였다.

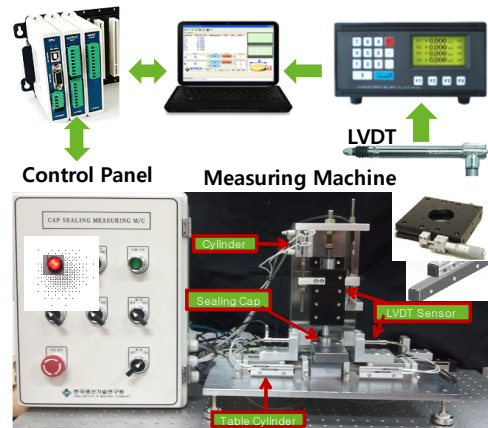


Fig. 4 System of Measuring Machine

Fig 4는 실링캡 높이, 외경측정기의 전체 구성을 보여주고 있으며, 측정기는 제어반에 의하여 작동되며, 측정기의 3개의 LVDT 센서는 전자마이크로미터에 측정값이 수집되어 컴퓨터와 RS232C 통신을 수행하며, 측정시작 시점과 측정 결과 NG, OK를 모아론의 PLC로 보내주도록 구성하였다.

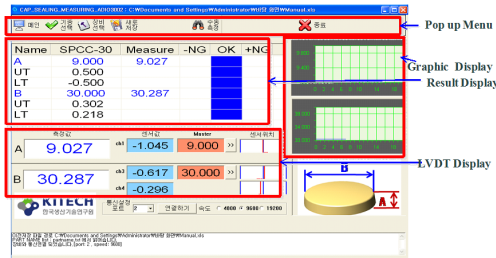


Fig. 5 Monitoring Program

Fig 5는 모니터링 프로그램은 실링캡 기종선택으로 도면기준값 및 상한, 하한 오차를 읽어올 수 있도록 하였으며, 측정결과 판정값을 -NG, OK, +NG로 표시되며, 높이, 외경 측정 결과 값을 그래프로 표시되는 기능, LVDT 센서의 측정 값 및 값의 보정 기능과 RS232C 통신설정기능을 포함하고 있다.

3. 측정 실험 및 분석

Table 1 Measured Data of Height of Sealing Cap(μm)

Operators / Trial#	PART#										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
A	1	9.000	9.000	8.999	8.999	9.000	9.000	9.000	9.001	9.000	9.000
	2	9.001	9.001	9.001	9.000	9.000	9.000	9.000	9.000	9.000	9.000
	3	9.000	9.001	9.000	9.001	9.000	9.000	9.000	9.001	9.000	9.000
Average		9.000	9.001	9.000	9.000	9.000	9.000	9.000	9.001	9.000	9.000
Range		0.001	0.001	0.002	0.002	-	-	0.001	-	-	-
B	1	9.000	9.000	9.000	9.000	9.001	9.001	9.000	8.999	9.000	9.001
	2	9.000	9.001	9.000	9.000	8.999	9.000	9.001	9.000	9.001	9.001
	3	9.000	9.000	9.000	9.001	9.000	9.001	9.000	9.001	9.001	9.000
Average		9.000	9.000	9.000	9.000	9.001	9.000	9.000	9.001	9.001	9.001
Range		-	0.001	-	0.001	0.002	0.001	0.001	0.002	0.001	0.001
C	1	8.999	9.001	9.001	9.002	9.000	9.000	9.001	8.999	9.000	9.000
	2	9.001	9.000	9.001	9.000	9.001	9.000	9.001	9.001	9.001	9.000
	3	9.001	9.000	9.001	9.000	9.001	9.000	9.001	9.000	9.000	9.001
Average		9.000	9.000	9.001	9.001	9.001	9.000	9.001	9.000	9.000	9.000
Range		0.002	0.001	-	0.002	0.001	-	-	0.002	0.001	0.001

Table 2 Measured Data of Diameter of Sealing Cap(μm)

Operators / Trial#	PART#										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
A	1	30.001	29.999	29.999	29.999	30.001	29.999	30.000	30.000	30.001	30.000
	2	30.001	29.999	29.999	29.999	30.001	29.999	30.000	30.000	30.000	30.000
	3	30.000	30.000	29.998	29.999	29.997	29.998	29.997	29.998	29.999	29.997
Average		30.001	29.999	29.999	29.999	29.999	29.999	29.999	29.999	30.000	29.999
Range		0.001	0.001	0.001	-	0.004	0.002	0.003	0.002	0.002	0.003
B	1	30.001	30.000	30.001	30.001	30.001	30.001	30.001	30.000	30.001	30.000
	2	30.001	30.001	30.000	30.001	30.000	30.001	30.001	30.001	30.000	30.000
	3	29.999	30.000	30.000	30.000	30.000	29.999	30.000	30.000	29.999	29.999
Average		30.000	30.000	30.000	30.001	30.000	30.000	30.001	30.000	30.000	30.000
Range		0.002	0.001	0.001	0.001	0.002	0.001	0.001	0.001	0.002	0.001
C	1	30.000	30.000	30.000	29.999	30.000	30.000	30.000	29.999	30.000	30.000
	2	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	29.999	30.000	30.000	30.000	30.001
	3	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	29.999	30.000	30.000
Average		30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	29.999	30.000	30.000
Range		-	-	0.001	-	0.001	-	0.001	-	0.001	0.001

Table 1, Table 2는 측정기 성능 평가를 위하여 기준게이지(일반적으로 마스터라고도 함)를 제작하여 측정된 결과 값을 보여주고 있다. 기준게이지를 측정기 성능평가 기준에 따라 90회 측정물을 Loading/Unloading하면서 측정된 결과 값이며, Fig 6과 Fig 7은 이를 그래프로 표현하였다.

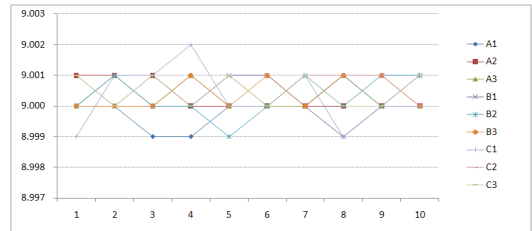


Fig. 6 Graph of Height of Sealing Cap

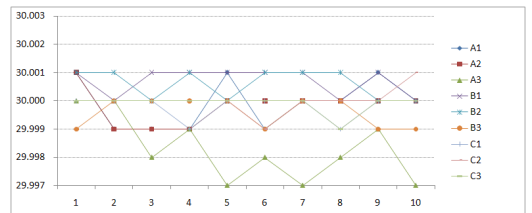


Fig. 7 Graph of Diameter of Sealing Cap

90회 측정결과 최대편차가 높이의 경우 3μm, 외경의 경우 4μm로 나타났으며, 측정기 성능평가 Gage R&R 허용공차범위로 분석한 결과 높이는 3.355%, 외경은 3.004%로 계산되었다.

또한, 실링캡 10개의 시료를 3인이 3회, 측정된 결과 높이의 경우 0.063μm, 외경의 경우 0.020μm의 편차가 나타났으며, 이는 실링캡의 외경과 바닥면이 웨이브로 프레스 성형 제조되었음을 알 수 있었다.

4. 결론

본 연구에서는 실링캡의 높이, 외경 측정장치 설계 및 제작, 신뢰성 검증을 통하여 향후, In-Line 측정기로서의 발전이 예상된다.

참고문헌

1. 황정호, 황태훈, 박기홍, "LVDT 센서를 이용한 플레이트 측정기 개발", 대한기계학회, 춘계학술대회, pp.189~190, 2008.6.5