

압력센서의 이해

김인수 연구소장 / 웰스글로벌㈜
kikh412@naver.com

압력의 측정은 제조공정에서 기본적으로 사용되는 계측값의 하나이며, 이는 전 산업에 걸쳐 다양한 형태의 제품들이 존재하고 있다.

석유화학 산업에서부터 건설기계로 많이 사용되는 불도저의 부품으로 압축공기, 유압유체, 공정유체, 스팀 등 다양한 매질이 사용되는 현장에서 다반사로 사용되고 있으며, 공정제어에서 필수불가결한 요소이다. 그 결과 압력 계측기는 어디에서나 쉽게 접할 수 있다.

본 고에서는 압력 계측에 관련된 일반적인 사항들을 나열하므로 이를 적용하려는 사용자에게 엔지니어로서의 기본 지식을 제공할 수 있을 것으로 생각된다.

압력은 기계공학적인 측면에서 압축응력(Compressive stress)으로 기술할 수 있으며, 그 특징은 다음과 같다.

- 단위면적에 작용하는 힘으로 표기된다.
- 정압(Static pressure)과 동압(dynamic pressure)

이 존재한다.

- 유체의 압력은 차압(Differential pressure)을 측정하여야 한다(예 : 대기압 기준 혹은 절대 진공기준)

절대압(Absolute pressure)은 절대진공을 기준으로 측정된다. 이 값을 사용하는 곳은 연구, 설계분야 및 공정의 특성상 절대압이 필요로 하는 곳이다. 이를 측정하는 압력센서는 내부에 진공을 생성하는 부분을 보유해야 하므로 실용성이 떨어지는 단점을 가지고 있다.

차압(Differential pressure)은 상대압으로 정의할 수 있으며, 동일한 개소에서 측정된 두 압력값의 차이를 이용하여 계산할 수 있다.

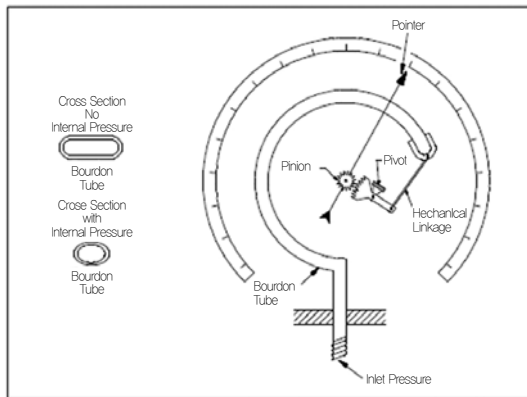
계기압(Gage pressure)은 일종의 상대압으로 대기압을 기준으로 측정되며, 현장에서 가장 많이 사용되고 있다.

압력의 단위로는 psi(pound/in²)과 bar를 가장 많이 사용하고 있다. psi는 미국에서 bar는 미터 단위계로

통상적으로 사용되고 있으며, pa 혹은 kpa 단위를 대체하고 있다. 단위에는 “a” 혹은 “g”라는 접미사를 붙여서 사용하는 경우가 대다수이며, “a”는 진공을 기준으로 하는 절대압을 “g”는 대기압을 기준으로 하는 계기압을 나타낸다. 접미사가 없는 경우는 통상적으로 계기압이라고 생각하면 무리가 없을 것이다.

압력센서

전통적인 기계식 압력계는 밀폐된 곡관 형태의 ‘Bourdon tube’를 사용하고 있으며, 튜브 내부 압의 증가로 인한 튜브 형상의 변화를 압력으로 변환하는 방식을 취하고 있다.



차압의 측정은 절대압 혹은 계기압의 구분이 없다는 특징을 가지고 있으며, 비교의 대상이 되는 개별 압력 값 보다는 두 값의 차이가 중요하기 때문이다. 두 탱크의 차압이 50psi면, 개별탱크의 압력이 10psi/60psi 혹은 5000psi/5050psi 다양한 압력의 조합이 가능하다.

현대에는 전통적인 곡관 “Bourdon tube”를 사용하는 기계식 압력센서보다는 전자식 센서를 채용한 다양한 제품들이 사용되고 있다.

정확도, 측정범위 및 안전

전자식 압력센서와 기계식 압력센서는 동일한 방식으로 정확도를 표기하고 있다. 일반적으로 측정범위의 일정%로 규정하고 있다. 예를 들어 0~500psi의 측정범위를 갖는 압력센서는 측정범위 전 구간에 걸쳐 정확도를 보장할 수 있으며, 이보다 낮은 측정범위를 갖는 제품에 비해서는 압력서지(Pressure surge) 등에 강함을 알 수 있다. 만약 통상적인 공정압력이 75psi인 현장에서는 0~500psi 측정범위와 5%±FS 정확도의 압력센서보다는 0~100psi 측정범위와 동일한 정확도를 가지는 제품을 사용하는 것이 더 유리할 것이다. 이처럼 측정범위 설정의 오류는 현장에서 빈번히 발생하고 있다. 또 다른 사항으로는 현장에 맞는 다양한 범위의 압력센서를 구비하는 대신 범위가 넓은 한 개의 압력센서를 사용하는 경우로, 구매에 소요되는 비용의 절감보다는 공정 운전의 효율성 저하로 발생하는 비용이 더 클 것으로 생각된다.

