

평윤압 측정용 압력센서 모듈 개발

최영철*, 김건영, 윤석

한국원자력연구원, 대전광역시 유성구 대덕대로 989번길 111

*cyc@kaeri.re.kr

1. 서론

In-DEBS에서 벤토나이트 완충재의 평윤압을 측정하기 위해서는 압력센서가 필요하다. 하지만, 대부분의 압력센서는 최대 측정 압력이 20 kgf/cm², 즉 1.96 MPa이다. 벤토나이트 완충재의 평윤압은 15 MPa 이상까지 발생할 수 있으므로 더 높은 압력을 측정할 수 있는 센서가 필요하였다.

본 논문에서는 Fig. 1과 같이 힘센서를 이용하여 평윤압을 측정할 수 있는 모듈에 대해 기술하고자 한다.



Fig. 1. Force sensor.

2. 본론

2.1 압력센서 모듈

물리적으로 압력은 힘에 접촉면적을 나눈값이다. 따라서 접촉면적을 알고 힘을 측정한다면 압력을 측정할 수 있다. Fig. 2는 힘센서를 이용하여 압력을 측정할 수 있는 센서 모듈 및 제작완료된 구성요소 사진을 보여주고 있다.

선정한 힘센서는 최대 2 kN까지 측정할 수 있고, In-DEBS에서 평윤압에 의한 최대압력이 15 MPa이기 때문에 센싱부의 면적을 역으로 계산할 수 있다.

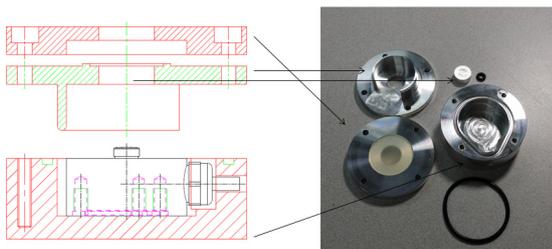


Fig. 2. Pressure sensor module by using force sensor.

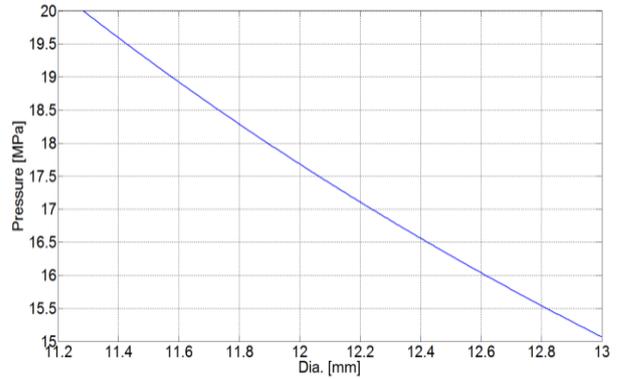


Fig. 3. The relation pressure and diameter of sensing part when force is 2 kN.

Fig. 3은 2 kN의 힘센서를 이용하여 압력을 측정할 때 센싱부 지름과 압력과의 관계를 보여주고 있다. 센싱부가 원형일 경우 지름이 12 mm일 경우 측정할 수 있는 최대압력이 약 17.7 MPa임을 알 수 있다. 따라서 센싱부의 지름을 12 mm하여 최대 17.7 MPa의 압력을 측정할 수 있도록 설계하였다.



Fig. 4. Assembling pressure sensor module.

Fig. 4는 힘센서를 이용한 압력센서 모듈을 조립하는 순서를 보여주고 있다. 실리콘 및 고무링을 사용하여 센서 내 물이 들어오지 못하도록 방수를 하였다.

2.2 압력센서 모듈 교정기

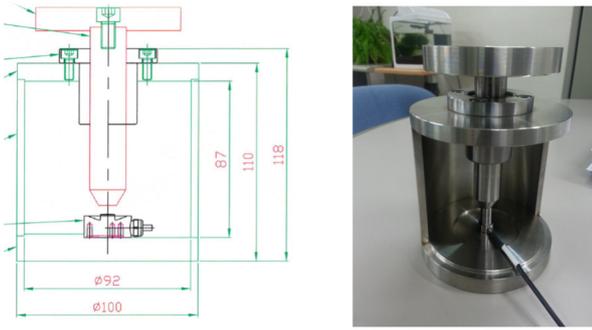


Fig. 5. Calibrator for pressure sensor module.

