

# 토목계측기기의 센서별 특성

## (Sensor characteristics of geotechnical instruments)

이 글은 토목계측기기로 적용되는 각 센서의 출력 특성과 토목현장의 적용 성을 고려하여 토목엔지니어의 토목계측기기의 선택과 이해를 돕기 위하여 작성된 문건으로 표현 내용이 절대적인 것은 아니며 다소 주관적일 수도 있습니다.

### 1. 전기저항식 센서에 대하여

전기 저항식 센서는 일반 산업 현장에서 센서 소자 (박판 저항 스트레인 게이지, 포텐티오 메터, 엔코더, 리니어 저항센서, 저항타입 각도센서 등)로 사용되고 있으며 저질의 초저가 제품부터 초고가 고품질 제품까지 다양한 형태와 용도에 따라 선택할 수가 있습니다.

토목 엔지니어님들께서는 어느 정도의 등급을 가진 센서를 채택하였는지 알고 넘어갈 필요가 있는 것이 제품 가격 경쟁 시대에 고급형 센서를 탑재할 형편이 아니기 때문입니다.

일반 산업 현장에서 통용되는 전기 저항 식 센서가 토목 현장에서는 다음과 같은 이유로 잘 사용되지 않습니다.

알고 있는 것처럼 대부분의 토목현장은 물이 많으며 공조시스템 가동, 에어 콤프레셔 가동, 전기 용접기 상시 사용 등으로 strut와 같은 구조물에는 실제로 전기가 통하며 전기가 통하지 않더라도 전기장 영향권 내에 있어 이런 지역에서 전기 저항 식 센서를 별도의 보강 조치 없이 출력장치에 접속하여 보면 데이터를 읽을 수 없거나 또 심하게 흔들리게 되는 경우가 필연적으로 발생하므로 토목현장에 설치할 경우에는 전기적인 차폐에 대하여 대단히 많은 신경을 써야 합니다.

전기 저항 식 센서는 저항의 변화를 기본원리로 mV, Ohm(저항)으로 출력신호가 송출되므로 전기적인 noise 및 습기에 대단히 민감하고 전송거리가 약 300-400m 정도로 짧으며 진동 현상에 비하여 내구연한이 짧은 점이 약점이며 매우 좋은 점은 동적 계측이 가능하므로 실내모형 실험이나 파일 동 재하 시험 등 동적 상황을 측정해야 하는 경우는 반드시 전기 저항 식 센서를 사용해야 합니다.

### 2. 진동현식 센서에 대하여

전술한 전기 저항 식 센서를 운용할 때 나타나는 문제를 극복하기 위하여 진동현 식 센서는 처음 노르웨이의 토목 연구소에서 토목엔지니어들이 발명하여 발전시킨 토목현장에서만 주로 사용되는, 주파수를 출력하는 기계식 센서로서 장점은 전송거리가 길고 출력장치가 간단하고 서로 호환이 되며 전기적인 noise에 대하여 크게 영향을 받지 않는 점과 진동현식 센서 소자 한가지로 다양한 모든 토목계측기기를 설계할 수 있는 점과 제조 신뢰성만 확보된다면 반영구적 계측이 가능한 점이 매우 유리하여 현재는 세계적으로 약 7-8개의 토목계측기기 제조회사가 산업화에 성공하여 토목현장에서만 넓게 통용되고 있습니다.

그러나 큰 약점 한가지는 동적 계측이 불가능하기 때문에 동적 계측이 요구되는 현장에서는 부득이하게 전기 저항 식을 같이 사용할 수밖에 없습니다.

### 3. mA (4-20mA 포함) 출력 센서에 대하여

토목 계측 업계 홈페이지나 기술 자료를 읽다가 보면 각 센서 타입 별 특성 비교표를 보게 되는 경우에 mA를 출력하는 센서가 타 타입의 센서 특성에 비하여 가장 좋은 센서로서 추천하는 글을 많이 볼 수 있습니다.

그러나 이것은 센서 이론상 비교로서, 한가지 사실을 간과하고 있습니다.

mA 타입의 센서는 고난도의 제조 기술을 필요로 하기 때문에 센서 소자 가격이 매우 비싸며 압력, 변위, 각도 정도만 검출할 수 있는 센서가 개발되어 있어 다양한 형태의 토목계측기기로 설계할 수 없는 약점이 있습니다.

또, mA 출력 센서는 정 전류 형태로 송출되기 때문에 이론상 장거리 전송이 가능하지만 현실적으로 정 전류를 송출하는 센서가 거의 없으며 송출되는 신호를 획득하는 출력장치나 데이터 로거 또한 mA로 직접 받아들이지 못하고 mA를 mV로 변환하여 받아들이기 때문에 이론상 전송거리가 길고 전기적 noise에 영향을 안받는 장점이 실 상황에서는 전기 저항 식 센서와 틀린 점이 거의 없게 되므로 과대평가라고 생각되며 토목현장 상황과 여건을 감안하여 설명하여야 하는데 이런 점을 간과하기 때문에 틀린 설명이라고 할 수 있습니다.

### 4. 반도체 식 센서에 대하여

반도체 식 타입의 센서는 산업용으로 20년 전부터 자동차 실린더 압력 미소측정용으로 대량생산되어 매우 정밀한 압력 센서임이 틀림 없습니다. 그러나 압력을 수감하는 격판 (다이아프램) 이 실리콘으로서 이 부분을 사출 성형하므로 가격이 대단히 싸며 큰 약점 한가지는 다이어프램이 반도체이기 때문에 습기나 물을 만나면 통전되어 센서가 죽으므로 반도체 식 센서를 개발하였다고 하는 업체에서는 반도체 식 압력계를 구입하여 다이어프램 앞부분에 고무 패드 등으로 2차 격판을 만들어 방수 처리하여 마감하기 때문에 토목 현장의 지하수는 시멘트나 화학 약품에 오염된 경우가 많아 이렇게 고무패드 등으로 보호된 반도체 타입의 간극수압계 등은 오염된 물에 고무판이 빨리 부식되거나 산화되어 수명이 길지가 않습니다.

장단점을 있는 그대로 기술하여 평가를 받아야 하는 것이 정직한 기업의 몫일 것입니다.