일부 전자식 압력센서는 측정범위의 조정이 가능한 제품들이 존재하고 있다. 예를 들면, 0~500psi의 측정범위로 설계된 제품을 전자적인 조작으로 0~300psi 범위로도 사용할 수 있게 하는 것이다. 이를 통해 측정값에 맞는 외부출력(4~20mA)을 더 세밀하게 관찰할 수 있다는 장점을 가지고 있지만, 실질적인 정확도의 개선효과는 기대할 수 없다.

사용자는 시스템의 내부에서 발생하는 다양한 현상을 파악하고 있어야 제품 선정 시 견고성 혹은 환경성을 고려한 최적 제품을 선정할 수 있을 것이다. 예를 들면, 공정 내 매질 이송 과정 중 공정 제어를 위한 밸브를 조작으로 발생하는 수격 현상(Water hammer)은 압력서지를 발생시켜 센서를 파괴할 수도 있다.

압력센서 선정시 고려사항

1) 하우징

폐수처리장에서 요구되는 안전성과 석유화학공정에서 요구되는 안전성에는 차이가 있다. 가연성 가스가 존재하는 현장의 경우 방폭에 대한 요구가 존재하고 있으며, 이를 수용할 수 있는 다양한 종류의 제품이 고가에 시장에 유통되고 있다. 반면 일반적인 공정의 경우, 전술한 제품보다는 선택의 범위가 넓은 특징을 가지고 있다. 또한 다양한 외부 통신방식을 채용하고 있는 제품들도 존재하고 있으며, 이들은 단순히 전류출력만을 가진 제품에 비해서는 크기가 크다.

2) 공정체결방식

공정에 적용하기 위해 1/8~1/2" 파이프 나사를 채용하고 있으며, 나사의 규격은 KS, NPT 및 BSPT 등으로 다양한 옵션을 보유하고 있다. 또한, 식음료 분야에 적용될 수 있는 위생배관자재(Triclamp)를 채용한 제품뿐만 아니라, 공정과의 연결을 단순화할 수 있는 매니폴더(Manifold)를 부자재로 사용할 수도 있다.

3) 외부통신

대부분의 압력센서는 측정값에 비례하는 전압, 정전용량 및 저항값을 출력할 수 있으며, 이를 필요한 지점으로 전송하기 위해 통상적으로 많이 사용되는 4~20mA로 변환되며, 이를 위해 신호처리 회로가 필요하다. 압력전송기는 다양한 필드버스(Fieldbus), 무선뿐만 아니라 HART 통신이 가능한 제품들이 존재하고 있다.

4) 압력측정기술

최소한 10가지 이상의 압력측정 기술이 존재하고 있으며, 이들은 측정된 압력을 조절 가능한 전기적인 신호로 변환하는 기술과 조합되어 압력측정 센서로 활용되고 있다. 압력센서의 제조자들은 전술한 다양한 기술을 복합

적으로 응용하여 내구성과 신뢰성이 있는 다양한 제품을 생산하고 있으며, 전자부품의 획기적인 성능 향상은 압력센서의 지능화와 가격 저하에 큰 기여를 하고 있다.

5) 액세서리

센서의 설치 및 보호를 위해 사용되는 옵션으로 아래와 같은 것들이 존재한다.

- Block and bleed valve : 임펄스 라인에 설치되는 밸브로 공정연결부가 폐쇄되었을 때 센서부에 걸리는 잔압을 배출하는 역할을 한다.
- Snubber : 센서의 수명을 연장하는 역할을 하는 부품으로 공정으로부터 전달되는 과도한 압력변동을 제거하는 역할을 한다. 적절히 사용되면 측정값에 영향을 주지않으면서 센서 다이아프램을 보호할 수 있다.
- Diaphragm seal : 측정하고자 하는 압력을 직접적으로 체감하는 압력센서의 중요부품인 다이아프램의 방수구조로 사용시 센서와 다이아프램사이에는 불활성 유체인 실리콘 오일을 충전하여 사용한다.
- Overpressure protector : 일종의 체크밸브로, 미리 설정한 압력을 초과하는 압력의 전송을 미연해 방지하는 역할을 수행하며, 일반적으로 스프링을 많이 사용하고 있다.
- Manifold : 차압식 압력센서에서 복잡한 배관 연결을 단순화해주는 역할을 하는 부품이다.

장기적인 운용전략

개별 계측기와 공정의 요구에 따라 적절한 유지와 교정을 실시하여야 한다. 현장의 상태에 따라 중요도가 낮은 압력센서는 수년주기로 점검을 실시하면 되지만, 문제 발생시 공정에 치명적인 영향을 주는 현장의 경우 빈번한 점검이 필수적이다.