개발된 압력센서 모듈을 교정하기 위해 Fig. 5와 같이 압력센서 교정기를 개발하였다.

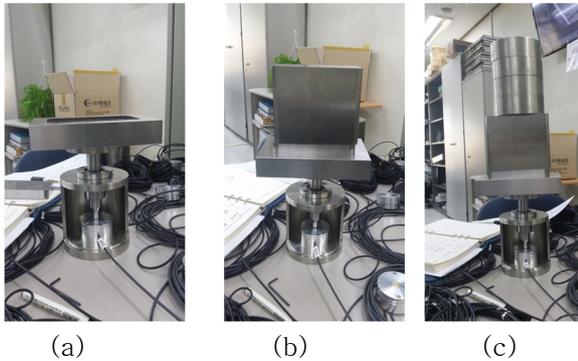


Fig. 6. Pressure sensor calibration.

(a) 5.74 kgf, (b) 12.379 kgf, (c) 20.446 kgf.

Table 1. Calibration results

Ch.	Force (kgf)			Pressure (MPa)		
	5.74	12.38	20.44	0.498	1.074	1.177
1	6.33	13.02	20.95	0.549	1.129	1.817
2	6.06	12.81	20.97	0.526	1.111	1.819
3	6.38	13.90	22.58	0.553	1.206	1.959
4	5.74	12.21	19.68	0.498	1.059	1.707
5	6.29	13.83	22.60	0.546	1.200	1.960
6	5.72	12.30	20.56	0.496	1.067	1.783
7	6.53	13.43	21.15	0.566	1.165	1.835
8	5.72	12.30	20.56	0.496	1.067	1.783
9	6.64	13.51	21.71	0.576	1.172	1.883
10	5.61	11.97	19.77	0.487	1.038	1.715

압력센서는 Fig. 6와 같이 5.74 kgf, 12.379 kgf, 그리고 20.446 kgf에서 교정을 수행하였다. 이때 압력은 각각 0.498 MPa, 1.074 MPa, 그리고 1.177 MPa이다. 교정압력의 최대값이 1.177 MPa

로 작지만, 더 큰 무게의 추를 달 수 없어서 낮은 압력에 대해서만 교정을 수행하였다.

교정결과를 Table 1에서 정리하였다. 이 결과로부터 커브피팅을 통해 직선식으로 아래와 같이 표현하였다.

$$\begin{aligned}
 Mf01[MPa] &= 0.0862 \times V + 0.05712 \\
 Mf02[MPa] &= 0.08794 \times V + 0.02149 \\
 Mf03[MPa] &= 0.08661 \times V + 0.002943 \\
 Mf04[MPa] &= 0.09547 \times V + 0.01191 \\
 Mf05[MPa] &= 0.08215 \times V + 0.03191 \\
 Mf06[MPa] &= 0.09613 \times V - 0.0006186 \\
 Mf07[MPa] &= 0.08612 \times V + 0.08157 \\
 Mf08[MPa] &= 0.08758 \times V - 0.01031 \\
 Mf09[MPa] &= 0.089 \times V + 0.05583 \\
 Mf10[MPa] &= 0.08353 \times V + 0.00611
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

Fig. 7은 압력 센서의 측정결과 (점으로 표시)와 식 (1)과 같이 커브피팅식(직선으로 표시)으로 보여주는 그래프이다.

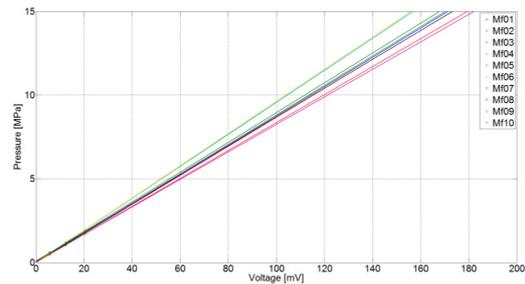


Fig. 7. The result of pressure sensor calibration.

따라서, 식 (1)을 계측기에 넣음으로써 압력데이터를 바로 저장할 수 있게 세팅을 하였다

3. 결론

본 논문에서는 벤토나이트 완충재의 높은 팽윤압을 측정하기 위해 압력센서 모듈을 개발하였다. 이 센서의 계측 정밀도를 개선하기 위해 압력 센서 교정기를 개발하여 교정을 실시하였다. 그 결과 최대 17.7 MPa의 팽윤압을 측정할 수 있는 압력센서 모듈을 개발하였다.